



Inhoudsopgave

5	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 5, deel B	5-5
5.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	5-5
5.2	Enkele opmerkingen	5-6
5.3	Formularium	5-6
5.3.1	Golfvormen, periode en frequentie	5-6
5.3.2	Optellen van sinusvormige spanningen en stromen	5-8
5.3.3	Reactantie en faseverschil tussen stroom en spanning bij condensatoren ..	5-8
5.3.4	Reactantie en faseverschil tussen stroom en spanning bij spoelen	5-9
5.3.5	Reactantie en impedantie	5-9
5.3.6	Schakelingen met condensatoren en spoelen: resonantie	5-11
5.3.7	Eenvoudige hoog- en laagdoorlaatfilters	5-12
5.3.8	Bandfilters en de kwaliteitsfactor Q	5-13
5.3.9	Niet-sinusvormige signalen, harmonischen	5-15
5.4	Opgaven	5-16
5.4.51	Opgave 5-51	5-17
5.4.52	Opgave 5-52	5-18
5.4.53	Opgave 5-53	5-19
5.4.54	Opgave 5-54	5-20
5.4.55	Opgave 5-55	5-21
5.4.56	Opgave 5-56	5-22
5.4.57	Opgave 5-57	5-23
5.4.58	Opgave 5-58	5-24
5.4.59	Opgave 5-59	5-25
5.4.60	Opgave 5-60	5-26
5.4.61	Opgave 5-61	5-27
5.4.62	Opgave 5-62	5-28
5.4.63	Opgave 5-63	5-29
5.4.64	Opgave 5-64	5-30
5.4.65	Opgave 5-65	5-31



5.4.66	Opgave 5-66	5-32
5.4.67	Opgave 5-67	5-33
5.4.68	Opgave 5-68	5-34
5.4.69	Opgave 5-69	5-35
5.4.70	Opgave 5-70	5-36
5.4.71	Opgave 5-71	5-37
5.4.72	Opgave 5-72	5-38
5.4.73	Opgave 5-73	5-39
5.4.74	Opgave 5-74	5-40
5.4.75	Opgave 5-75	5-41
5.4.76	Opgave 5-76	5-42
5.4.77	Opgave 5-77	5-43
5.4.78	Opgave 5-78	5-44
5.4.79	Opgave 5-79	5-45
5.4.80	Opgave 5-80	5-46
5.4.81	Opgave 5-81	5-47
5.4.82	Opgave 5-82	5-48
5.4.83	Opgave 5-83	5-49
5.4.84	Opgave 5-84	5-50
5.4.85	Opgave 5-85	5-51
5.4.86	Opgave 5-86	5-52
5.4.87	Opgave 5-87	5-53
5.4.88	Opgave 5-88	5-54
5.4.89	Opgave 5-89	5-55
5.4.90	Opgave 5-90	5-56
5.4.91	Opgave 5-91	5-57
5.4.92	Opgave 5-92	5-58
5.4.93	Opgave 5-93	5-59
5.4.94	Opgave 5-94	5-60
5.4.95	Opgave 5-95	5-61
5.4.96	Opgave 5-96	5-62



5.4.97	Opgave 5-97	5-63
5.4.98	Opgave 5-98	5-64
5.4.99	Opgave 5-99	5-65
5.4.100	Opgave 5-100	5-66
5.5	Uitwerkingen	5-67
5.5.51	Uitwerking van Opgave 5-51	5-68
5.5.52	Uitwerking van Opgave 5-52	5-69
5.5.53	Uitwerking van Opgave 5-53	5-70
5.5.54	Uitwerking van Opgave 5-54	5-71
5.5.55	Uitwerking van Opgave 5-55	5-72
5.5.56	Uitwerking van Opgave 5-56	5-73
5.5.57	Uitwerking van Opgave 5-57	5-74
5.5.58	Uitwerking van Opgave 5-58	5-75
5.5.59	Uitwerking van Opgave 5-59	5-76
5.5.60	Uitwerking van Opgave 5-60	5-77
5.5.61	Uitwerking van Opgave 5-61	5-78
5.5.62	Uitwerking van Opgave 5-62	5-79
5.5.63	Uitwerking van Opgave 5-63	5-80
5.5.64	Uitwerking van Opgave 5-64	5-81
5.5.65	Uitwerking van Opgave 5-65	5-82
5.5.66	Uitwerking van Opgave 5-66	5-83
5.5.67	Uitwerking van Opgave 5-67	5-84
5.5.68	Uitwerking van Opgave 5-68	5-85
5.5.69	Uitwerking van Opgave 5-69	5-86
5.5.70	Uitwerking van Opgave 5-70	5-87
5.5.71	Uitwerking van Opgave 5-71	5-88
5.5.72	Uitwerking van Opgave 5-72	5-89
5.5.73	Uitwerking van Opgave 5-73	5-91
5.5.74	Uitwerking van Opgave 5-74	5-92
5.5.75	Uitwerking van Opgave 5-75	5-93
5.5.76	Uitwerking van Opgave 5-76	5-94



5.5.77	Uitwerking van Opgave 5-77	5-95
5.5.78	Uitwerking van Opgave 5-78	5-96
5.5.79	Uitwerking van Opgave 5-79	5-97
5.5.80	Uitwerking van Opgave 5-80	5-98
5.5.81	Uitwerking van Opgave 5-81	5-99
5.5.82	Uitwerking van Opgave 5-82	5-100
5.5.83	Uitwerking van Opgave 5-83	5-101
5.5.84	Uitwerking van Opgave 5-84	5-102
5.5.85	Uitwerking van Opgave 5-85	5-103
5.5.86	Uitwerking van Opgave 5-86	5-104
5.5.87	Uitwerking van Opgave 5-87	5-105
5.5.88	Uitwerking van Opgave 5-88	5-106
5.5.89	Uitwerking van Opgave 5-89	5-107
5.5.90	Uitwerking van Opgave 5-90	5-108
5.5.91	Uitwerking van Opgave 5-91	5-110
5.5.92	Uitwerking van Opgave 5-92	5-111
5.5.93	Uitwerking van Opgave 5-93	5-112
5.5.94	Uitwerking van Opgave 5-94	5-113
5.5.95	Uitwerking van Opgave 5-95	5-114
5.5.96	Uitwerking van Opgave 5-96	5-115
5.5.97	Uitwerking van Opgave 5-97	5-116
5.5.98	Uitwerking van Opgave 5-98	5-117
5.5.99	Uitwerking van Opgave 5-99	5-118
5.5.100	Uitwerking van Opgave 5-100	5-119



5 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 5, deel B

5.1 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 5 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 ongebruikelijk 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. Wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen kan alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 5.5.

5.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 5 gesplitst in deel A, B, C en D. Dit is deel B met 50 opgaven. Deel A bevat er ook 50, deel C 40 en deel D 24.

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 in plaats daarvan een volledige datum. Vóór het jaar 2008, waren er maar twee examens per jaar, het voorjaars- en najaarsexamen.

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

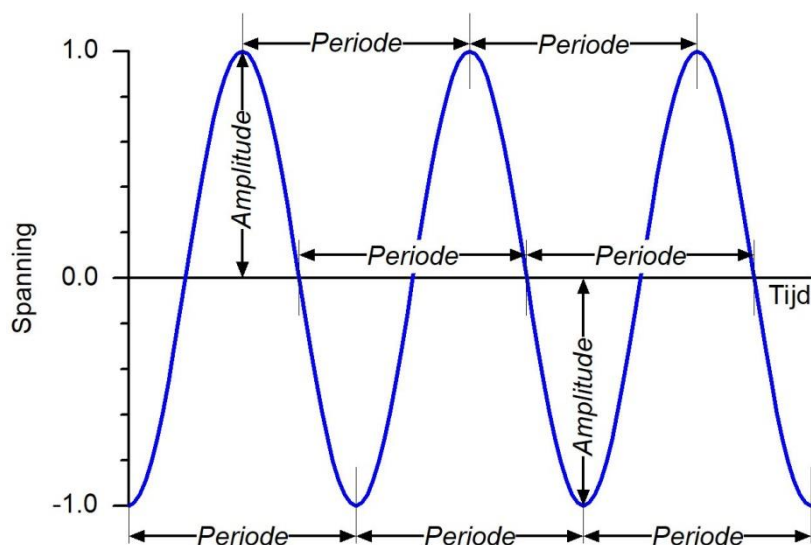
Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is een overzicht van vergelijkingen (“formules”) met soms wat handigheidjes. We raden aan, dit eerst door te nemen.

5.3 Formularium

5.3.1 Golfvormen, periode en frequentie

Omdat de sinusvormige wisselstroom en -spanning bij radio verreweg het meest voorkomen, wordt daarvan de meeste kennis gevraagd. Die werken we dan ook vooral uit. De symmetrische blokgolf is een goede tweede.

We kennen bij beide **amplitude en periode** (Figuur 5.3-1).



Figuur 5.3-1. Periode en amplitude bij een sinusvormige wisselspanning.

De periode is de tijd tussen twee opeenvolgende gelijke punten op de sinus, bijvoorbeeld twee opeenvolgende hoogste punten. Periode T wordt uitgedrukt in tijd. Frequentie f is het aantal perioden per tijd. f wordt uitgedrukt in hertz (Hz). Het verband tussen beide is

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{en dus} \quad T = \frac{1}{f} \quad (5.3-1)$$

De amplitude is de **maximale waarde**. Symbool: $U_{\max}$ voor spanning en $I_{\max}$ voor stroom. Daarvoor kan ook de minimale waarde worden gebruikt. Laat dan het minteken weg. De **gemiddelde waarde** van een zuivere wisselstroom of spanning is 0, want de blokken boven en onder de nullijn zijn precies even groot. **Maar let op:** de gemiddelde waarde U_{gem} van een enkele positieve of negatieve halve periode is niet 0. Daarvoor geldt voor een positieve periodehelft

$$U_{\text{gem}} = \frac{2U_{\max}}{\pi} \quad (5.3-2)$$

Voor een negatieve periodehelft komt er een minteken voor de uitkomst. Voor een stroom vervang je in (5.3-2) U door I .

De **effectieve waarde** voor een sinusvormige stroom of spanning is kleiner dan de maximale waarde. Voor een spanning geldt

$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \quad \text{of iets minder precies: } U_{\text{eff}} \approx 0,71U_{\max} \quad (5.3-3)$$

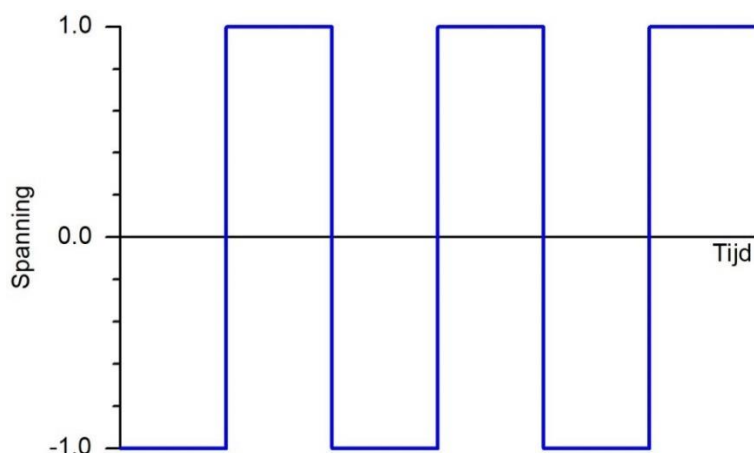
En voor $U_{\max}$ geldt

$$U_{\max} = U_{\text{eff}}\sqrt{2} \quad \text{of iets minder precies: } U_{\max} \approx 1,41U_{\text{eff}} \quad (5.3-4)$$

Voor een stroom vul je I in plaats van U in.

Voor een symmetrische blokspanning (Figuur 5.3-2) geldt

$$U_{eff} = U_{max} \quad (5.3-5)$$



Figuur 5.3-2. Symmetrische blokspanning.

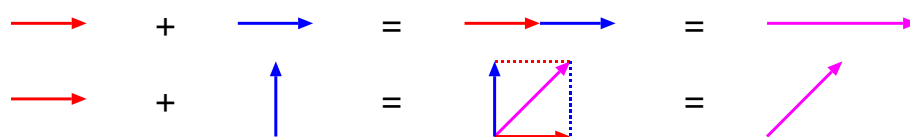
Fase is het deel van de periode die sinds het begin ervan is gerealiseerd.

De **momentele waarde** is de waarde van de spanning of de stroom op een zeker moment.

Een **onzuivere wisselspanning** of **-stroom** is een wisselspanning of -stroom, waarbij een gelijkspanning of -stroom is opgeteld.

5.3.2 Optellen van sinusvormige spanningen en stromen

Uit een optelling van twee sinussen komt altijd een sinus. Een sinus is voor te stellen als een ronddraaiende vector. De gebruikelijke manier is tegen de klok in. De vector zelf wordt voorgesteld als een pijl. Die heeft een lengte en een richting. De lengte geeft de amplitude aan, de richting de fase.



Figuur 5.3-3 Twee voorbeelden van een vectoroptellingen (rood + blauw = paars).

5.3.3 Reactantie en faseverschil tussen stroom en spanning bij condensatoren

Bij gelijkspanning is de weerstand van een ideale condensator oneindig. Bij wisselspanning loopt er wel degelijk een stroom. Er is sprake van een *schijnbare weerstand* voor wisselspanning, Die heet *reactantie*. Een reactantie wordt aangegeven met X . Omdat een spoel ook een reactantie heeft (komt nog), wordt de reactantie van een condensator meestal aangegeven met X_C . Het verband tussen frequentie f en X_C luidt

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad (5.3-6)$$



$2\pi f$ wordt ook aangeduid met de Griekse letter ω (spreek uit: ómega), dat is de hoekfrequentie, hoeksnelheid of cirkelfrequentie. Die drie termen betekenen hetzelfde. ω gaat in radialen per seconde, frequentie in perioden per seconde. In 1 periode zitten 2π radialen, vandaar de 2π in (5.3-6).

Voor reactanties geldt net als bij weerstanden de wet van Ohm:

$$U_{eff} = I_{eff} X_C \quad (5.3-7)$$

I ligt bij een condensator 90° in fase *vóór* op U . Ondanks (5.3-7) is X_C dus geen gewone weerstand.

5.3.4 Reactantie en faseverschil tussen stroom en spanning bij spoelen

Bij gelijkstroom is de weerstand van een ideale spoel nul. Bij wisselstroom ondervindt de stroom wel weerstand. Ook hier een schijnbare weerstand, een reactantie X_L . De L staat voor zelfinductie.

$$X_L = 2\pi f L \quad (5.3-8)$$

Voor $2\pi f$ wordt ook ω geschreven. Ook hier geldt de wet van Ohm:

$$U_{eff} = I_{eff} X_L \quad (5.3-9)$$

I ligt bij een spoel 90° in fase *achter* op U . Ezelsbruggetje: LUI. Bij L komt I achter U . Bij een condensator is het precies andersom: bij C komt I *vóór* U .

5.3.5 Reactantie en impedantie

Impedantie Z is de schijnbare weerstand van combinaties van een reactantie X en een weerstand R . Dat zijn:

- Spoel en weerstand parallel
- Condensator en weerstand parallel
- Spoel en weerstand in serie
- Condensator en weerstand in serie

We bespreken eerst de parallelschakelingen, dan de serieschakelingen. Uitgangspunt is steeds de vraag: hebben beide elementen de stroom of de spanning gemeenschappelijk?

Parallelschakelingen

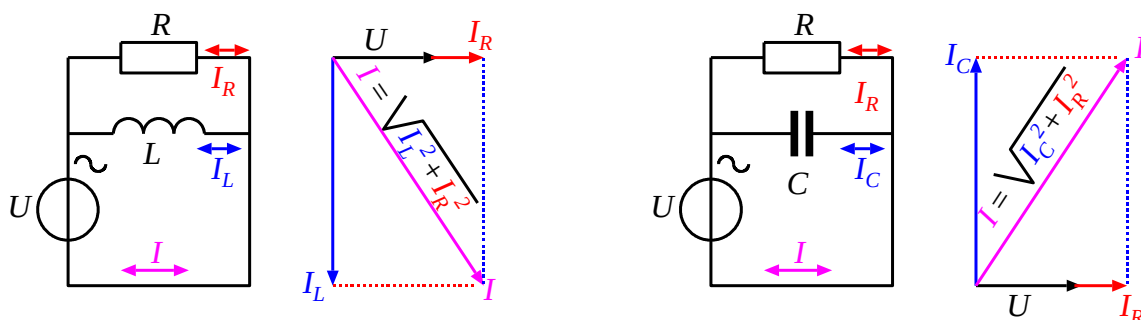
Bij parallelschakelingen is de spanning het uitgangspunt, want die hebben parallel geschakelde elementen gemeenschappelijk.

Bij een weerstand is de stroom in fase met de spanning. De grootte van de stroom volgt uit spanning en weerstand (wet van Ohm)

In de condensator is de stroom 90° voor op de spanning. In de spoel is de stroom 90° achter op de spanning. In beide gevallen volgt de stroom uit de wet van Ohm met de reactantie in de rol van weerstand volgens vergelijkingen (5.3-7) en (5.3-9).

Door het verschil in fase wordt de stroom de uitkomst van een vectoroptelling (Figuur 5.3-4) van de stromen I_R door de weerstand en I_L door de spoel of I_C door de condensator. De bewerking is een toepassing van de stelling van Pythagoras:

$$I = \sqrt{I_L^2 + I_R^2} \text{ voor de spoel en } \sqrt{I_C^2 + I_R^2} \text{ voor de condensator} \quad (5.3-10)$$



Figuur 5.3-4. Bepaling van grootte en fase van de stroom bij parallelschakeling van een weerstand met spoel (links) of met condensator (rechts). Draairichting is linksom (tegen de klok).

Weerstand en reactantie zijn omgekeerd evenredig met de stroom. Daarom geldt voor de impedantie Z :

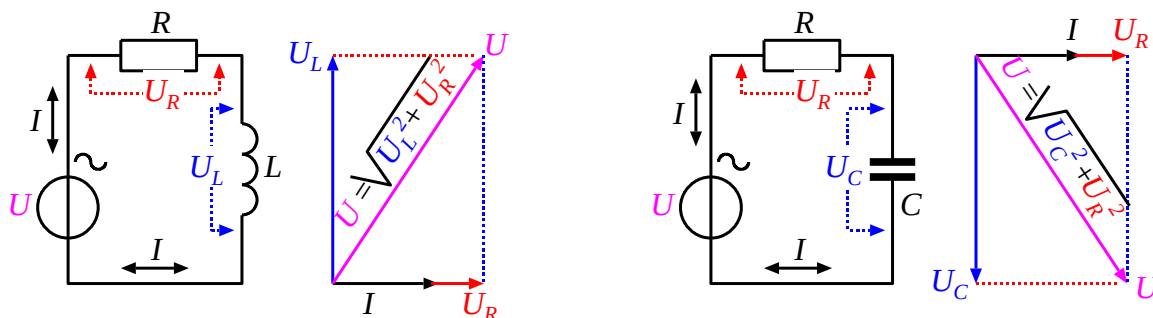
$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{X^2} + \frac{1}{R^2}} \quad (5.3-11)$$

X_L wordt gevonden via vergelijking (5.3-8), X_C via vergelijking (5.3-6).

Serieschakelingen

Bij serieschakelingen is de stroom in de seriegeschakelde elementen dezelfde. Dus is daar stroom uitgangspunt. Bij de weerstand zijn stroom en spanning in fase. De spanning over de weerstand volgt uit weerstand en stroom via de wet van Ohm.

Datzelfde geldt voor de spanning over spoel en condensator. Die volgt uit reactanties X_L en X_C en de stroom volgens vergelijkingen (5.3-9) en (5.3-7). Nu is de spanning de uitkomst van een vectoroptelling (Figuur 5.3-5).



Figuur 5.3-5. Bepaling van grootte en fase van de stroom bij serieschakeling van een weerstand met spoel (links) of met condensator (rechts). Draairichting is linksom (tegen de klok).

Ook hier gaat de vectoroptelling via de stelling van Pythagoras:

$$U = \sqrt{U_L^2 + U_R^2} \text{ bij de spoel en } U = \sqrt{U_C^2 + U_R^2} \text{ bij de condensator} \quad (5.3-12)$$

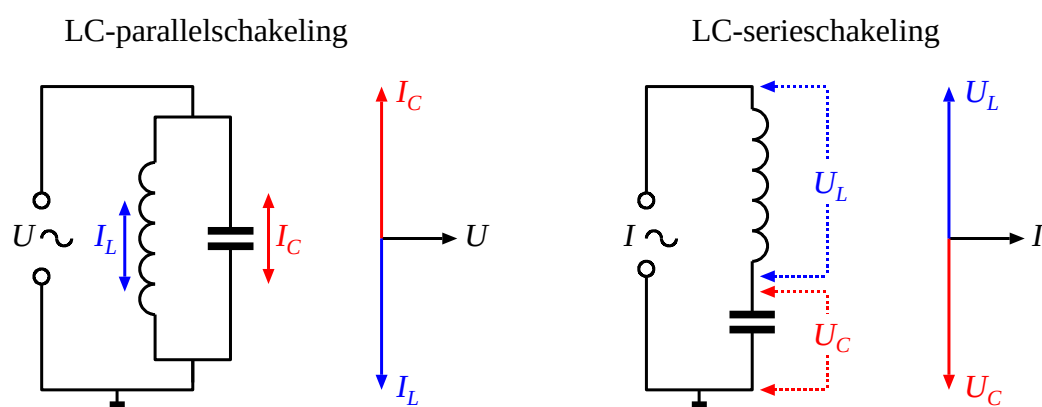
Weerstand en reactantie zijn evenredig met de spanning. Daarom geldt voor de impedantie Z van de serieschakeling

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2} \quad (5.3-13)$$

X kan X_L (spoel) of X_C (condensator) zijn. X_L wordt gevonden via vergelijking (5.3-8) en X_C via (5.3-6).

5.3.6 Schakelingen met condensatoren en spoelen: resonantie

Bij condensatoren loopt de stroom 90° voor en bij spoelen 90° achter op de spanning. Dat houdt in dat in een schakeling met spoelen en condensatoren er een faseverschil van 180° is. In Figuur 5.3-4 en Figuur 5.3-5 was te zien dat de vectoren van de capaciteit en die van de zelfinductie in tegengestelde richting stonden. Condensator en spoel kunnen parallel of in serie staan (Figuur 5.3-6).



Figuur 5.3-6. Parallelschakeling van L en C met vectordiagram (links) en serieschakeling van L en C met vectordiagram (rechts).

Voor de parallelschakeling geldt:

$I_L = I_C$: de schakeling is in *resonantie*. I_L en I_C heffen elkaar op. De **reactantie is oneindig**.

$I_L > I_C$: de schakeling reageert als een zelfinductie (spoel). De frequentie ligt dan **onder** de resonantiefrequentie.

$I_C > I_L$: de schakeling reageert als een capaciteit (condensator) De frequentie ligt dan **boven** de resonantiefrequentie.

Voor de serieschakeling geldt:

$U_L = U_C$: de schakeling is in *resonantie*. U_L en U_C heffen elkaar op. De **reactantie is nul**.

$U_L > U_C$: de schakeling reageert als zelfinductie (spoel). De frequentie ligt **boven** de resonantiefrequentie

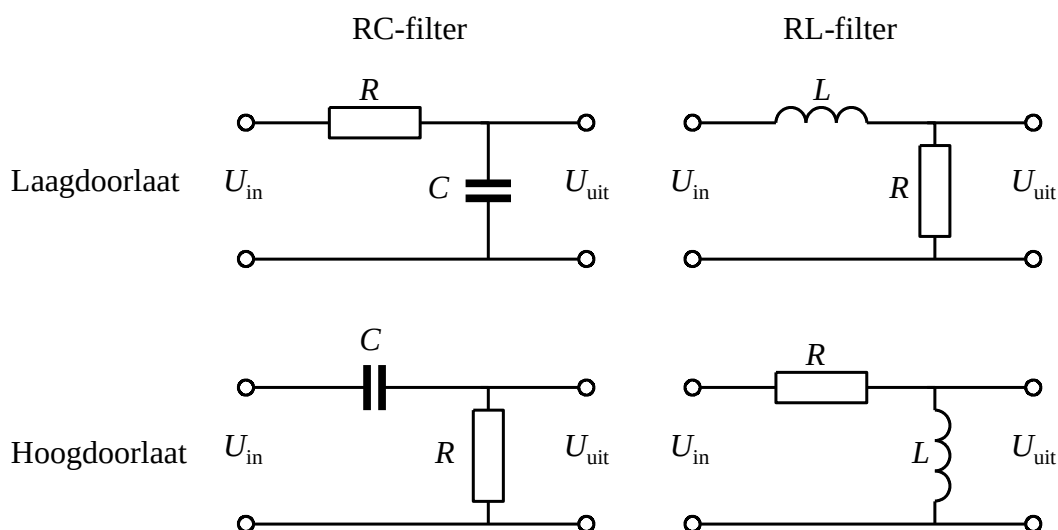
$U_C > U_L$: reageert als een capaciteit (condensator). De frequentie ligt **onder** de resonantiefrequentie

Bij parallel- en serieschakeling geldt voor de resonantiefrequentie f_{res} :

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ . Dat is hetzelfde als } \omega_{res} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (5.3-14)$$

5.3.7 Eenvoudige hoog- en laagdoorlaatfilters

We kennen RC-filters en RL-filters. Of een filter een hoog- dan wel een laagdoorlaatfilter is, hangt af van de plaatsing van R en C , resp. R en L in het schema. De hoog- en laagdoorlaatfilters die je voor het examen moet kennen, hebben de vorm van een spanningsdeler. Figuur 5.3-7 geeft een overzicht.



Figuur 5.3-7. Laagdoorlaatfilters en hoogdoorlaatfilters in RC- en RL-vorm.

Een belangrijke grootheid is in alle gevallen de *kantelfrequentie*, dat is de frequentie f_k , waarvoor geldt:

$$X = R \quad (5.3-15)$$

De kantelfrequentie f_k van een RC-filter bereken je volgens

$$f_k = \frac{1}{2\pi RC} \quad (5.3-16)$$

Voor een RL-filter gaat dat volgens



$$f_k = \frac{R}{2\pi L} \quad (5.3-17)$$

Op het kantelpunt geldt:

$$U_{uit} = \frac{U_{in}}{\sqrt{2}} \approx 0,7U_{in} \quad (5.3-18)$$

Je kunt ook zeggen dat zo'n filter op het kantelpunt 3 dB verzwakt. Dat is hetzelfde als een versterking van -3dB (als de spanning $\sqrt{2}$ maal zo klein wordt, wordt het vermogen 2x maal zo klein!).

Hoe herken je een hoog- of laagdoorlaatfilter in een schakeling of examenopgave?

Begrijp:

1. De reactantie van een condensator wordt lager naarmate de frequentie hoger wordt
2. De reactantie van een spoel wordt hoger naarmate de frequentie hoger wordt.

Bedenk:

Een signaal volgt grotendeels het pad van de minste weerstand ('t is net een mens!).

Een filter als in Figuur 5.3-7 heeft een signaalpad en een zijpad. Het signaalpad is het aantrekkelijkst voor het bedoelde signaal. Het zijpad is het aantrekkelijkst voor het ongewenste signaal.

In een hoogdoorlaatfilter met R en C zit daarom C daarom in het signaalpad en R in het zijpad. Met R en L zit R in het signaalpad en L in het zijpad.

In een laagdoorlaatfilter met R en C zit R in het signaalpad en C in het zijpad. Met L en R zit L in het signaalpad en R in het zijpad.

Bekijk als je wilt Figuur 5.3-7 nu nog eens.

5.3.8 Bandfilters en de kwaliteitsfactor Q

We gaan verder met LC-kringen en resonantie. Bij een parallelkring in resonantie is de reactantie oneindig en bij een seriekring nul. Dat is de theorie. De werkelijkheid is minder extreem. Er zijn altijd verliezen door omzetting van elektrische energie in warmte. De maat voor die verliezen is weer te geven als een verliesweerstand; laten we hem R_{verlies} noemen. Bij een parallelkring wordt R_{verlies} weergegeven als parallelweerstand, bij een seriekring als serieweerstand.

Daaruit volgt dat R_{verlies} oneindig is bij een ideale parallelkring en 0 bij een ideale seriekring.

De grootheid Q is de verhouding van X_L bij resonantie en R_{verlies} . Q heet ook wel de **kwaliteitsfactor**. Voor een parallelkring geldt:

$$Q = \frac{R_{\text{verlies}}}{X_{\text{Lres}}} = \frac{R_{\text{verlies}}}{2\pi f_{\text{res}} L} \quad (5.3-19)$$

Voor een seriekring gaat de zaak op de kop:

$$Q = \frac{X_{\text{Lres}}}{R_{\text{verlies}}} = \frac{2\pi f_{\text{res}} L}{R_{\text{verlies}}} \quad (5.3-20)$$

Q bepaalt in combinatie met de reactanties bij resonantie de mate waarin het gedrag van de LC-kring afwijkt van de theoretische verliesvrije kring.

Een LC-kring is een bandfilter. Dat wil zeggen dat de kring een frequentiegebied doorlaat of uit het signaal verwijdert. Daarom heeft het anders dan laag- en hoogdoorlaatfilters met één -3dB-punt, twee van die punten. Je kunt ook zeggen dat er bij een LC-filter twee kantelfrequenties zijn. De bandbreedte B is de grootte van het frequentiegebied tussen de -3 dB-punten. Het wordt bepaald uit Q en de frequentie f volgens:

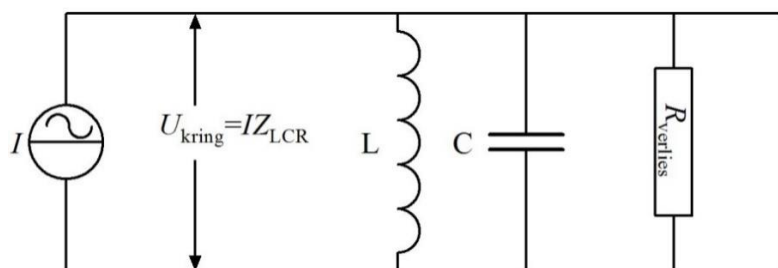
$$B = \frac{f_{\text{res}}}{Q} \quad (5.3-21)$$

Je kunt Q daarom bepalen uit de bandbreedte:

$$Q = \frac{f_{\text{res}}}{B} \quad (5.3-22)$$

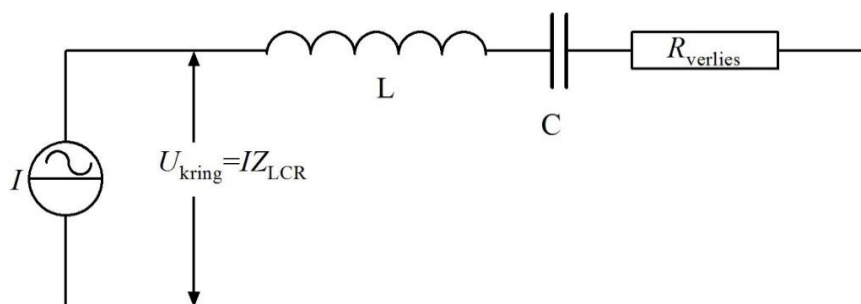
De -3 dB-punten liggen $\frac{1}{2}B$ onder en boven f_{res} .

Een **LC-parallelkring is een banddoorlaatfilter**. Een ideaal banddoorlaatfilter voert alles buiten het door te laten frequentiegebied af. In werkelijkheid zijn er de door Q en frequentie bepaalde -3 dB-punten.



Figuur 5.3-8. LC-parallelkring met verliesweerstand R_{verlies} en wisselstroombron.

Een **LC-seriekring is een bandsperfilter**. Een ideaal bandsperfilter voert alles binnen het te sperren frequentiegebied af. In werkelijkheid zijn er de door Q en frequentie bepaalde 3 dB-punten.



Figuur 5.3-9. LC-seriekring met verliesweerstand R_{verlies} en wisselstroombron.

5.3.9 Niet-sinusvormige signalen, harmonischen

Een niet-sinusvormige golfvorm is volgens Fourier te ontbinden in sinusvormige golfvormen waarvan de frequentie een geheel veelvoud is van die van de oorspronkelijke golfvorm. Die veelvouden heten **harmonischen**. Een sinus met dezelfde frequentie als de oorspronkelijke golf is de eerste harmonische, met de dubbele frequentie is de tweede harmonische en zo vervolgens.

Een bijzonder geval is een symmetrische blokgolf (Figuur 5.3-2). Die heeft alleen oneven harmonischen. Een symmetrische blokgolf van 1000 Hz bevat dus sinussen van 1000 Hz, 3000 Hz, 5000 Hz, enz. Examen vragen hierover komen met enige regelmaat voor.



5.4 Opgaven



5.4.51 Opgave 5-51

Een parallelschakeling van een spoel en een condensator is aangesloten op een wisselspanningsbron.

Het faseverschil tussen de stroom door de spoel en die door de condensator bedraagt:

- A. 180 graden
- B. 0 graden
- C. 90 graden
- D. 45 graden

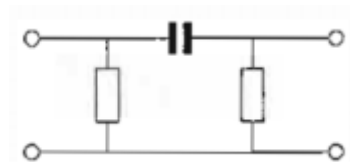
(F-examen april 2011, 05-09-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.52 Opgave 5-52

Dit is het schema van een



- A. somversterker
- B. laagdoorlaatfilter
- C. banddoorlaatfilter
- D. hoogdoorlaatfilter

(F-examen 05-09-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.53 Opgave 5-53

Een seriekring heeft een resonantiefrequentie van 100 MHz. Voor een signaal van 90 MHz gedraagt deze kring zich als een:

- A. Doorverbinding
- B. Condensator
- C. Spoel
- D. Weerstand

(F-examen 06-03-2019, opgave 12)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**5.4.54 Opgave 5-54**

Een sinusvormige spanning van $100\text{ V}_{\text{eff}}$ heeft op $t=0$ een nuldoorgang van negatief naar positief. Een kwart periode later is de momentele waarde:

- A. $+100\text{ V}$
- B. $+70,7\text{ V}$
- C. $+141,4\text{ V}$
- D. $-141,4\text{ V}$

(F-examen januari 2009 (1), augustus 2009, februari 2010, mei 2012, mei 2013 (2). november 2013 (1), 06-03-2019, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.55 Opgave 5-55

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

(F-examen maart 2011 (2), december 2013, november 2014 (1), 06-03-2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.56 Opgave 5-56

De uitgang van een zender is aangesloten op een belastingsweerstand van 50 ohm.

Verder zijn de volgende gegevens bekend:

- De voedingsspanning is 12 volt
- De opgenomen stroom is 4 ampère
- De stroom toegevoerd aan de eindtrap is 3 ampère
- De stroom in de belastingsweerstand is 0,5 ampère.

Het afgegeven hoogfrequent zendvermogen bedraagt

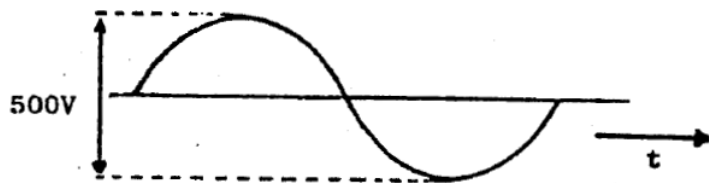
- A. 12,5 W
- B. 25 W
- C. 36 W
- D. 48 W

(F-examen najaar 2000, juli 2011, november 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.57 Opgave 5-57

De effectieve waarde van de spanning is ongeveer:



- A. 0 V
- B. 141 V
- C. 177 V
- D. 353 V

(F-examen voorjaar 2000, oktober 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**5.4.58 Opgave 5-58**

Een sinusvormige spanning van $100\text{ V}_{\text{eff}}$ heeft op $t=0$ een nuldoorgang van negatief naar positief. Driekwart periode later is de momentele waarde:

- A. $+70,7\text{ V}$
- B. $+100\text{ V}$
- C. $-141,4\text{ V}$
- D. $+141,4\text{ V}$

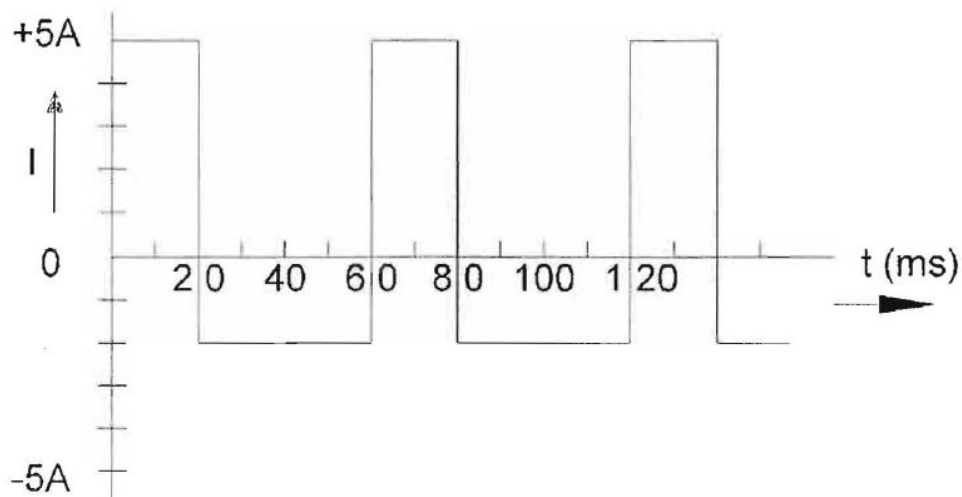
(F-examen voorjaar 2002, maart 2009 (2), januari 2010, februari 2010 (2), juli 2010, juli 2011, november 2012, maart en november 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.59 Opgave 5-59

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 3 A
- B. 0,5 A
- C. 0,333 A
- D. 1,165 A

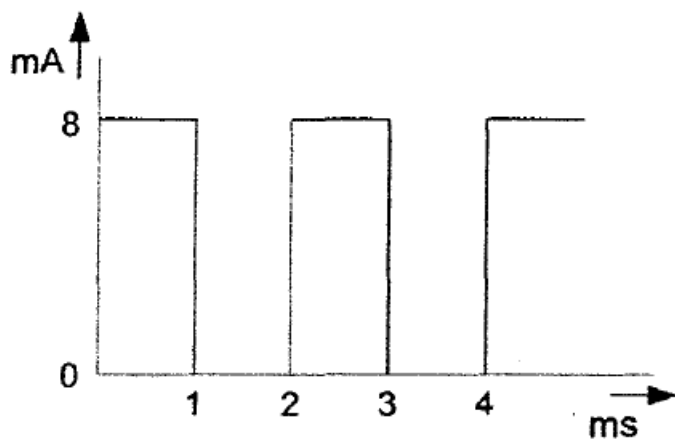
(F-examen voorjaar 2004, november 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.60 Opgave 5-60

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 0 mA
- B. 4 mA
- C. $4\sqrt{2}$ mA
- D. 8 mA

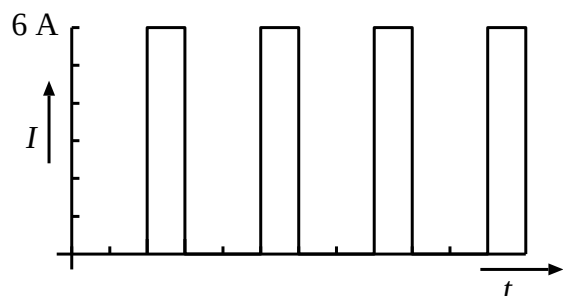
(F-examen voorjaar 2003, september 2009 (2), mei 2012 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.61 Opgave 5-61

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 6 A
- B. 1 A
- C. 2 A
- D. 3 A

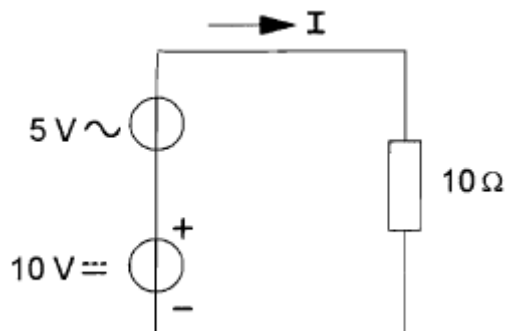
(F-examen voorjaar 2000, april 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.62 Opgave 5-62

De gemiddelde waarde van de stroom I bedraagt:



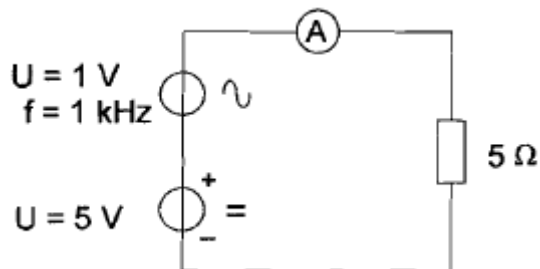
- A. 0,5 A
- B. 0,707 A
- C. 1 A
- D. 1,5 A

(F-examen voorjaar 2003, augustus 2010, februari 2011, november 2013 (2), mei 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.63 Opgave 5-63

De gemiddelde stroom door de ampèremeter is:



- A. 0,8 A
- B. 1 A
- C. 1,14 A
- D. 1,2 A

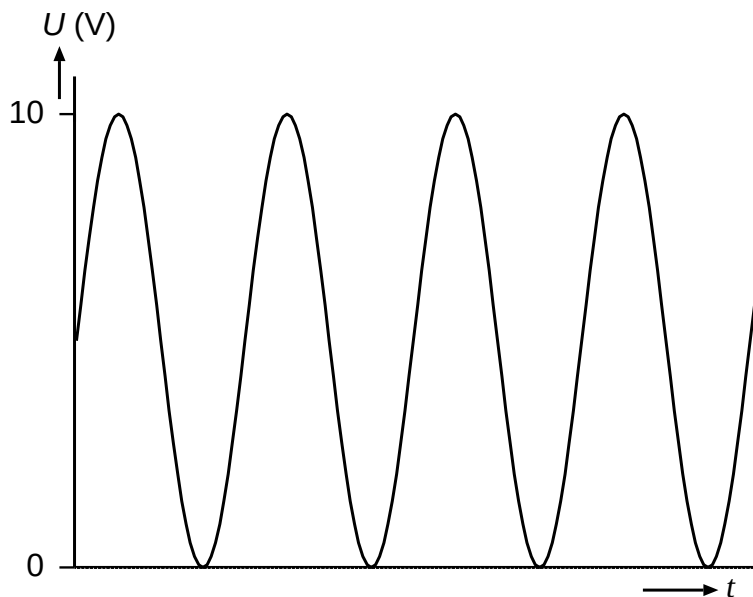
(F-examen najaar 2003, oktober 2008, september 2009 (1), april 2010, september 2010 (2) en november 2010, januari en maart 2013, mei 2015 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.64 Opgave 5-64

Een sinusvormig signaal is opgeteld bij een gelijkspanning.



De gelijkspanning bedraagt:

- A. 10 V
- B. 7,07 V
- C. 6,37 V
- D. 5 V

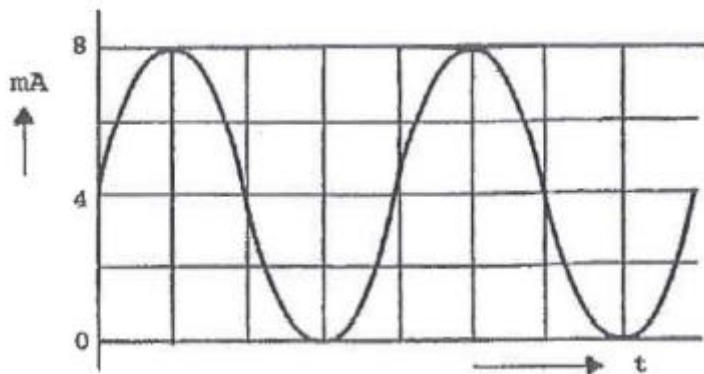
(F-examen najaar 2004, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.65 Opgave 5-65

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 8 mA
- B. 0 mA
- C. 4 mA
- D. $4\sqrt{2}$ mA

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

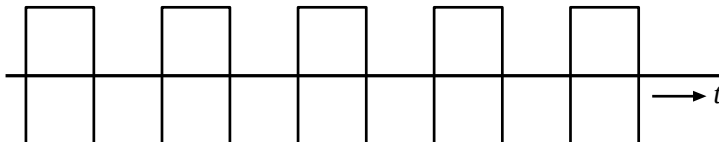
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.66 Opgave 5-66

Een symmetrisch blokvormig signaal heeft een grondfrequentie van 1500 Hz.

Het signaal bevat de volgende frequenties:



- A. 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz en hoger
- B. 750 Hz, 1500 Hz, 3000 Hz en hoger
- C. 1500 Hz, 4500 Hz, 7500 Hz en hoger
- D. 3000 Hz, 4500 Hz, 6000 Hz en hoger

(F-examen voorjaar 2001, januari 2011 en maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.67 Opgave 5-67

Een symmetrisch blokvormig signaal, met een grondfrequentie van 1000 Hz, bevat naast de grondfrequentie onder andere de volgende harmonische:

- A. 100 Hz
- B. 500 Hz
- C. 3000 Hz
- D. 4000 Hz

(F-examen najaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



5.4.68 Opgave 5-68

Een zender werkt op 145 MHz. De tweede harmonische hiervan is:

- A. 72,5 MHz
- B. 145 MHz
- C. 217,5 MHz
- D. 290 MHz

(F-examen voorjaar 2003, november 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.69 Opgave 5-69

Een zender werkt op 145 MHz. De eerste harmonische hiervan is:

- A. 72,5 MHz
- B. 145 MHz
- C. 217,5 MHz
- D. 290 MHz

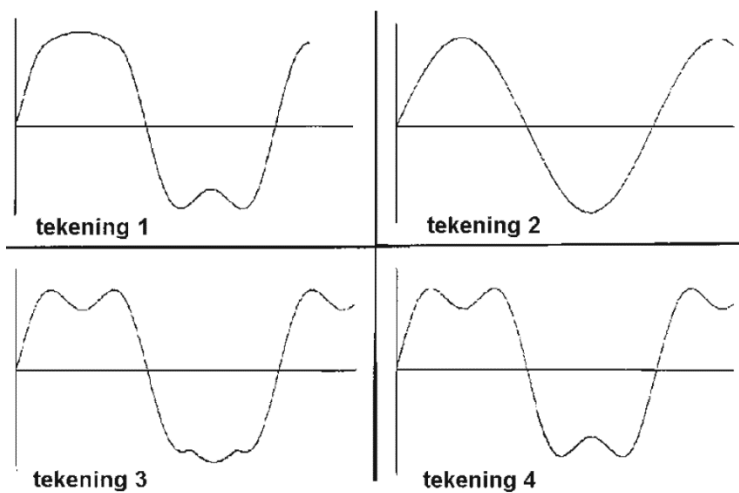
(F-examen maart 2012, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.70 Opgave 5-70

In een circuit loopt een wisselstroom, bestaande uit een grondgolf en zijn derde harmonische. Welke grafische voorstelling van de totale stroom past hierbij?



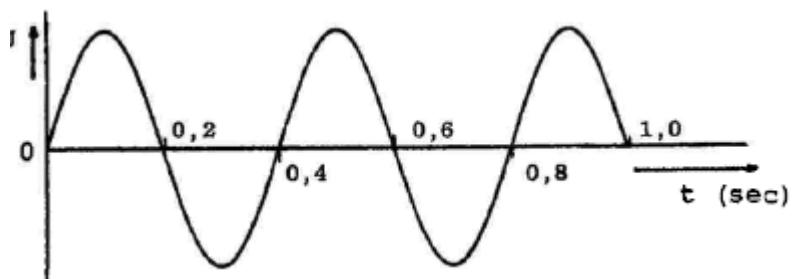
- A. Tekening 2
- B. Tekening 1
- C. Tekening 3
- D. Tekening 4

(F-examen voorjaar 2005, november 2008 (1), augustus 2009, november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.71 Opgave 5-71

De frequentie is:



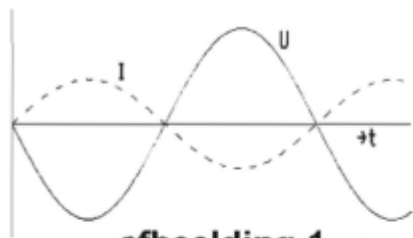
- A. 1 Hz
- B. 2,5 Hz
- C. 5 Hz
- D. 50 Hz

(F-examen voorjaar 2003, maart 2011 (1))

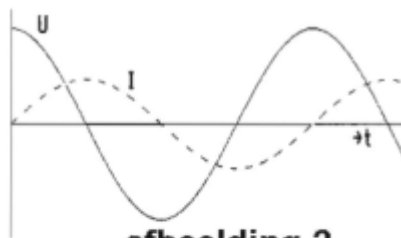
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.72 Opgave 5-72

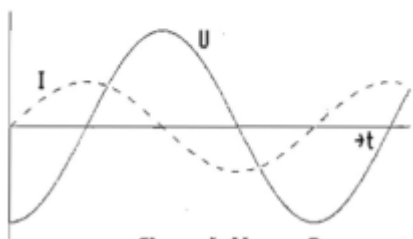
De spanning is in tegenfase met de stroom in:



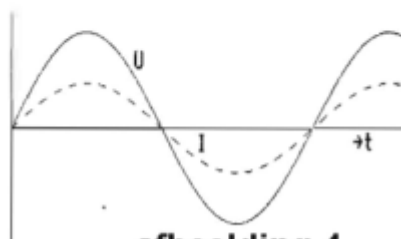
afbeelding 1



afbeelding 2



afbeelding 3



afbeelding 4

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

(F-examen najaar 2006, april 2008, November 2008 (2), mei 2010 (2), November 2011, maart 2014, november 2014, november 2015, september 2016, mei 2017 (1), september 2017, januari 2020). Dit betreft 4 varianten van de opgave, beschreven bij de uitwerking.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.73 Opgave 5-73

De frequentie van een wisselspanning bedraagt 100 Hz. Het aantal perioden dat in 5 minuten verloopt, is:

- A. 20
- B. 30 000
- C. 1200
- D. 500

(F-examen april 2009, juni 2011, mei 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.74 Opgave 5-74

Een wisselstroom heeft een frequentie van 3500 kHz.

Het aantal malen dat de stroom per seconde van richting verandert, is

- A. 1 750 000
- B. 7 000 000
- C. 825 000
- D. 3 500 000

(F-examen september 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.75 Opgave 5-75

Als van een wisselspanning de tijdsduur van een periode 0,008 seconde bedraagt, is de frequentie

- A. 7500 Hz
- B. 0,48 Hz
- C. 125 Hz
- D. 0,008 Hz

(F-examen mei 2010 (2), maart 2012, september 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



5.4.76 Opgave 5-76

In variabele condensatoren is het diëlektricum veelal:

- A. Lucht
- B. Geolied papier
- C. Ferriet
- D. Kwarts

(F-examen februari 2010 (1), maart 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.77 Opgave 5-77

Een condensator is aangesloten op wisselspanning. Wat is juist?

- A. Bij het verhogen van de frequentie vermindert de stroom
- B. Bij het verhogen van de spanning vermindert de stroom
- C. In de condensator loopt geen stroom
- D. Bij het verhogen van de frequentie neemt de stroom toe

(F-examen najaar 2007, november 2008 (2), mei 2009 (2), maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



**5.4.78 Opgave 5-78**

Een condensator wordt aangesloten op een sinusvormige wisselspanning van 15 volt. Bij een frequentie van 100 Hz is de opgenomen stroom door de condensator 50 mA. Indien de frequentie 2000 Hz bedraagt, is de stroom

- A. 20 maal zo groot
- B. $\sqrt{20}$ maal zo groot
- C. Even groot
- D. 20 maal zo klein

(F-examen najaar 2006, juli 2009, maart 2015, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



**5.4.79 Opgave 5-79**

Een condensator van 25 nF is aangesloten op een wisselspanning van 50 kHz. De reactantie X_C is ongeveer

- A. 127 Ω
- B. 254 Ω
- C. 800 Ω
- D. 1250 Ω

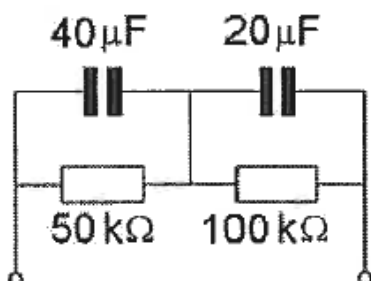
(F-examen najaar 2002, april 2008, januari 2009, september 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.80 Opgave 5-80

Voor elk van de (ideaal veronderstelde) condensatoren is de maximaal toelaatbare spanning 80 V.



Wat is de hoogste waarde van de gelijkspanning die op deze schakeling mag worden aangesloten?

- A. 40 V
- B. 120 V
- C. 160 V
- D. 80 V

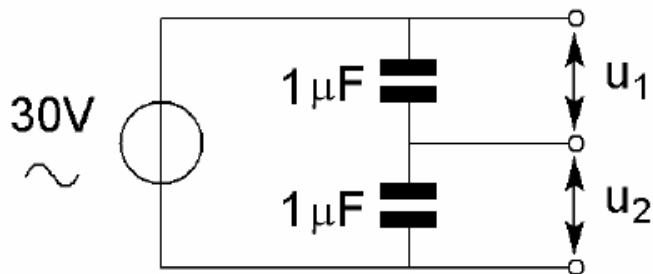
(F-examen najaar 2002, maart 2009 (2), november 2013 (1), november 2014 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.81 Opgave 5-81

De waarde van U_1 en U_2 is



- A. $U_1 = 15 \text{ V}$ en $U_2 = 15 \text{ V}$
- B. $U_1 = 20 \text{ V}$ en $U_2 = 10 \text{ V}$
- C. $U_1 = 10 \text{ V}$ en $U_2 = 20 \text{ V}$
- D. $U_1 = 24 \text{ V}$ en $U_2 = 6 \text{ V}$

(F-examen voorjaar 2007, juni 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.82 Opgave 5-82

In een kring wordt aan de vaste condensator van 250 pF een afstemcondensator, met een minimumwaarde van 10 pF, parallel geschakeld. De afstemcondensator heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF.

De kring ziet een capaciteitsvariatie van

- A. 250 tot 760 pF
- B. 240 tot 740 pF
- C. 260 tot 760 pF
- D. 250 tot 750 pF

(F-examen september 2009 (2), juni 2010, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.83 Opgave 5-83

In een hoogfrequent kring wordt een vaste condensator van 80 pF in serie geschakeld met een variabele condensator. De capaciteit van de variabele condensator kan worden ingesteld tussen 20 en 80 pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van

- A. 100 tot 180 pF
- B. 20 tot 80 pF
- C. 4 tot 40 pF
- D. 16 tot 40 pF

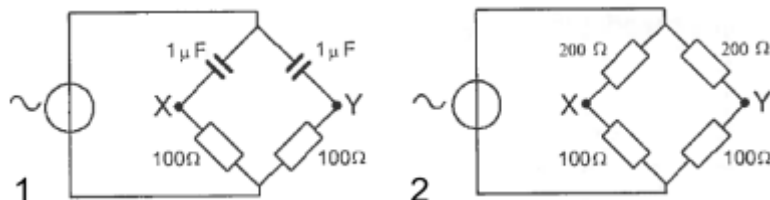
(F-examen april 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.84 Opgave 5-84

Bij welke schakeling is het spanningsverschil tussen X en Y nul?



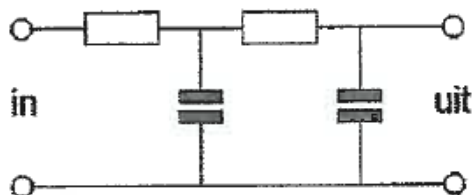
- A. Bij geen van beide schakelingen
- B. In beide schakelingen
- C. Alleen in schakeling 1
- D. Alleen in schakeling 2

(F-examen januari 2010, november 2010 (2), maart 2016, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.85 Opgave 5-85

Dit is het schema van een



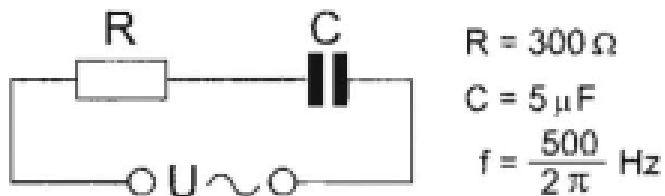
- A. Hoogdoorlaatfilter
- B. Frequentieonafhankelijk filter
- C. Bandfilter
- D. Laagdoorlaatfilter

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.86 Opgave 5-86

De impedantie van de schakeling is:



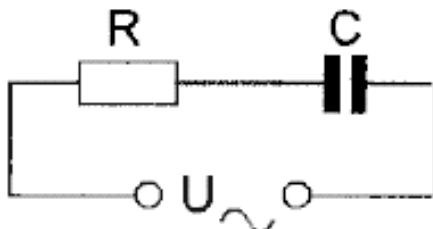
- A. $500 \, \Omega$
- B. $300 \, \Omega$
- C. $400 \, \Omega$
- D. $700 \, \Omega$

(F-examen februari 2009, september 2011 (1), januari 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.87 Opgave 5-87

Gegeven: $R = 600 \, \Omega$; $C = 5 \, \mu\text{F}$; $2\pi f = 250$. De impedantie van de schakeling is



- A. $600 \, \Omega$
- B. $800 \, \Omega$
- C. $1000 \, \Omega$
- D. $1400 \, \Omega$

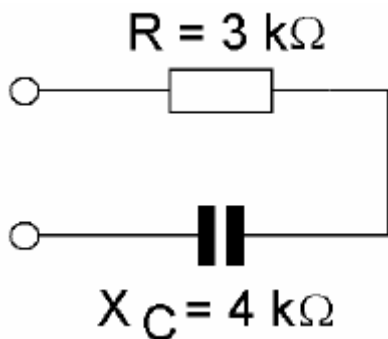
(F-examen voorjaar 2003),

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.88 Opgave 5-88

De impedantie tussen de aansluitpunten van de schakeling is:



- A. $1 \text{ k}\Omega$
- B. $1,71 \text{ k}\Omega$
- C. $5 \text{ k}\Omega$
- D. $7 \text{ k}\Omega$

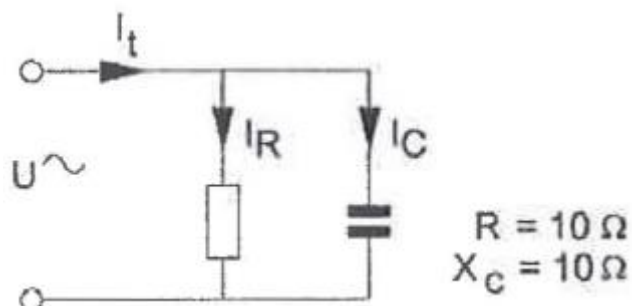
(F-examen voorjaar 2007, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.89 Opgave 5-89

De stroom I_R ijlt



- A. 45 graden voor op I_C
- B. 45 graden na op I_t
- C. 45 graden na op I_C
- D. 45 graden voor op I_t

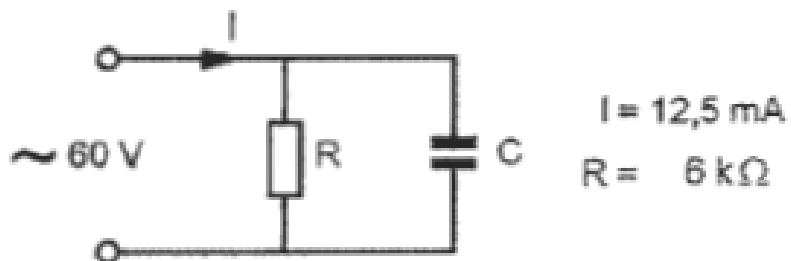
(F-examen najaar 2001, september 2009 (2), december 2010, september 2011 (2), mei 2012 (2), mei 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.90 Opgave 5-90

De stroom door de condensator is



- A. 12,5 mA
- B. 10 mA
- C. 2,5 mA
- D. 7,5 mA

(F-examen juni 2009, mei 2010 (2), november 2010 (1), maart 2012, november 2014 (2), november 2017, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.91 Opgave 5-91

Indien van een parallelkring de capaciteit 4 maal zo groot wordt, zal de resonantiefrequentie

- A. Twee maal zo hoog worden
- B. Viermaal zo hoog worden
- C. Gereduceerd worden tot een kwart
- D. Gehalveerd worden

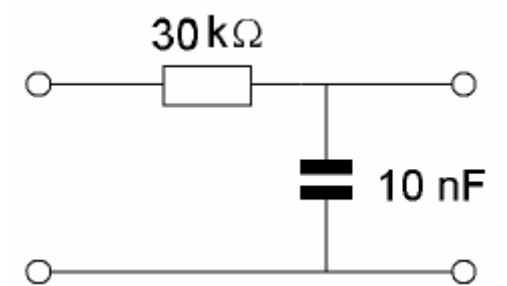
(F-examen najaar 2006, september 2009 (2), augustus 2008, maart 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.92 Opgave 5-92

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer



- A. 50 Hz
- B. 300 Hz
- C. 500 Hz
- D. 3300 Hz

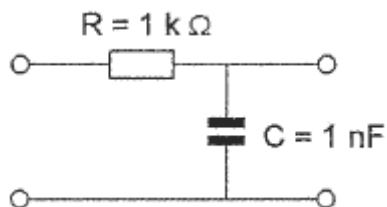
(F-examen voorjaar 2006, mei 2009 (1), november 2009, november 2014 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.93 Opgave 5-93

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer:



- A. 160 kHz
- B. 628 kHz
- C. 100 kHz
- D. 1 kHz

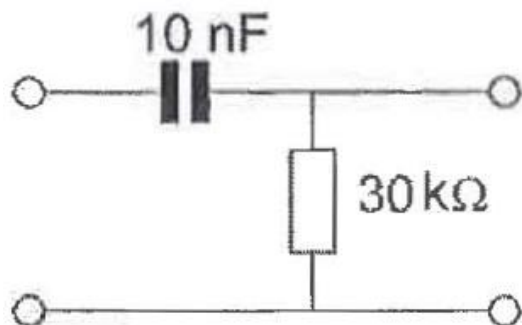
(F-examen mei 2010 (1), september 2010 (1), februari 2011, december 2011, mei 2013 (1), september 2014 (2), maart 2017, januari 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.94 Opgave 5-94

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer



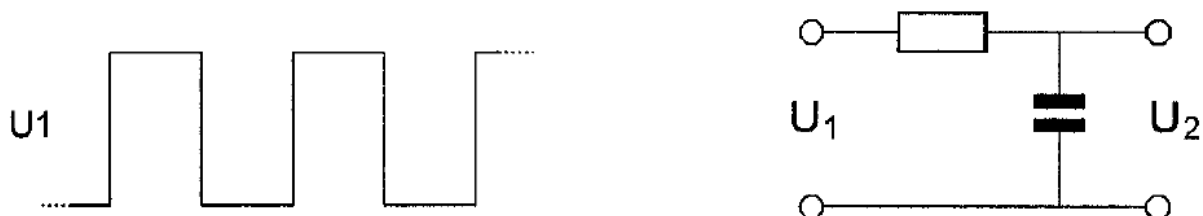
- A. 2000 Hz
- B. 500 Hz
- C. 200 Hz
- D. 50 Hz

(F-examen juli 2009, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

5.4.95 Opgave 5-95

Op de schakeling wordt een blokvormige spanning U_1 aangesloten.



De uitgangsspanning U_2 wordt voorgesteld door:

A.



B.



C.



D.



A. Figuur A

B. Figuur B

C. Figuur C

D. Figuur D

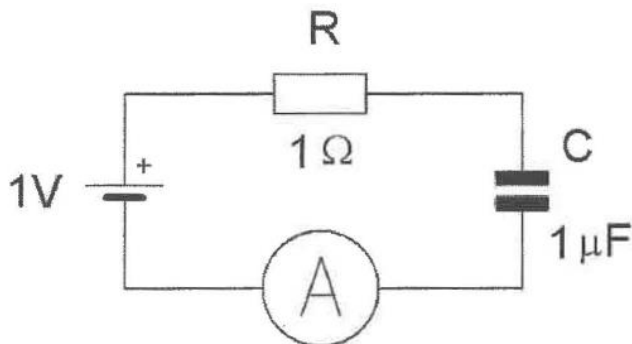
(F-examen voorjaar 2003, mei 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.96 Opgave 5-96

De condensator van $1\ \mu\text{F}$ wordt vervangen door een condensator van $2\ \mu\text{F}$.



De stroom die de meter dan uiteindelijk aanwijst, heeft een waarde van

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

(F-examen najaar 2004, februari 2010 (2), februari 2011, november 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.97 Opgave 5-97

De zelfinductie van een spoel is hoofdzakelijk afhankelijk van

- A. De diameter van de draad
- B. Het isolatiemateriaal van de draad
- C. De diameter van de spoel
- D. De resonantiefrequentie

(F-examen januari 2009, juli 2009, september 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.98 Opgave 5-98

De zelfinductie van een spoel is hoofdzakelijk afhankelijk van

- A. De resonantiefrequentie
- B. Het kernmateriaal
- C. De diameter van de draad
- D. De frequentie

(F-examen mei 2010 (1), mei 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.4.99 Opgave 5-99

Een niet-ideale luchtspoel gedraagt zich voor frequenties die zeer veel hoger zijn dan waarvoor hij is bedoeld, voornamelijk als een

- A. Condensator
- B. Weerstand
- C. Spoel met lage Q -factor
- D. Spoel en condensator in serie

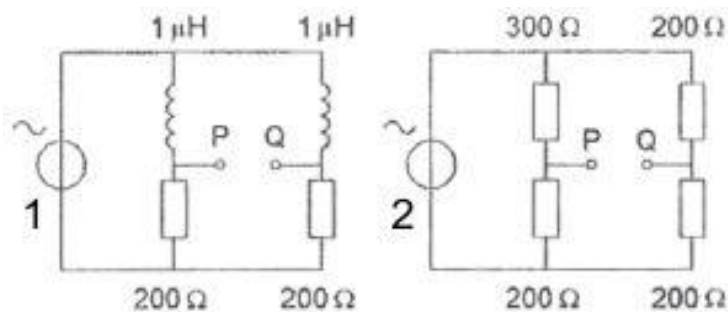
(F-examen november 2012, september 2014 (2), mei 2017 (2), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



5.4.100 Opgave 5-100

Bij welke schakeling is de spanning tussen de punten P en Q nul?



- A. Zowel bij 1 als 2
- B. Uitsluitend bij 2
- C. Bij geen van beide
- D. Uitsluitend bij 1

(F-examen februari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





5.5 Uitwerkingen

5.5.51 Uitwerking van Opgave 5-51

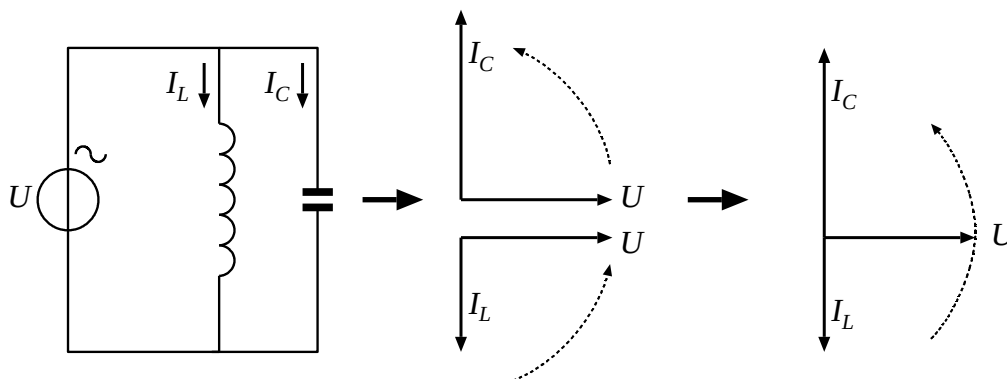
Een parallelschakeling van een spoel en een condensator is aangesloten op een wisselspanningsbron.

Het faseverschil tussen de stroom door de spoel en die door de condensator bedraagt:

- A. 180 graden
- B. 0 graden
- C. 90 graden
- D. 45 graden

Uitwerking

Omdat het een parallelschakeling is, staat dezelfde wisselspanning zonder faseverschil over spoel en condensator. We weten dat bij een spoel de stroom 90 graden achterloopt op de spanning (ezelsbrug LUI) en dat het bij een condensator precies andersom is: de stroom loopt 90 graden vóór op de spanning. Aangezien bij parallelschakeling de spanning gemeenschappelijk is, is het faseverschil tussen beide stromen $2 \cdot 90$ graden is 180 graden. Oplossing A dus. De figuur hieronder verduidelijkt een en ander (hopelijk). I_C en I_L zijn opzettelijk niet even groot getekend. Dat zijn ze alleen bij resonantie.



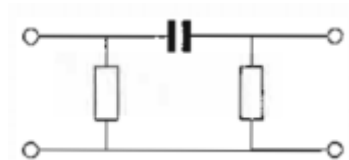
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.52 Uitwerking van Opgave 5-52

Dit is het schema van een



- A. somversterker
- B. laagdoorlaatfilter
- C. banddoorlaatfilter
- D. hoogdoorlaatfilter

Uitwerking

De reactantie van een condensator is lager, naarmate de frequentie hoger is. Hoge frequenties passeren een condensator dus gemakkelijker bij hoge dan bij lage frequenties, Dan moet dit een hoogdoorlaatfilter zijn, antwoord D.

Opmerking

Over antwoord A: somversterkers komen weliswaar pas in hoofdstuk 10 aan de orde, maar met hoofdstuk 5 “achter de kiezen” hebben we genoeg van weerstanden en condensatoren geleerd om te weten dat die dingen niet versterken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.53 Uitwerking van Opgave 5-53

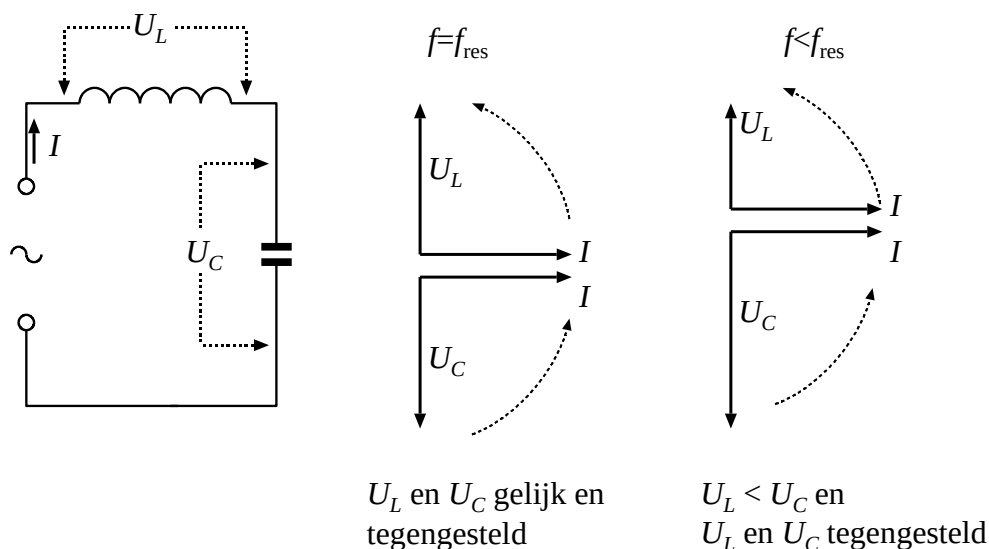
Een seriekring heeft een resonantiefrequentie van 100 MHz. Voor een signaal van 90 MHz gedraagt deze kring zich als een:

- A. Doorverbinding
- B. Condensator**
- C. Spoel
- D. Weerstand

Uitwerking

Bij een serieschakeling loopt door spoel en condensator dezelfde stroom I . Bij de spoel loopt de spanning U 90 graden voor op I (ezelsbruggetje LUI). Bij de condensator is het andersom: U loopt 90 graden achter op I . Bij resonantie zijn de spanningen over spoel en condensator even groot, maar tegengesteld. Daardoor heffen ze elkaar op en is de kring zeer laagohmig. In de vraag is de frequentie lager dan de resonantiefrequentie. Dan is de spanning over de condensator groter dan die over de spoel. Dat komt, doordat de reactantie van de spoel evenredig is met de frequentie en die van de condensator omgekeerd evenredig. In een seriekring overheerst dan de spanning over de condensator en gedraagt de kring als geheel zich als een condensator. Antwoord B dus.

Ter verduidelijking een schema met vectordiagrammen hieronder.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



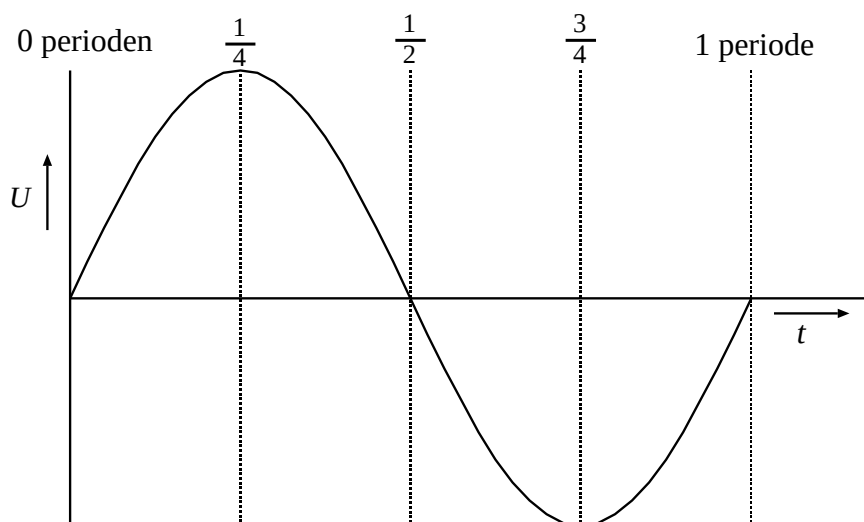
5.5.54 Uitwerking van Opgave 5-54

Een sinusvormige spanning van $100\text{ V}_{\text{eff}}$ heeft op $t=0$ een nuldoorgang van negatief naar positief. Een kwart periode later is de momentele waarde:

- A. $+100\text{ V}$
- B. $+70,7\text{ V}$
- C. $+141,4\text{ V}$
- D. $-141,4\text{ V}$

Uitwerking

Deze opgave lijkt sterk op Opgave 5-47 (deel A). Daarin wordt gesproken over een halve periode, hier over een kwart. We gebruiken bij de oplossing dan ook dezelfde figuur.



Een kwart ($\frac{1}{4}$) periode na $t=0$, dat is op de kruising van de horizontale en de verticale as, vinden we de piekspanning. Die is $\sqrt{2}=1,414$ maal de effectieve spanning. Bij een gegeven effectieve spanning van 100 V wordt dat $141,4\text{ V}$, antwoord C

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

5.5.55 Uitwerking van Opgave 5-55

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

Uitwerking

De zelfinductie hangt af van spoeldiameter, spoellengte, het aantal windingen en het kernmateriaal. Als dat kernmateriaal poederijzer (in keramiek opgenomen ijzerpoeder, waardoor geen stroomgeleiding optreedt) is, is de magnetische permeabiliteit ruim groter dan die van lucht. Bij toepassing als spoelkern vergroot dat de zelfinductie. Het enige antwoord waarin de zelfinductie toeneemt, is B.

Opmerking

Q zal inderdaad na toevoeging van een poederijzerkern meestal groter worden, doordat de zelfinductie groter wordt en daarmee de reactantie, terwijl de weerstand in de spoel gelijk blijft. Het kernmateriaal moet dan wel van goede kwaliteit zijn. Meestal is dat het geval.

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

5.5.56 Uitwerking van Opgave 5-56

De uitgang van een zender is aangesloten op een belastingsweerstand van 50 ohm.

Verder zijn de volgende gegevens bekend:

- De voedingsspanning is 12 volt
- De opgenomen stroom is 4 ampère
- De stroom toegevoerd aan de eindtrap is 3 ampère
- De stroom in de belastingsweerstand is 0,5 ampère.

Het afgegeven hoogfrequent zendvermogen bedraagt

- A. 12,5 W
- B. 25 W
- C. 36 W
- D. 48 W

Uitwerking

Eigenlijk mag je die zender gewoon weglaten. Lees de vraag als “hoeveel vermogen neemt een weerstand van 50 ohm op als daar 0,5 ampère doorheen loopt?”. De rest is overbodige informatie, schijnbeweging, of hoe je het ook wilt noemen. Het vraagt enig inzicht om het nuttige te scheiden van het overbodige. Om dat inzicht gaat het bij deze vraag.

Het antwoord is nu eenvoudig te vinden via leerstof die we in hoofdstuk 3 al hebben gehad en die je kunt samenvatten in de vergelijking

$$P = I^2 R = 0,5^2 \cdot 50 \text{ W} = 12,5 \text{ W}$$

Dat betekent antwoord A.



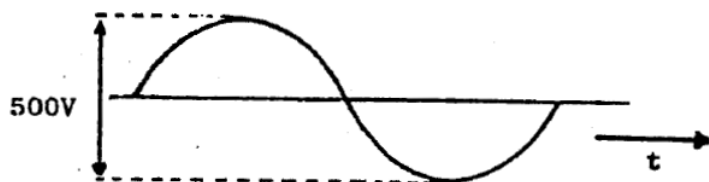
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.57 Uitwerking van Opgave 5-57

De effectieve waarde van de spanning is ongeveer:



- A. 0 V
- B. 141 V
- C. 177 V
- D. 353 V

Uitwerking

De spanning van 500 V in de figuur is 2x de maximale spanning U_{max} , want de pijlpunten geven de hoogste en de laagste spanning aan. U_{max} is de afstand tussen de nullijn en de top van de sinus. Daaruit volgt dat $U_{max} = 500 \text{ V} / 2 = 250 \text{ V}$. De effectieve spanning U_{eff} is gelijk aan U_{max} gedeeld door $\sqrt{2}$. $\sqrt{2} \approx 1,41$. Dus

$$U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2} \approx 250 \text{ V} / 1,41 \approx 177 \text{ V}$$

Dat betekent antwoord C.

Opmerkingen

Verwar de spanning U_{max} niet met de 500 V in het plaatje. In werkelijkheid is het de helft. Had je die fout gemaakt, dan was je uitgekomen op antwoord D.

Je moet natuurlijk ook niet de gemiddelde waarde nemen. Dat zou geleid hebben tot antwoord A.

Voor antwoord B moet er iets raars zijn gebeurd met $\sqrt{2}$.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



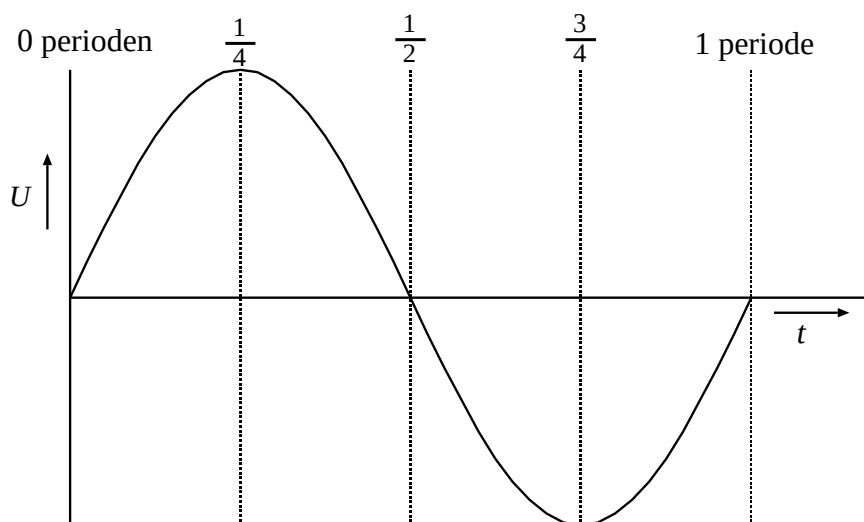
5.5.58 Uitwerking van Opgave 5-58

Een sinusvormige spanning van 100 V_{eff} heeft op $t=0$ een nuldoorgang van negatief naar positief. Driekwart periode later is de momentele waarde:

- A. +70,7 V
- B. +100 V
- C. -141,4 V
- D. +141,4 V

Uitwerking

Deze opgave lijkt sprekend op Opgave 5-47 in deel A en Opgave 5-54 in dit deel. Alleen was daar sprake van resp. een kwart en een halve periode en hier van driekwart periode. Dat maakt het plaatje net iets anders. We gebruiken dezelfde figuur als in de twee eerdere opgaven. Daar staan ook de kwart perioden al in.



We zien dat na driekwart periode de spanning op zijn laagst is. We hoeven daarom niet meer te doen dan de maximale spanning (amplitude) uit te rekenen en er een minteken voor te zetten. Daar gaat-ie:

De effectieve spanning is 100 V. De amplitude is de effectieve spanning maal $\sqrt{2}$. Dat maakt 141,4 V, want $\sqrt{2}$ is bij benadering gelijk aan 1,414. Op driekwart periode is de momentele spanning het laagst en moet er voor de maximale waarde een minteken komen. Dan hebben we -141,4 V. Antwoord C is daarmee het goede antwoord.



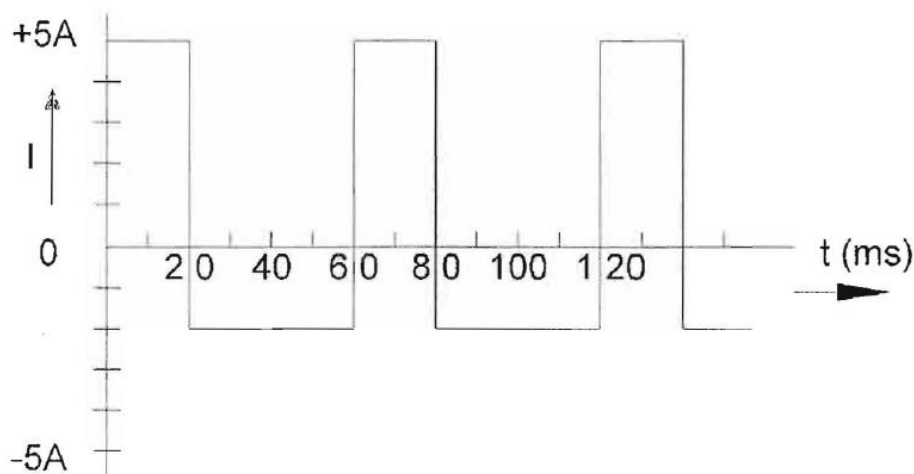
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.59 Uitwerking van Opgave 5-59

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 3 A
- B. 0,5 A
- C. 0,333 A
- D. 1,165 A

Uitwerking

De grafiek laat een pulsformige stroom zien met een positief periodedeel van 5 A gedurende 20 ms en een negatief deel van -2 A gedurende 40 ms. Daarna herhaalt alles zich. De totale periodeduur is dan ook $20\text{ms} + 40\text{ms} = 60\text{ms}$, de duur van één volledige herhaling van de golfvorm.

5 A gedurende 20 ms is 100 mAs

-2 A gedurende 40 ms is -80 mAs

De som van beide is $100\text{ mAs} - 80\text{ mAs} = 20\text{ mAs}$.

Die uitkomst moet worden gedeeld door $20\text{ ms} + 40\text{ ms} = 60\text{ ms}$. Uitkomst: $20\text{ mAs} / 60\text{ ms} = 2/6\text{ A} = 1/3\text{ A} = 0,333\text{ A}$. Dat betekent antwoord C.

Opmerking

Wie dit lastig te volgen vindt, kan de periode ook opdelen in 3 stukjes van 20 ms. We hebben 1 stukje van 5 A en 2 stukjes van -2 A. Voor 3 stukjes (1 periode) is dat $5\text{ A} - 2\text{ A} - 2\text{ A} = 1\text{ A}$, verdeeld over 3 stukjes. Dat is $1\text{ A} / 3 = 0,333\text{ A}$. Uiteraard dezelfde uitkomst.

Hetzelfde als: deel 1 appel (eerlijk) met 3 personen. Elk krijgt 0,333 appel.



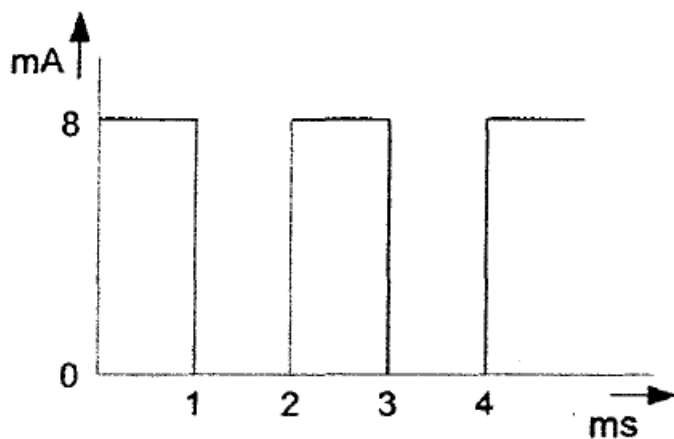
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.60 Uitwerking van Opgave 5-60

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 0 mA
- B. 4 mA**
- C. $4\sqrt{2}$ mA
- D. 8 mA

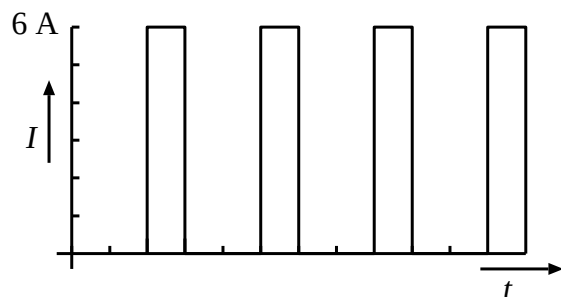
Uitwerking

Het plaatje toont een blokstroom. De positieve stroom duurt even lang als de nulstroom. Een periode, dat is de tijd waarna zich het blok herhaalt, is 2 ms. 1 ms is de stroom 8 mA en de volgende 1 ms is de stroom 0 mA, waarna de stroom weer 1 ms lang 8 mA is, enz. Gemiddeld is de stroom dus de helft van de tijd 8 mA en de helft 0 mA. Gemiddeld is dat $8/2$ mA is 4 mA, antwoord B.

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

5.5.61 Uitwerking van Opgave 5-61

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 6 A
- B. 1 A
- C. 2 A
- D. 3 A

Uitwerking

De afbeelding toont een pulsstroom met pulsen van 6 A. Die nemen elk $1/3$ van de periode in beslag. De overige $2/3$ van de periode is de stroom 0 A. Gemiddeld over de hele periode ($3/3$ dus) maakt dat $6/3$ A is 2A; antwoord C.



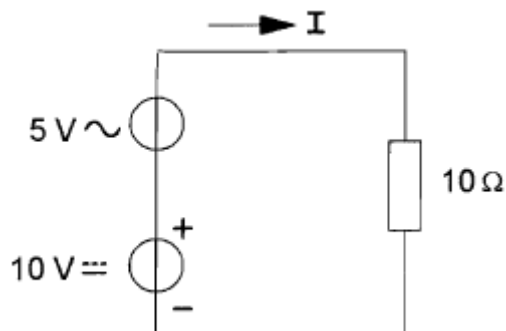
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.62 Uitwerking van Opgave 5-62

De gemiddelde waarde van de stroom I bedraagt:



- A. 0,5 A
- B. 0,707 A
- C. 1 A
- D. 1,5 A

Uitwerking

Let op: het gaat hier niet om de effectieve, maar om de gemiddelde waarde. Geen gedoe met $\sqrt{2}$ dus. De gemiddelde waarde van een zuivere sinusvormige wisselstroom is 0.

De wisselspanningsbron in het schema levert een zuivere wisselspanning van 5 V. De gemiddelde waarde van de stroom ervan is 0. De gelijkspanningsbron van 10 V levert een stroom van $10 \text{ V} / 10 \Omega = 1 \text{ A}$.

De gemiddelde stroom is dus $1 \text{ A} + 0 \text{ A} = 1 \text{ A}$. Antwoord C.

Opmerking

De valkuil is hier de gemiddelde stroom uit de wisselspanningsbron. De eerste ingeving is al gauw om in zo'n geval de effectieve spanning en stroom uit te rekenen, wat hier tot een fout antwoord leidt. Goed lezen dus!

De 5 V van de wisselspanningsbron is een overbodig gegeven. Iedere zuivere wisselspanning leidt tot dezelfde uitkomst, omdat het om een gemiddelde stroom gaat. Voor een effectieve stroom zou dat anders zijn geweest.



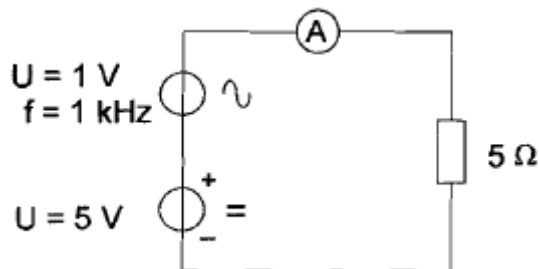
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.63 Uitwerking van Opgave 5-63

De gemiddelde stroom door de ampèremeter is:



- A. 0,8 A
- B. 1 A
- C. 1,14 A
- D. 1,2 A

Uitwerking

Dit is eenzelfde soort opgave als Opgave 5-62. De verschillen doen er niet toe, behalve de weerstand en de gelijkspanning. Omdat over de ampèremeter niets wordt gezegd, mogen we aannemen dat de inwendige weerstand ervan 0 is (dat hoort formeel ook bij dit schemasymbool).

Voor het wisselstroomdeel geldt hetzelfde als in Opgave 5-62: hoe groot of klein de effectieve waarde ook is, de gemiddelde waarde is 0. De frequentie doet er niet toe.

Dan resteert een gelijkspanningsbron van 5 V en een weerstand van 5 Ω. Die combinatie leidt tot een (gemiddelde) gelijkstroom van 1 A. Antwoord B.

Opmerking

Laat je niet op het verkeerde been zetten door spanning en frequentie van de wisselspanningsbron in het schema. Het zijn weer eens overbodige gegevens.



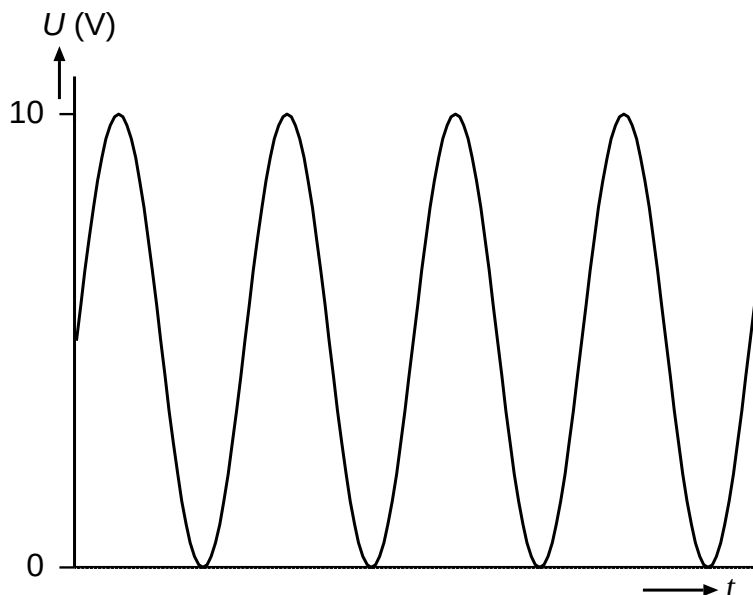
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.64 Uitwerking van Opgave 5-64

Een sinusvormig signaal is opgeteld bij een gelijkspanning.



De gelijkspanning bedraagt:

- A. 10 V
- B. 7,07 V
- C. 6,37 V
- D. 5 V

Uitwerking

Omdat wordt gesproken over een “sinusvormig signaal”, is dat een zuivere wisselspanning. Daarbij hoort het midden op de nullijn te liggen. Het midden van de getekende sinus ligt halverwege 0 V en 10 V, dus bij ongeveer 5 V. Die 5 V moet er dus bij opgeteld zijn. Daarmee is het vraagstuk opgelost: de gelijkspanning bedraagt 5 V.



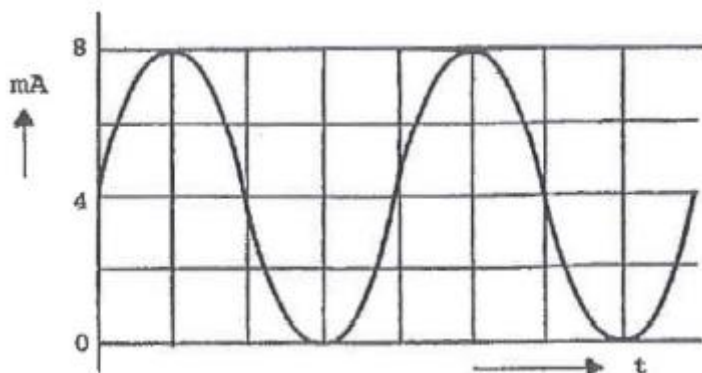
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.65 Uitwerking van Opgave 5-65

De gemiddelde waarde van de stroom is:



- A. 8 mA
- B. 0 mA
- C. 4 mA
- D. $4\sqrt{2}$ mA

Uitwerking

Het midden van de sinus ligt bij 4 mA. Daarom is het een onzuivere wisselstroom en wel één, waarbij een gelijkstroom van 4 mA is opgeteld. De gemiddelde waarde van een zuivere wisselstroom is 0. Daarbovenop komt hier de gemiddelde waarde van een gelijkstroom van 4 mA, dat is vanzelfsprekend 4 mA. Het antwoord is dus C, 4 mA.

Opmerking

Je kunt bij dit soort plaatjes simpelweg kijken waar het midden van de sinus ligt. Is dat 0, dan is het een zuivere sinus. Is dat een waarde y ongelijk aan 0, dan is het een onzuivere wisselstroom of -spanning met een gemiddelde waarde y .



Terug naar de opgave

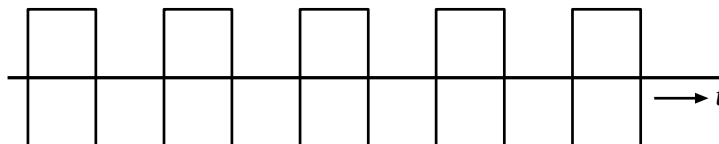
Naar de volgende opgave



5.5.66 Uitwerking van Opgave 5-66

Een symmetrisch blokvormig signaal heeft een grondfrequentie van 1500 Hz.

Het signaal bevat de volgende frequenties:

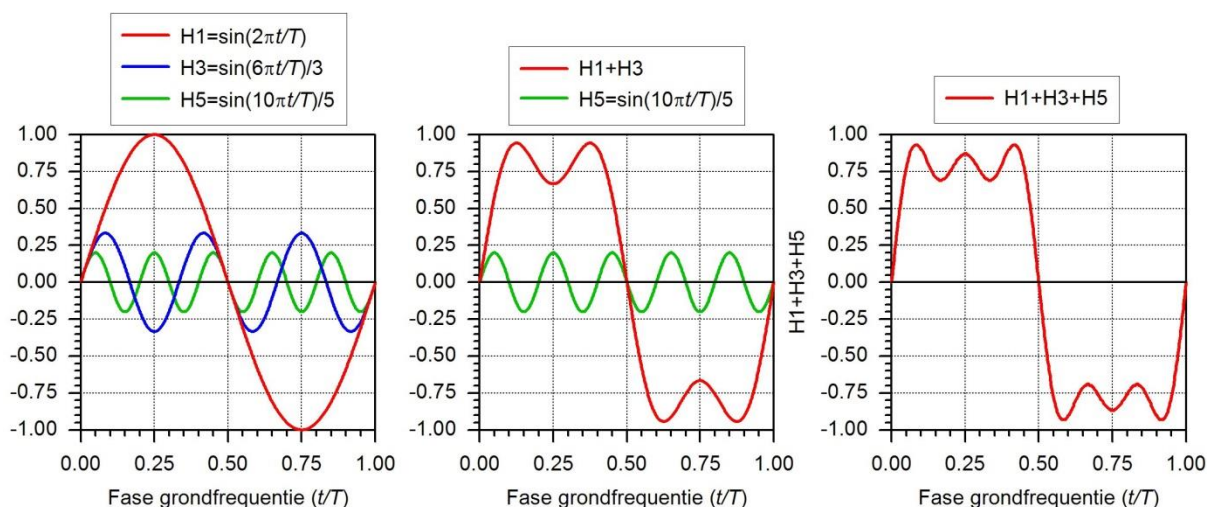


- A. 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz en hoger
- B. 750 Hz, 1500 Hz, 3000 Hz en hoger
- C. 1500 Hz, 4500 Hz, 7500 Hz en hoger**
- D. 3000 Hz, 4500 Hz, 6000 Hz en hoger

Uitwerking

Een symmetrische blokspanning of -stroom heeft een hoog en een laag blokdeel van gelijke duur. Anders gezegd: de ene helft van de periode is positief, de andere helft negatief. Dat is het geval in de figuur.

In de cursustekst hebben we (met filmpje) kunnen zien dat zo'n signaal behalve de grondfrequentie alleen oneven harmonischen bevat, dus 1x, 3x, 5x de grondfrequentie en zo verder. De figuur uit het hoofdstuk staat hieronder nog een keer.



Daarmee vallen antwoord A en B meteen af, want die beginnen met een lagere frequentie dan 1500 Hz.

D valt af omdat dit rijtje begint met een even harmonische, 2 maal 1500 Hz is 3000 Hz.

Dan blijft antwoord C over. Wel even controleren: 1500 Hz = grondfrequentie = 1^e harmonische; 4500 Hz = 3^e harmonische; 7500 Hz = 5^e harmonische... Klopt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.67 Uitwerking van Opgave 5-67

Een symmetrisch blokvormig signaal, met een grondfrequentie van 1000 Hz, bevat naast de grondfrequentie onder andere de volgende harmonische:

- A. 100 Hz
- B. 500 Hz
- C. 3000 Hz**
- D. 4000 Hz

Uitwerking

Harmonischen zijn altijd een geheel veelvoud van de grondfrequentie. Daaraan voldoen de antwoorden A en B niet, dus die vallen bij voorbaat af.

Een symmetrische blokgolf heeft alleen oneven harmonischen (een link naar een filmpje staat in de hoofdtekst van hoofdstuk 5). Daaraan voldoet antwoord C, want 3000 Hz is de derde harmonische van 1000 Hz en antwoord D niet, want 4000 Hz is de vierde en daarmee een even harmonische die bij een symmetrische blokgolf niet bestaat. Het wordt dan ook antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.68 Uitwerking van Opgave 5-68

Een zender werkt op 145 MHz. De tweede harmonische hiervan is:

- A. 72,5 MHz
- B. 145 MHz
- C. 217,5 MHz
- D. **290 MHz**

Uitwerking

De eerste harmonische van een frequentie is de grondfrequentie. Hier is dat 145 MHz. De tweede harmonische is 2 maal de grondfrequentie, in dit geval 290 MHz. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.69 Uitwerking van Opgave 5-69

Een zender werkt op 145 MHz. De eerste harmonische hiervan is:

- A. 72,5 MHz
- B. 145 MHz**
- C. 217,5 MHz
- D. 290 MHz

Uitwerking

De eerste harmonische van een frequentie is de frequentie zelf. De eerste harmonische van 1 MHz is 1 MHz en die van 145 MHz is 145 MHz. Antwoord B.



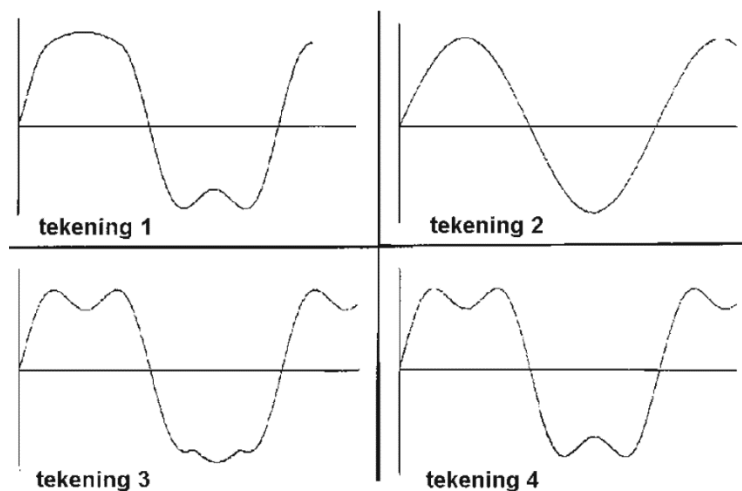
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.70 Uitwerking van Opgave 5-70

In een circuit loopt een wisselstroom, bestaande uit een grondgolf en zijn derde harmonische. Welke grafische voorstelling van de totale stroom past hierbij?



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

Uitwerking

Een grondgolf en een oneven harmonische moeten opgeteld enige gelijkenis hebben met een symmetrische blokgolf. Bij de afbeeldingen zitten twee symmetrische beelden: afbeelding 2 en 4. Nummer 2 ziet eruit als een sinus, in tekening 4 herkennen we de typische deuk van de derde harmonische in de positieve en in de negatieve top die ook in de figuur in Uitwerking van Opgave 5-66 (midden) te zien is. Het wordt dus antwoord D.

Opmerking

Ook een driehoeksgolf kent alleen oneven harmonischen, maar hun amplitude is veel kleiner dan die van een blokgolf. Tekening 4 toont een golfvorm met een duidelijke derde harmonische. Bij een driehoeksgolf zou de grootte van de deuk in de golfvorm $1/3$ zijn van die bij een blokgolf. Een heel kleintje dus, maar ook symmetrisch.



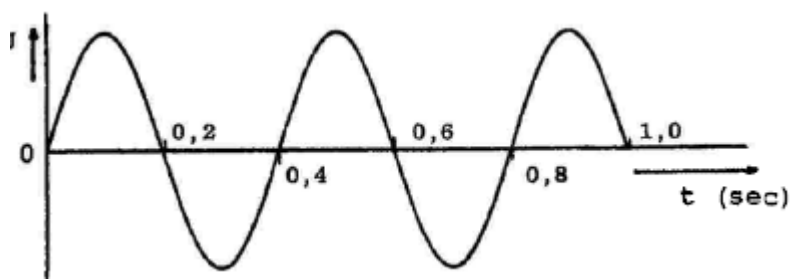
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.71 Uitwerking van Opgave 5-71

De frequentie is:



- A. 1 Hz
- B. 2,5 Hz
- C. 5 Hz
- D. 50 Hz

Uitwerking

De horizontale as van de grafiek is in seconden. Een periode, de tijd T tussen twee overeenkomstige punten op de grafiek, is 0,4 s. Voorbeeld: begin bij 0 waar de sinuskromme vanaf 0 omhooggaat en kijk waar de sinuskromme opnieuw vanaf de horizontale as omhooggaat. Dat is na 0,4 s, dus $T = 0,4$ s. Nog eens T verder, bij 0,8 s, vind je het volgende overeenkomstige punt. Voor de frequentie f geldt

$$f = 1/T \rightarrow f = 1/0,4 \text{ s} = 2,5 \text{ Hz}$$

Dat betekent antwoord B.



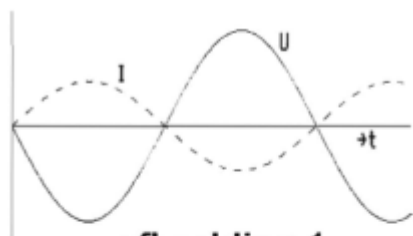
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

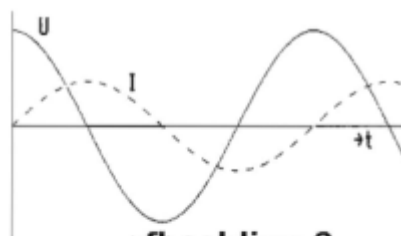


5.5.72 Uitwerking van Opgave 5-72

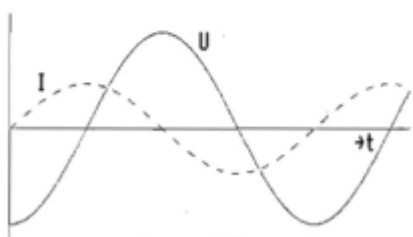
De spanning is in tegenfase met de stroom in:



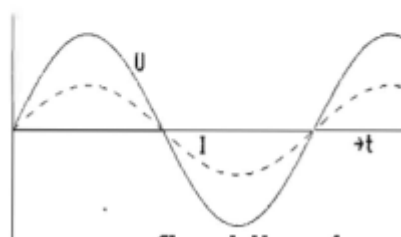
afbeelding 1



afbeelding 2



afbeelding 3



afbeelding 4

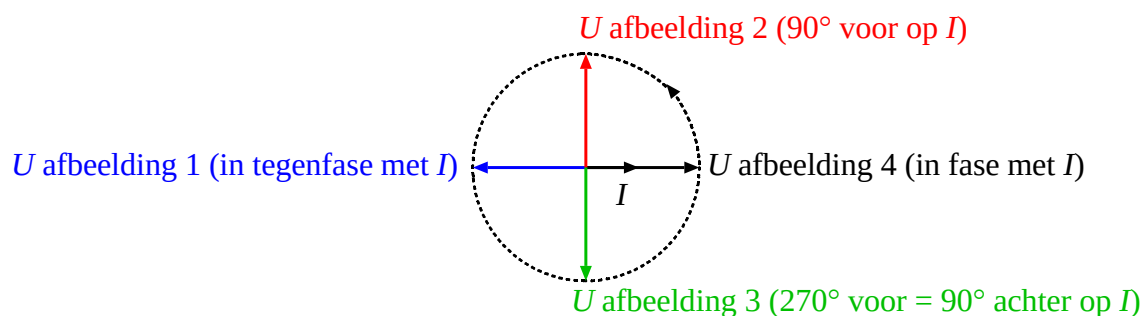
- A. Afbeelding 3
- B. Afbeelding 4
- C. Afbeelding 2
- D. Afbeelding 1

Uitwerking (lees ook de opmerking!)

Waar spanning en stroom in tegenfase zijn, moet het maximum van de één tegelijk met het minimum van de ander optreden. Dat is het geval in afbeelding 1, dus antwoord D.

Opmerking

Deze opgave komt in 4 varianten voor. In elke variant is één van de vier afbeeldingen het goede antwoord. Het vectordiagram geeft aan welke afbeelding bij welke situatie hoort.



De varianten zijn (kleur overeenkomstig de vector in het diagram)

1. De spanning is in fase met de stroom. Dat zie je in afbeelding 4.
2. De spanning loopt 90° voor op de stroom. Dat zie je in **afbeelding 2**.
3. De spanning loopt 90° achter op de stroom. Dat zie je in **afbeelding 3**.



4. De spanning is in tegenfase met de stroom. Dat zie je in [afbeelding 1](#).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**5.5.73 Uitwerking van Opgave 5-73**

De frequentie van een wisselspanning bedraagt 100 Hz. Het aantal perioden dat in 5 minuten verloopt, is:

- A. 20
- B. 30 000**
- C. 1200
- D. 500

Uitwerking

100 Hz betekent 100 perioden per seconde. In 1 minuut zitten 60 seconden. 100 Hz betekent dus $60 \cdot 100$ perioden per minuut is 6 000 perioden per minuut. Voor 5 minuten moet die uitkomst nog eens met 5 worden vermenigvuldigd. Dat levert 30 000 perioden per 5 minuten. En dat is antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**5.5.74 Uitwerking van Opgave 5-74**

Een wisselstroom heeft een frequentie van 3500 kHz.

Het aantal malen dat de stroom per seconde van richting verandert, is

- A. 1 750 000
- B. 7 000 000**
- C. 825 000
- D. 3 500 000

Uitwerking

Deze vraag is een beetje een instinker. Je bent gauw geneigd, het aantal perioden per seconde te berekenen en de uitkomst aan te zien voor het juiste antwoord. Maar per periode verandert de stroom twee keer van richting: één keer bij het maximum en één keer bij het minimum. Eén keer van rechtsaf naar linksaf en één keer van linksaf naar rechtsaf mag ook; dat betekent bij stroom hetzelfde.

We moeten dus het aantal perioden in een seconde vinden en de uitkomst met 2 vermenigvuldigen. 3500 kHz betekent 3 500 000 perioden per seconde. Maal 2 voor het aantal wisselingen van richting komt uit op 7 000 000 stuks, antwoord B.

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

5.5.75 Uitwerking van Opgave 5-75

Als van een wisselspanning de tijdsduur van een periode 0,008 seconde bedraagt, is de frequentie

- A. 7500 Hz
- B. 0,48 Hz
- C. 125 Hz**
- D. 0,008 Hz

Uitwerking

Ook hier geldt:

$$f = 1/T$$

De frequentie f is dus $1 \text{ Hz}/0,008 = 125 \text{ Hz}$, antwoord C. Recht toe, recht aan.

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



5.5.76 Uitwerking van Opgave 5-76

In variabele condensatoren is het diëlektricum veelal:

- A. Lucht
- B. Geolied papier
- C. Ferriet
- D. Kwarts

Uitwerking

Variabele condensatoren hebben meestal lucht als tussenstof (diëlektricum). Antwoord A.

Opmerkingen

Mica en verschillende soorten kunststof ("plastic") worden in instelcondensatoren (trimmers) gebruikt, maar staan niet in het rijtje.

Geolied papier werd vooral vroeger veel gebruikt in vaste condensatoren voor middelgrote capaciteiten (nF-gebied).

Ferriet is een materiaal met een hoge magnetische permeabiliteit. Het wordt toegepast bij spoelen, niet in condensatoren.

Kwarts is op zich een goed diëlektricum, maar vindt door zijn bewerkelijkheid in condensatoren nauwelijks toepassing. Wel komen we het materiaal tegen in oscillatoren. Niet als diëlektricum, maar in frequentiebepalende elementen, maar die worden pas in hoofdstuk 10 bij de oscillatoren behandeld.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.77 Uitwerking van Opgave 5-77

Een condensator is aangesloten op wisselspanning. Wat is juist?

- A. Bij het verhogen van de frequentie vermindert de stroom
- B. Bij het verhogen van de spanning vermindert de stroom
- C. In de condensator loopt geen stroom
- D. Bij het verhogen van de frequentie neemt de stroom toe**

Uitwerking

De reactantie X_C van een condensator is omgekeerd evenredig met de frequentie f , want

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

Wordt f verhoogd, dan neemt dus X_C af. Als X_C afneemt, neemt de stroom toe. Daarmee valt antwoord A af.

Hoe hoger de spanning, des te groter wordt de stroom. Dat geldt net zo goed voor weerstanden als voor reactanties. Bye bye antwoord B.

Door een condensator loopt wel degelijk stroom, zolang het maar wisselstroom is. Daarmee valt antwoord C af.

Dan houden we antwoord D over. Toch even kijken of dat goed is. Als de frequentie hoger wordt, neemt X_C af en dus de stroom toe. Antwoord D is hiermee gecontroleerd en in orde bevonden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.78 Uitwerking van Opgave 5-78

Een condensator wordt aangesloten op een sinusvormige wisselspanning van 15 volt. Bij een frequentie van 100 Hz is de opgenomen stroom door de condensator 50 mA. Indien de frequentie 2000 Hz bedraagt, is de stroom

- A. 20 maal zo groot
- B. $\sqrt{20}$ maal zo groot
- C. Even groot
- D. 20 maal zo klein

Uitwerking

De stroom I door de condensator hangt af van de reactantie X_C en de spanning U volgens

$$I = \frac{U}{X_C}$$

Dat is zoiets als de wet van Ohm voor reactanties. I en X_C zijn dus omgekeerd evenredig. Voorbeeld: een tien keer grotere X_C leidt tot een tien keer lagere I .

X_C hangt af van de frequentie f volgens

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

In de opgave wordt de frequentie 20 keer zo groot. Dan wordt X_C 20 keer zo klein en I wordt daardoor 20 keer zo groot.

Dat leidt onvermijdelijk tot antwoord A. De rest komt uit de duim.

Opmerking

Hier is de formulering van de opgave eigenlijk niet goed. Hier zal een ideale spanningsbron zijn bedoeld, maar dat staat er niet. Mocht het een stroombron zijn (geen exameneis meer), dan zou zelfs antwoord C gelden. Heeft de bron een inwendige weerstand, dan wordt het antwoord “meer dan 1 maal en minder dan 20 maal zo groot”.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**5.5.79 Uitwerking van Opgave 5-79**

Een condensator van 25 nF is aangesloten op een wisselspanning van 50 kHz. De reactantie X_C is ongeveer

- A. 127 Ω
- B. 254 Ω
- C. 800 Ω
- D. 1250 Ω

Uitwerking

Voor het verband tussen reactantie van een condensator en de frequentie f geldt

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

We rekenen met machten van 10, dat is het meest overzichtelijk. Dan geldt $f = 5 \cdot 10^4$ Hz en $C = 25 \cdot 10^{-9}$ F = $2,5 \cdot 10^{-8}$ F.

$2\pi \approx 6,28$ zodat

$$X_C \approx \frac{1}{6,28 \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 2,5 \cdot 10^{-8}} \Omega$$

Een rondje rekenmachine leidt tot het antwoord 127,3 Ω . Afgerond is dat 127 Ω , dus antwoord A.

Opmerking

Niet afronden van π op de rekenmachine leidt tot hetzelfde antwoord.



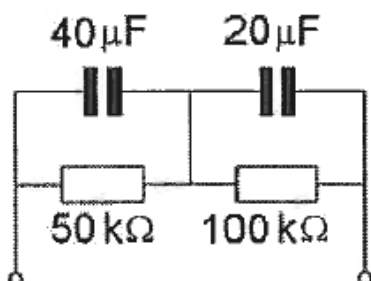
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.80 Uitwerking van Opgave 5-80

Voor elk van de (ideaal veronderstelde) condensatoren is de maximaal toelaatbare spanning 80 V.



Wat is de hoogste waarde van de gelijkspanning die op deze schakeling mag worden aangesloten?

- A. 40 V
- B. 120 V
- C. 160 V
- D. 80 V

Uitwerking

De lading van beide condensatoren is gelijk, want de laadstroom zal even groot zijn geweest omdat beide condensatoren in serie staan. Dan moet de spanning over de condensator van 20 μF twee keer zo groot zijn als die over de condensator van 40 μF , want $Q = CU$. Omdat de hoogst toelaatbare spanning voor beide condensatoren 80 V is, mag er over de 20 μF hoogstens 80 V staan en heeft die van 40 μF de helft, 40 V. Samen is dat 120 V, antwoord B

Opmerking

In de weerstanden in het schema zit een hint verborgen: 50 $\text{k}\Omega$ over de 40 μF en 100 $\text{k}\Omega$ over de 20 μF . Zo wordt de spanningsverdeling over de condensatoren opgelegd door de spanningsdeler die bestaat uit beide weerstanden. Daarvoor is een goede reden.

De spanningsverdeling over ideale condensatoren wordt bepaald door de verhouding van de omgekeerde capaciteitswaarden. In de praktijk wordt de spanningsverhouding mede bepaald door lekstroompjes in het diëlektricum. Die zijn onafhankelijk van de capaciteit. Zo kan de spanning over een condensator toch de maximaal toelaatbare spanning overschrijden. Gevolg: doorslag. De remedie is, de condensatoren parallel te schakelen aan weerstanden die omgekeerd evenredig zijn met de capaciteit, zoals in de figuur. Hun waarde moet ruim lager zijn dan de weerstand in het diëlektricum. Dan bepalen de weerstanden de spanningsverdeling over de condensatoren. Dat voorkomt doorslag.



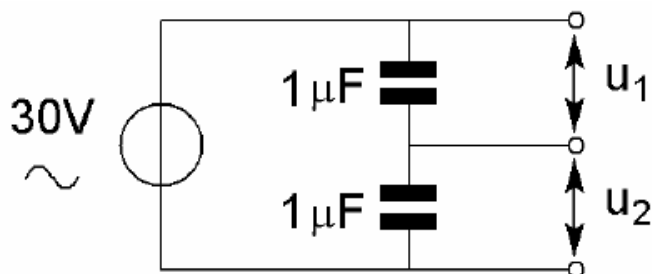
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.81 Uitwerking van Opgave 5-81

De waarde van U_1 en U_2 is



- A. $U_1 = 15\text{ V}$ en $U_2 = 15\text{ V}$
- B. $U_1 = 20\text{ V}$ en $U_2 = 10\text{ V}$
- C. $U_1 = 10\text{ V}$ en $U_2 = 20\text{ V}$
- D. $U_1 = 24\text{ V}$ en $U_2 = 6\text{ V}$

Uitwerking

De twee in serie geschakelde condensatoren hebben dezelfde waarde. Dan moet over beide condensatoren ook dezelfde spanning staan. De 30 V uit de bron gaat dan in twee gelijke delen en die kunnen alleen maar allebei 15 V zijn. Antwoord A dus.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.82 Uitwerking van Opgave 5-82

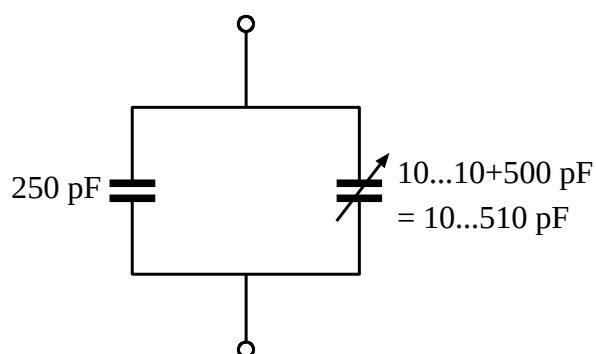
In een kring wordt aan de vaste condensator van 250 pF een afstemcondensator met een minimumwaarde van 10 pF, parallel geschakeld. De afstemcondensator heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF.

De kring ziet een capaciteitsvariatie van

- A. 250 tot 760 pF
- B. 240 tot 740 pF
- C. 260 tot 760 pF**
- D. 250 tot 750 pF

Uitwerking

Bij dit soort opgaven kan het handig zijn, een plaatje te tekenen. Daar wordt de zaak duidelijker van. De kring is overbodige informatie en hoeft er daarom niet bij. Uiteindelijk gaat de vraag alleen maar over een vaste en een variabele condensator die parallel staan.



Hierboven staat de figuur. Links de vaste condensator van 250 pF. Rechts de variabele. De minimumwaarde van die laatste is 10 pF, de variatie 500 p. De maximale waarde is daarom niet 500, maar 510 pF. De twee condensatoren samen hebben dan een minimum-waarde van $250 \text{ pF} + 10 \text{ pF} = 260 \text{ pF}$. Dat kan alleen antwoord C zijn.

Toch maar even de maximale waarde controleren: de maximale waarde van de variabele condensator is niet 500 pF, maar $10 \text{ pF} + 500 \text{ pF}$ is 510 pF. Samen met de 250 pF van de vaste condensator wordt dat $510 \text{ pF} + 250 \text{ pF} = 760 \text{ pF}$. Definitief antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



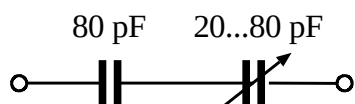
5.5.83 Uitwerking van Opgave 5-83

In een hoogfrequent kring wordt een vaste condensator van 80 pF in serie geschakeld met een variabele condensator. De capaciteit van de variabele condensator kan worden ingesteld tussen 20 en 80 pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van

- A. 100 tot 180 pF
- B. 20 tot 80 pF
- C. 4 tot 40 pF
- D. 16 tot 40 pF

Uitwerking

Deze opgave doet denken aan Opgave 5-82, maar nu staan de vaste en de variabele condensator niet parallel maar in serie. Voor we verder gaan, eerst een tekening.



De vervangingswaarde van deze twee condensatoren varieert tussen die van een serieschakeling van 20 en 80 pF en één van 80 en 80 pF

De vervangingswaarde van 80 en 80 pF in serie is de helft van 80 pF, want een serieschakeling van twee gelijke waarden levert de helft van één waarde. De hoogst bereikbare waarde is daarom 40 pF

Voor de laagste waarde nemen we de vereenvoudigde vergelijking voor twee seriegeschakelde condensatoren. Voor wie dat even kwijt is, nog even de oorspronkelijke en de vereenvoudigde vergelijking samen (de vereenvoudigde volgt uit de oorspronkelijke, vandaar het pijltje)

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \rightarrow C_{tot} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

En dus

$$C_{tot} = \frac{20 \cdot 80}{20 + 80} \text{ pF} = \frac{1600}{100} \text{ pF} = 16 \text{ pF}$$

Conclusie: antwoord D is goed.



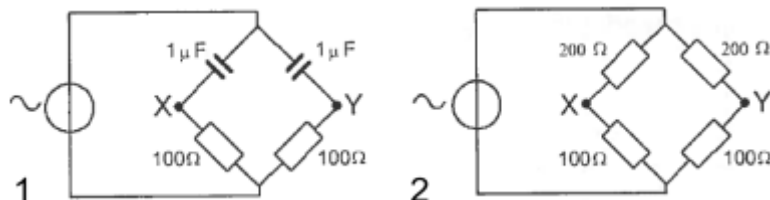
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.84 Uitwerking van Opgave 5-84

Bij welke schakeling is het spanningsverschil tussen X en Y nul?



- A. Bij geen van beide schakelingen
- B. In beide schakelingen**
- C. Alleen in schakeling 1
- D. Alleen in schakeling 2

Uitwerking

Hier valt niets aan te rekenen als je goed naar de schema's kijkt. De (wissel)spanning van de bron staat tussen de bovenste en onderste hoekpunten.

In schakeling 1 zien we dat de linker en de rechter tak dezelfde weerstandswaarde en dezelfde capaciteit hebben in dezelfde volgorde. Dan zijn de spanningen op X en Y dezelfde en is de spanning tussen beide punten 0.

Hetzelfde als in schakeling 1, maar met alleen weerstanden, zien we in schakeling 2. Ook twee identieke takken. X en Y hebben dezelfde spanning en de spanning tussen X en Y is 0. Antwoord B.

Opmerking

Strikt genomen is de door de examinerende instantie gebruikte term *spanningsverschil* niet juist. Spanning is zelf een verschil in elektrische potentiaal, omdat je een spanning op één punt altijd ten opzichte van een ander punt meet. Maar in dit geval begrijpt elke elektrotechnisch enigszins onderlegde lezer wat er wordt bedoeld.



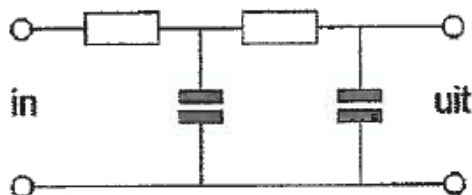
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.85 Uitwerking van Opgave 5-85

Dit is het schema van een



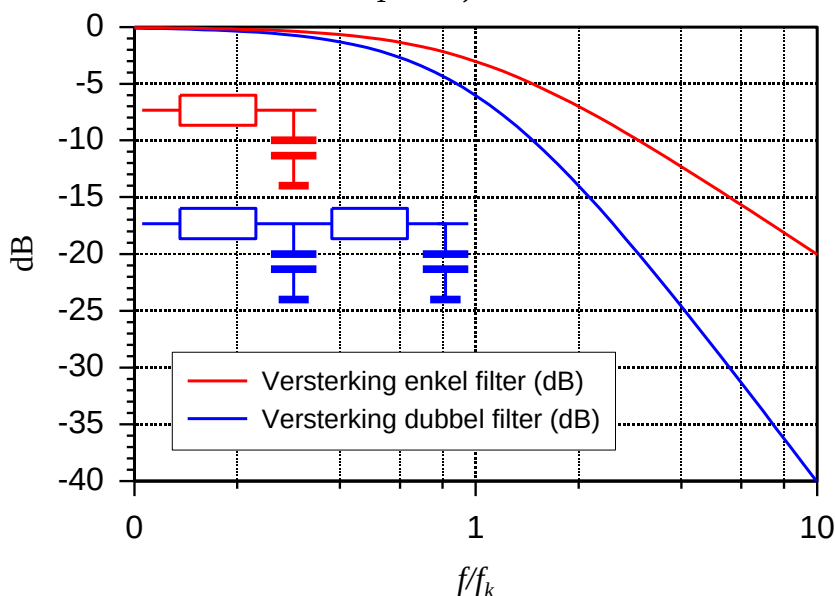
- A. Hoogdoorlaatfilter
- B. Frequentieafhankelijk filter
- C. Bandfilter
- D. Laagdoorlaatfilter

Uitwerking

Het filter bestaat uit twee gelijke stukken. Elk bestaat uit een weerstand, gevolgd door een condensator. De reactantie van de condensator neemt af met toenemende frequentie. Elk stuk is daarom een spanningsdeler waarvan het knooppunt met toenemende frequentie een lagere spanning heeft. Kortom, dit zijn twee laagdoorlaatfilters op rij. Samen zijn ze een scherper laagdoorlaatfilter dan een enkel filter. Het juiste antwoord is dan ook D, maar kijk vooral ook onder het kopje “Opmerking”.

Opmerkingen

Wie neigt naar antwoord B, moet zich realiseren dat “frequentieafhankelijk” van alles kan betekenen. Bovendien verandert het filter niet met de frequentie. Spitsvondig? Zeker. Maar zoek wel het meest toepasselijke antwoord en dat is D.



In de figuur links staat een doorlaatgrafiek voor een enkel filter (rode lijn) en een dubbel, zoals in de opgave (blauwe lijn). De horizontale as geeft de verhouding van frequentie f en kantelfrequentie (-3 dB-punt rode grafiek) f_k . Het dubbele filter is, uitgedrukt in dB, dubbel effectief.



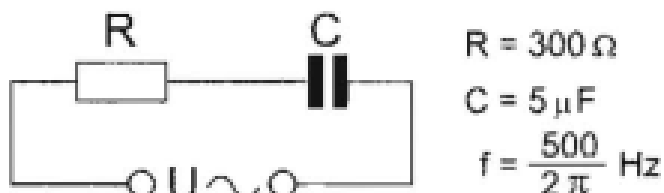
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.86 Uitwerking van Opgave 5-86

De impedantie van de schakeling is:



- A. 500Ω
- B. 300Ω
- C. 400Ω
- D. 700Ω

Uitwerking

Beide elementen staan in serie en hebben daarom de stroom gemeenschappelijk. De spanning over de condensator C loopt 90° achter op de stroom. Dan wordt de impedantie Z voor de relatie tussen de weerstand R , de reactantie X_C berekend volgens

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Gegeven is dat $R = 300 \Omega$. X_C moeten we berekenen uit de capaciteit van $5 \mu F$ en de frequentie van $500/2\pi$ Hz volgens

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{500 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} \Omega = \frac{10^6}{2500} \Omega = 400 \Omega$$

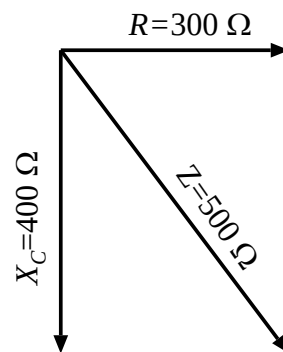
Deze uitkomst moet het Pythagoras-gevoel triggeren. Het bekende rijtje 3, 4, 5 duikt weer op. Wie dat in het hoofd heeft, schrijft bij de 300 en 400 Ω onmiddellijk zonder verder rekenen 500 Ω op. Antwoord A dus.

Wie het bijbehorende vectordiagram wil zien, vindt het rechts.



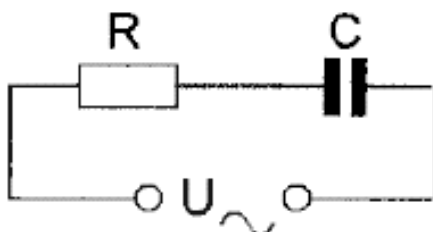
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.87 Uitwerking van Opgave 5-87

Gegeven: $R = 600 \, \Omega$; $C = 5 \, \mu\text{F}$; $2\pi f = 250$. De impedantie van de schakeling is



- A. $600 \, \Omega$
- B. $800 \, \Omega$
- C. $1000 \, \Omega$
- D. $1400 \, \Omega$

Uitwerking

Beide elementen staan in serie en hebben daarom de stroom gemeenschappelijk. De spanning over de condensator C loopt 90° achter op de stroom. Dan wordt de impedantie Z voor de relatie tussen de weerstand R , de reactantie X_C berekend volgens

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$R = 600 \, \Omega$. De reactantie X_C van C moeten we berekenen uit de capaciteit en de frequentie volgens

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{250 \cdot 5 \cdot 10^{-6}} \, \Omega = \frac{10^6}{1250} \, \Omega = 800 \, \Omega$$

Iets beter verstoopt dan in Opgave 5-86 zit hier weer het rijtje 3, 4, 5 van Pythagoras, maar nu vermenigvuldigd met 2 en 2 nullen erachter. Dat wordt dus 600, 800, 1000. $Z = 1000 \, \Omega$, antwoord C.

Opmerking

Bij de Uitwerking van Opgave 5-86 staat een vectordiagram. Vermenigvuldig alle waarden erin met 2 en het is van toepassing op deze uitwerking.



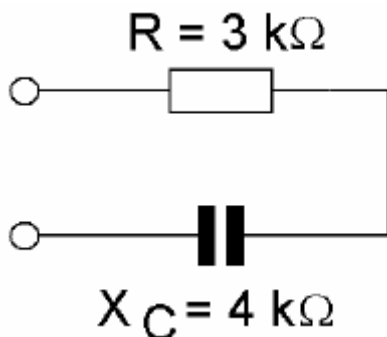
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.88 Uitwerking van Opgave 5-88

De impedantie tussen de aansluitpunten van de schakeling is:



- A. 1 kΩ
- B. 1,71 kΩ
- C. 5 kΩ
- D. 7 kΩ

Uitwerking

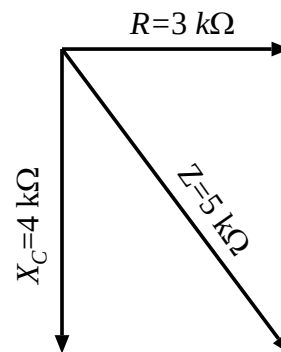
Een weerstand van 3 kΩ en een reactantie van 4 kΩ: dat moet een belletje laten rinkelen en wel het belletje van Pythagoras voor het rijtje 3, 4, 5, want $3^2 + 4^2 = 5^2$. Wie het paraat heeft, vult zonder mankeren 5 kΩ in, antwoord C.

Voor wie het nog een keer wil zien: hier is het vectordiagram.



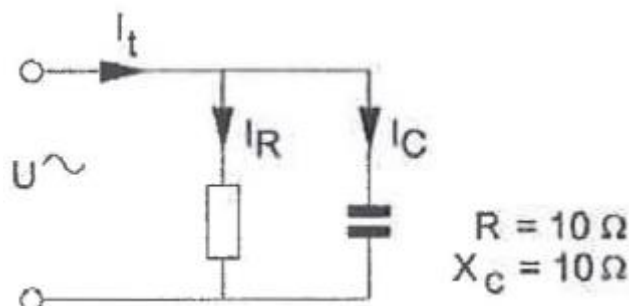
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.89 Uitwerking van Opgave 5-89

De stroom I_R ijlt:



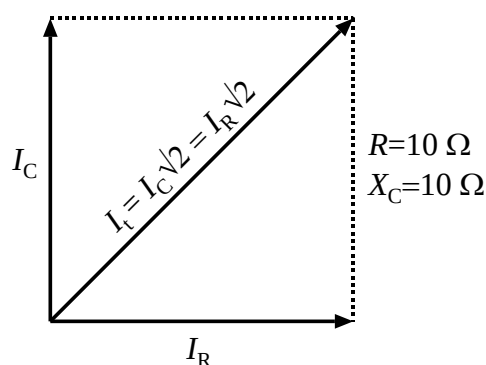
- A. 45 graden voor op I_C
- B. 45 graden na op I_t**
- C. 45 graden na op I_C
- D. 45 graden voor op I_t

Uitwerking

De weerstand en de condensator staan parallel. Dat wil zeggen dat over beide dezelfde spanning met dezelfde fase staat. De fase van de stromen I_R en I_C is daarom verschillend. De stroom I_t is niet de rekenkundige som, maar de vectorsom van I_R en I_C . Bij een weerstand zijn stroom en spanning in fase. De stroom I_R door de weerstand is dus in fase met de spanning U . De stroom I_C loopt 90 graden voor op U , want bij een condensator bouwt een stroom een spanning op, is de stroom oorzaak en spanning gevolg. Oorzaak komt vóór gevolg.

Weerstand en reactantie zijn even groot. Dat betekent een vectordiagram van twee even grote stromen die 90 graden verschillen (zie hiernaast).

De somvector is de diagonaal van een vierkant en maakt dus met zowel I_R als I_C een hoek van 45 graden. De draairichting is zoals bij alle vectordiagrammen tegen de wijzers van de klok in. De stroom I_R ijlt 45 graden na op I_t . Dat is antwoord B.



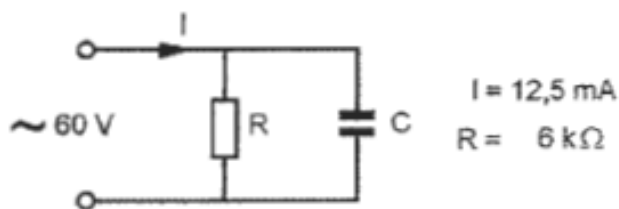
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.90 Uitwerking van Opgave 5-90

De stroom door de condensator is

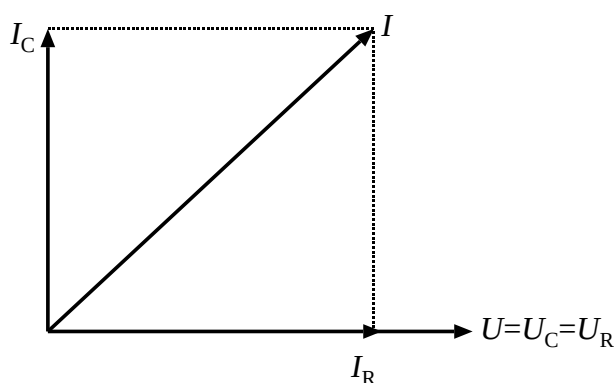


- A. 12,5 mA
- B. 10 mA
- C. 2,5 mA
- D. 7,5 mA

Uitwerking

De totale stroom I is de vectorsom van de stroom I_R door de weerstand en de stroom I_C door de condensator. De spanning over beide elementen is dezelfde (60 V wisselspanning). De stromen verschillen in elk geval in fase en waarschijnlijk ook in sterkte

De eenvoudigste rekenklus is het berekenen van I_R . Die volgt uit de 60 V die over de weerstand van $6 \text{ k}\Omega$ staat. $I_R = 60\text{V} / 6 \text{ k}\Omega = 10 \text{ mA}$. Maak nu niet de fout, te denken dat er 2,5 mA overblijft voor de condensator. Immers, die stroom ligt 90° in fase vóór op de spanning over C , die ook de spanning over R is. I_R loopt gelijk op met de spanning en I_C ligt daarom 90° voor op I_C . Dat wordt een vectordiagram. Hier komt het.



We weten dat $I = 12,5 \text{ mA}$ en $I_R = 10 \text{ mA}$.
Gevraagd: I_C . Daarvoor geldt

$$I_C = \sqrt{I^2 - I_R^2}$$

Het rijtje van Pythagoras 3, 4, 5 is er weer, maar in vermomming. I is 5 eenheden van 2,5 mA en I_R is 4 eenheden van 2,5 mA. Dan is I_C 3 eenheden van 2,5 mA is 7,5 mA. Antwoord D. Met wat

slimheid en inzicht gaat het zonder rekenmachine! En wie het niet zag, kan altijd nog op de rekenmachine vertrouwen. Controleer maar als je wilt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.91 Uitwerking van Opgave 5-91

Indien van een parallelkring de capaciteit 4 maal zo groot wordt, zal de resonantiefrequentie

- A. Tweemaal zo hoog worden
- B. Viermaal zo hoog worden
- C. Gereduceerd worden tot een kwart
- D. Gehalveerd worden**

Uitwerking

De resonantiefrequentie van een LC-kring wordt bepaald door de vergelijking

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Wordt C 4 maal zo groot, dan moet f worden gedeeld door $\sqrt{4}$, dus door 2. Delen door 2 is halveren, dus het antwoord is D.

Opmerking

In de opgave wordt gesproken over een parallelkring. De hier gegeven vergelijking is onveranderd van toepassing op zowel parallel- als seriekringen. De parallelkring is daarom overbodige informatie.



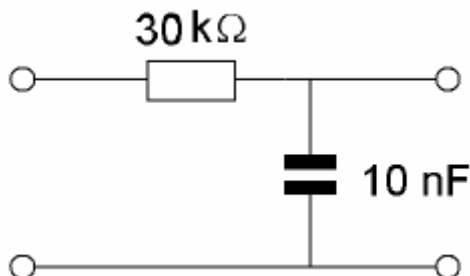
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.92 Uitwerking van Opgave 5-92

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer



- A. 50 Hz
- B. 300 Hz
- C. 500 Hz**
- D. 3300 Hz

Uitwerking

De kantelfrequentie f_k is de frequentie waarbij de frequentie door het filter met 3 dB wordt verzwakt. Deze frequentie wordt berekend volgens

$$f_k = \frac{1}{2\pi RC}$$

De tijdconstante RC op de kop en met 2π onder de deelstreep dus. Zonder die 2π komt er de kantel-hoekfrequentie (bijna geen mens die die term gebruikt) ω_k uit. Invullen:

$$f_k = \frac{1}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-8}} \text{ Hz} = \frac{1}{6\pi \cdot 10^{-4}} \text{ Hz} = \frac{10^4}{6\pi} \text{ Hz} \approx 530 \text{ Hz}$$

In de vraagstelling werd het woord “ongeveer” gebruikt, dus dan is antwoord C goed.

Opmerking

Bij de kantelfrequentie is de reactantie van C gelijk aan de weerstand R , dus $X_C = R$.



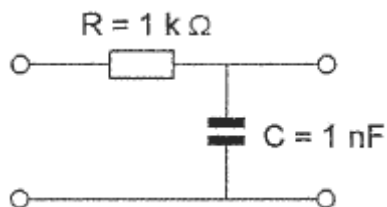
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.93 Uitwerking van Opgave 5-93

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer:



- A. 160 kHz
- B. 628 kHz
- C. 100 kHz
- D. 1 kHz

Uitwerking

De kantelfrequentie f_k wordt berekend volgens

$$f_k = \frac{1}{2\pi RC}$$

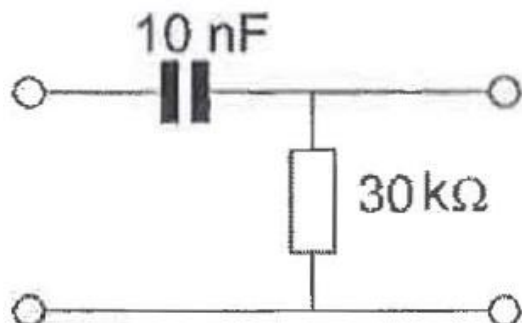
We werken met exponenten van 10, dat rekt gemakkelijker dan met uitgeschreven getallen. Invullen:

$$f_k = \frac{1}{2\pi \cdot 10^3 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} = \frac{10^6}{2\pi} \text{ Hz} \approx 160 \text{ kHz}$$

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

5.5.94 Uitwerking van Opgave 5-94

De kantelfrequentie van dit filter bedraagt ongeveer



- A. 2000 Hz
- B. 500 Hz**
- C. 200 Hz
- D. 50 Hz

Uitwerking

De kantelfrequentie f_k wordt berekend volgens

$$f_k = \frac{1}{2\pi RC}$$

R en C zijn bekend, dus dat wordt invullen. We werken met exponenten van 10, dat rekt gemakkelijker dan met uitgeschreven getallen.

$$f_k = \frac{1}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-8}} \text{ Hz} = \frac{10^4}{6\pi} \text{ Hz} \approx 530 \text{ Hz}$$

Omdat in de vraagstelling het woord “ongeveer” wordt gebruikt, komen we uit op antwoord B, 500 Hz.



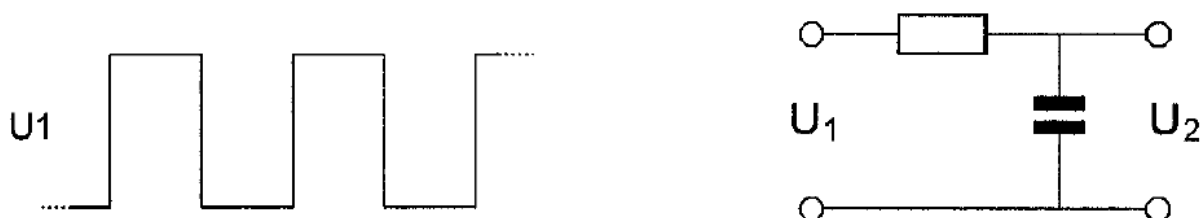
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

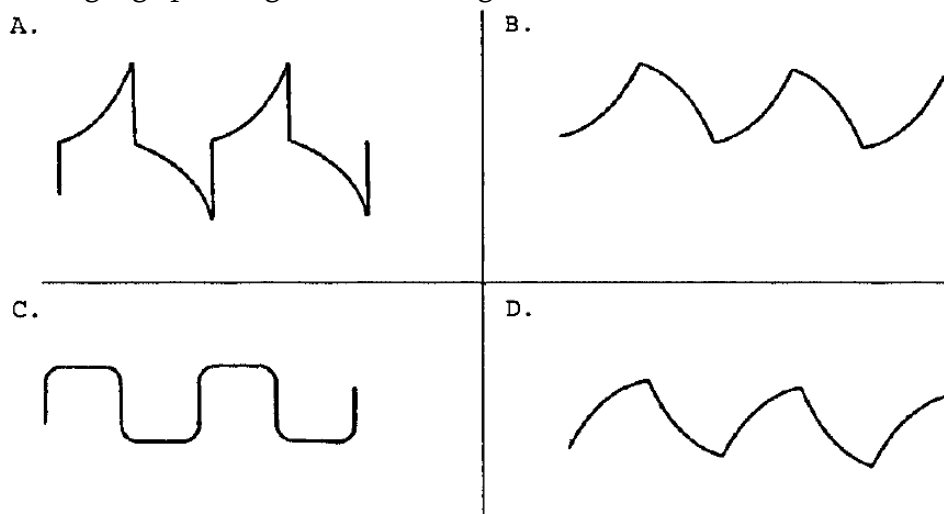


5.5.95 Uitwerking van Opgave 5-95

Op de schakeling wordt een blokvormige spanning U_1 aangesloten.



De uitgangsspanning U_2 wordt voorgesteld door:



- A. Figuur A
- B. Figuur B
- C. Figuur C
- D. Figuur D

Uitwerking

Vraag je eerst af wat er gebeurt als een condensator via een weerstand vanaf een vaste spanning wordt opgeladen. Naarmate de lading Q van de condensator C toeneemt, neemt de spanning U_2 over de condensator ook toe, want $Q=UC$. Daardoor wordt de spanning over de weerstand kleiner, neemt de laadstroom af en stijgt de spanning over de condensator langzamer. Anders gezegd: de spanningsgrafiek wordt steeds vlakker.

Zodra de blokspanning wegvalt of omkeert, is de spanning over de weerstand plotseling weer groot en daalt de spanning over de condensator snel. Door die daling wordt de spanning over de weerstand weer kleiner en verloopt de spanningsdaling op de condensator steeds langzamer. Bij het volgende blok herhaalt zich het spelletje.

De enige figuur die daaraan voldoet, is Figuur D. Dus ook antwoord D.



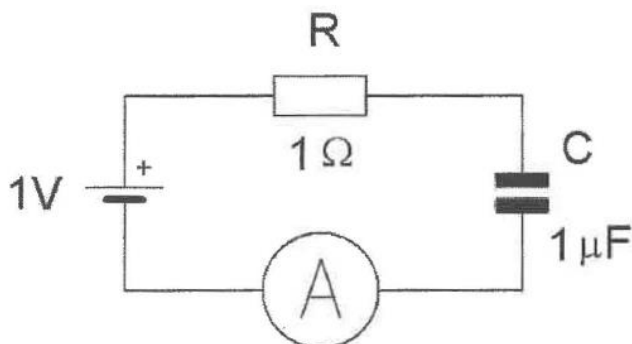
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.96 Uitwerking van Opgave 5-96

De condensator van $1\ \mu\text{F}$ wordt vervangen door een condensator van $2\ \mu\text{F}$.



De stroom die de meter dan uiteindelijk aanwijst, heeft een waarde van

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

Uitwerking

Let op het woordje “uiteindelijk” in de vraag. Als je in een met gelijkstroom gevoede schakeling zoals deze een condensator plaatst, zal er even stroom zijn die de condensator oplaadt, maar **uiteindelijk** wordt die stroom 0, ongeacht de grootte van de condensator of de weerstand. Bij deze opgave wordt vooral verwarring gezaaid bij examenkandidaten die niet te vast in hun schoenen staan, of in elk geval zal dat de bedoeling zijn. Voor wie redelijk goed in de examenstof zit, is dit natuurlijk een cadeautje. Vanzelfsprekend is antwoord A goed.

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

5.5.97 Uitwerking van Opgave 5-97

De zelfinductie van een spoel is hoofdzakelijk afhankelijk van

- A. De diameter van de draad
- B. Het isolatiemateriaal van de draad
- C. De diameter van de spoel**
- D. De resonantiefrequentie

Uitwerking

De vergelijking van de zelfinductie L van een spoel met één wikkellaag (hoofdstuk 4) is afhankelijk van de doorsnee A , het aantal windingen n , de lengte l , de magnetische permeabiliteit μ_0 van vacuüm en de relatieve permeabiliteit μ_r van het materiaal waarin de spoel zich bevindt (vaak lucht) en luidt

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A}{l}$$

We zien in de vergelijking geen van de antwoorden terug, maar in de doorsnee A zit wel het kwadraat van de diameter verwerkt. Dat wordt dus antwoord C.

Opmerkingen

Eigenlijk zou je een opgave als deze bij hoofdstuk 4 verwachten. Omdat in de antwoorden de resonantiefrequentie staat die pas in hoofdstuk 5 aan bod komt, staat de opgave bij de examenopgaven voor hoofdstuk 5.

Eigenlijk verwacht je in de vergelijking ook de permeabiliteit van het eventuele kernmateriaal. Omdat bij rechte spoelen met een permeabele kern een deel van het veld zich in lucht bevindt, is het verhaal rond μ_r in werkelijkheid ingewikkelder dan het hier wordt gepresenteerd, maar examenstof is dat niet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.98 Uitwerking van Opgave 5-98

De zelfinductie van een spoel is hoofdzakelijk afhankelijk van

- A. De resonantiefrequentie
- B. Het kernmateriaal**
- C. De diameter van de draad
- D. De frequentie

Uitwerking

De zelfinductie van een spoel is niet afhankelijk van frequentie. Daarmee vervallen de antwoorden A en D. De zelfinductie L is vrijwel onafhankelijk van de diameter van de draad. Vrijwel, omdat de draaddiameter een kleine invloed heeft op de doorsnede A van een wikkeling. Maar het kernmateriaal heeft een flinke invloed op de zelfinductie, wat blijkt uit de vergelijking voor de zelfinductie

$$L = \frac{\mu_0 \mu_r n^2 A}{l}$$

Daarin staat μ_r , de magnetische permeabiliteit van het materiaal waarin het magnetisch veld zich bevindt. Bij een spoel met kern is dat helemaal of deels in die kern. Bij een rechte kern is dat deels, bij een ringvormige kern nagenoeg helemaal. Hoe dan ook, het is antwoord B.

Opmerking

Je zou deze opgave misschien eerder bij hoofdstuk 4 verwachten, maar daarin zijn frequentie en resonantiefrequentie nog niet behandeld.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.99 Uitwerking van Opgave 5-99

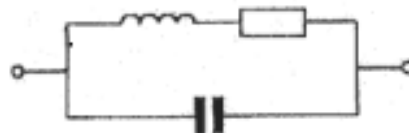
Een niet-ideale luchtspoel gedraagt zich voor frequenties die zeer veel hoger zijn dan waarvoor hij is bedoeld, voornamelijk als een

- A. Condensator
- B. Weerstand
- C. Spoel met lage Q -factor
- D. Spoel en condensator in serie

Uitwerking

Eerst een beetje extra theorie.

De figuur geeft de vervangingsschakeling van een niet-ideale spoel weer. Elk deel van de draad heeft zijn mini-weerstand. Die mini-weerstandjes staan allemaal in serie en kunnen worden getekend als één enkele weerstand in serie met de spoel.



Hetzelfde geldt voor de capaciteit. Al die mini-capaciteitjes staan parallel aan de spoel en je kunt de totale capaciteit tekenen als één enkele parallelcapaciteit.

Bij hoge frequenties komt daar nog wat bij: het *skin-effect*, in goed Nederlands *huideffect*. Naarmate de frequentie hoger wordt, wordt in een draad de stroom meer naar de draadoppervlakte gedrongen, waardoor effectief de Ohmse weerstand toeneemt. Bij de behandeling van antennes gaan we daar nader op in.

Nu de opgave.

Bij toenemende frequentie wordt de reactantie van de capaciteit lager en die van de spoel hoger. Daar komt voor de weerstand nog het huideffect bij. Voor frequenties die veel hoger zijn dan waarvoor de spoel is bedoeld, wordt de impedantie van spoel en weerstand veel hoger dan de reactantie van de capaciteit. Gevolg: de spoel gaat bij sterk toenemende frequentie, ruim boven de frequentie waarvoor hij is ontworpen, steeds meer op een condensator lijken. Raar maar waar. Dat betekent antwoord A.



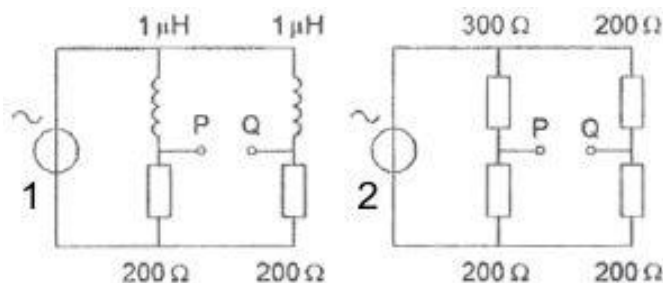
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.100 Uitwerking van Opgave 5-100

Bij welke schakeling is de spanning tussen de punten P en Q nul?



- A. Zowel bij 1 als 2
- B. Uitsluitend bij 2
- C. Bij geen van beide
- D. Uitsluitend bij 1

Uitwerking

Wil in een brugschakeling als deze de spanning tussen de knooppunten in de linker- en rechtertak 0 zijn, dan moet de verhouding van reactanties en/of weerstanden in beide takken gelijk zijn.

Dat is het geval in schakeling 1. Die bevat 2 maal $1 \mu\text{H}$ met 200Ω in serie. Ze zijn niet alleen evenredig, maar zelfs gelijk aan elkaar.

In schakeling 2 is dat niet zo, want de linkertak is 300Ω in serie met 200Ω en de rechtertak is 200Ω in serie met nog eens 200Ω .

Conclusie: antwoord D is goed.



Terug naar de opgave

Meer opgaven in deel C