



Inhoudsopgave

5	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk N-5	5-5
5.1	Waarvoor 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	Wisselstroom: golfvorm, amplitude, periode, frequentie en fase.	5-6
5.3.2	Wisselstroom: de effectieve waarde	5-8
5.3.3	Harmonischen.....	5-9
5.3.4	Reactantie en impedantie.....	5-9
5.3.5	Frequentiefilters	5-10
5.4	Opgaven	5-15
5.4.1	Opgave 5-1	5-16
5.4.2	Opgave 5-2	5-17
5.4.3	Opgave 5-3	5-18
5.4.4	Opgave 5-4	5-19
5.4.5	Opgave 5-5	5-20
5.4.6	Opgave 5-6	5-21
5.4.7	Opgave 5-7	5-22
5.4.8	Opgave 5-8	5-23
5.4.9	Opgave 5-9	5-24
5.4.10	Opgave 5-10	5-25
5.4.11	Opgave 5-11	5-26
5.4.12	Opgave 5-12	5-27
5.4.13	Opgave 5-13	5-28
5.4.14	Opgave 5-14	5-29
5.4.15	Opgave 5-15	5-30
5.4.16	Opgave 5-16	5-31
5.4.17	Opgave 5-17	5-32
5.4.18	Opgave 5-18	5-33
5.4.19	Opgave 5-19	5-34



5.4.20	Opgave 5-20	5-35
5.4.21	Opgave 5-21	5-36
5.4.22	Opgave 5-22	5-37
5.4.23	Opgave 5-23	5-38
5.4.24	Opgave 5-24	5-39
5.4.25	Opgave 5-25	5-40
5.4.26	Opgave 5-26	5-41
5.4.27	Opgave 5-27	5-42
5.4.28	Opgave 5-28	5-43
5.4.29	Opgave 5-29	5-44
5.4.30	Opgave 5-30	5-45
5.4.31	Opgave 5-31	5-46
5.4.32	Opgave 5-32	5-47
5.4.33	Opgave 5-33	5-48
5.4.34	Opgave 5-34	5-49
5.4.35	Opgave 5-35	5-50
5.4.36	Opgave 5-36	5-51
5.4.37	Opgave 5-37	5-52
5.4.38	Opgave 5-38	5-53
5.4.39	Opgave 5-39	5-54
5.4.40	Opgave 5-40	5-55
5.4.41	Opgave 5-41	5-56
5.4.42	Opgave 5-42	5-57
5.4.43	Opgave 5-43	5-58
5.4.44	Opgave 5-44	5-59
5.4.45	Opgave 5-45	5-60
5.4.46	Opgave 5-46	5-61
5.4.47	Opgave 5-47	5-62
5.4.48	Opgave 5-48	5-63
5.5	Uitwerkingen	5-64
5.5.1	Uitwerking van Opgave 5-1	5-65



5.5.2	Uitwerking van Opgave 5-2.....	5-66
5.5.3	Uitwerking van Opgave 5-3.....	5-67
5.5.4	Uitwerking van Opgave 5-4.....	5-68
5.5.5	Uitwerking van Opgave 5-5.....	5-69
5.5.6	Uitwerking van Opgave 5-6.....	5-70
5.5.7	Uitwerking van Opgave 5-7.....	5-71
5.5.8	Uitwerking van Opgave 5-8.....	5-72
5.5.9	Uitwerking van Opgave 5-9.....	5-73
5.5.10	Uitwerking van Opgave 5-10.....	5-74
5.5.11	Uitwerking van Opgave 5-11.....	5-75
5.5.12	Uitwerking van Opgave 5-12.....	5-76
5.5.13	Uitwerking van Opgave 5-13.....	5-77
5.5.14	Uitwerking van Opgave 5-14.....	5-78
5.5.15	Uitwerking van Opgave 5-15.....	5-79
5.5.16	Uitwerking van Opgave 5-16.....	5-80
5.5.17	Uitwerking van Opgave 5-17.....	5-81
5.5.18	Uitwerking van Opgave 5-18.....	5-82
5.5.19	Uitwerking van Opgave 5-19.....	5-83
5.5.20	Uitwerking van Opgave 5-20.....	5-84
5.5.21	Uitwerking van Opgave 5-21.....	5-85
5.5.22	Uitwerking van Opgave 5-22.....	5-86
5.5.23	Uitwerking van Opgave 5-23.....	5-87
5.5.24	Uitwerking van Opgave 5-24.....	5-88
5.5.25	Uitwerking van Opgave 5-25.....	5-89
5.5.26	Uitwerking van Opgave 5-26.....	5-90
5.5.27	Uitwerking van Opgave 5-27.....	5-91
5.5.28	Uitwerking van Opgave 5-28.....	5-92
5.5.29	Uitwerking van Opgave 5-29.....	5-93
5.5.30	Uitwerking van Opgave 5-30.....	5-94
5.5.31	Uitwerking van Opgave 5-31.....	5-95
5.5.32	Uitwerking van Opgave 5-32.....	5-96



5.5.33	Uitwerking van Opgave 5-33.....	5-97
5.5.34	Uitwerking van Opgave 5-34.....	5-98
5.5.35	Uitwerking van Opgave 5-35.....	5-99
5.5.36	Uitwerking van Opgave 5-36.....	5-100
5.5.37	Uitwerking van Opgave 5-37.....	5-101
5.5.38	Uitwerking van Opgave 5-38.....	5-102
5.5.39	Uitwerking van Opgave 5-39.....	5-103
5.5.40	Uitwerking van Opgave 5-40.....	5-104
5.5.41	Uitwerking van Opgave 5-41.....	5-105
5.5.42	Uitwerking van Opgave 5-42.....	5-106
5.5.43	Uitwerking van Opgave 5-43.....	5-107
5.5.44	Uitwerking van Opgave 5-44.....	5-108
5.5.45	Uitwerking van Opgave 5-45.....	5-109
5.5.46	Uitwerking van Opgave 5-46.....	5-110
5.5.47	Uitwerking van Opgave 5-47.....	5-111
5.5.48	Uitwerking van Opgave 5-48.....	5-112

5 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk N-5

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 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

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

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, in voldoende mate nieuwe examenopgaven te produceren. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; mogelijk wel een langzame veroudering.

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


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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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

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

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

 Terug naar de opgave

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

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe.

5.2 Enkele opmerkingen

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld na 10 jaar of nog meer, 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 veel voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

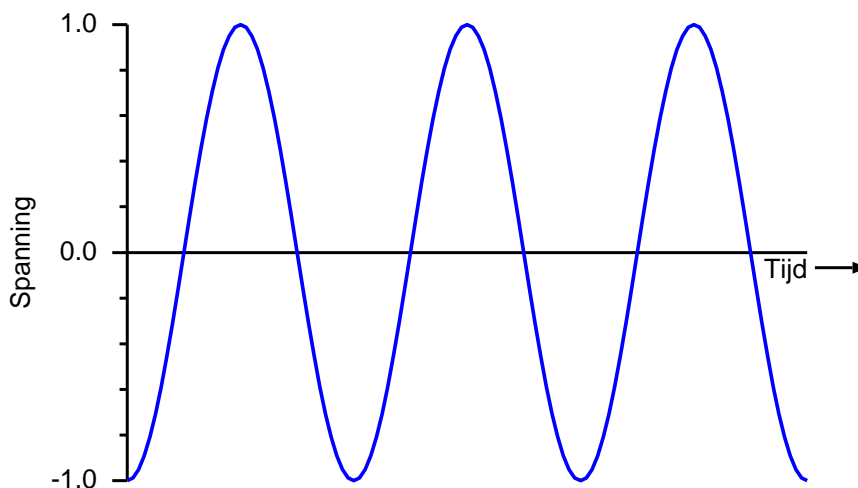
Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is in alle hoofdstukken met een bijbehorende bundel met examenvraagstukken in deze cursus een overzicht van vergelijkingen (“formules”) en begrippen met sterk samengevatte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

5.3 Formularium

5.3.1 Wisselstroom: golfvorm, amplitude, periode, frequentie en fase.

Wisselspanning is een spanning die periodiek van polariteit wisselt: van plus naar min en van min naar plus. Wisselstroom wisselt periodiek van richting.

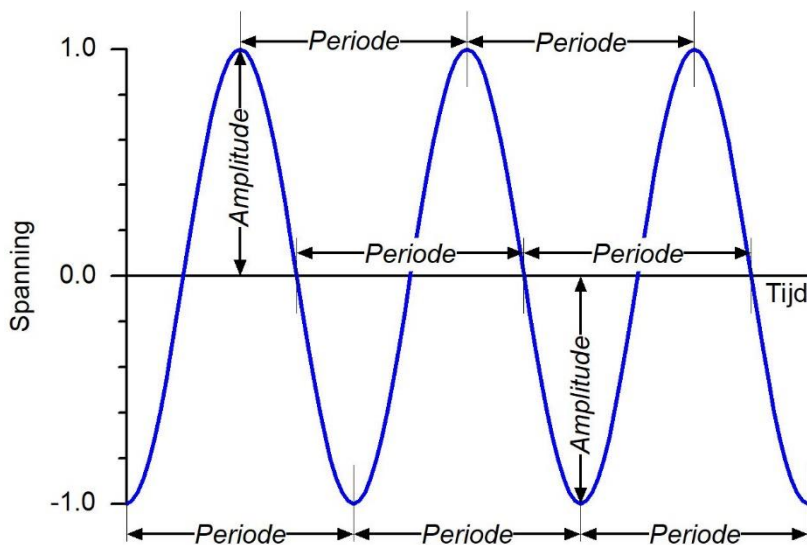
In deze opgavenbundel gaat het voornamelijk over zogenoemde sinusvormige spanningen en stromen aan de orde. De grafiek hieronder laat de vorm zien.



Een sinusvormige wisselspanning of -stroom verandert voortdurend van waarde. Er zijn ook spanningen en stromen die, althans in theorie, maar 2 waarden kennen, waartussen wordt gewisseld. Die komen in deze bundel examenopgaven vrijwel niet aan de orde.

Hieronder zijn in een sinusgrafiek twee begrippen gezet:

- **De periode** is de tijd, waarna de grafiek weer dezelfde waarde en richting heeft. Binnen een periode heeft de grafiek een positief en een negatief deel. De tijdsduur van één periode wordt aangegeven met het symbool T (hoofdletter). Let op: de kleine letter t staat voor tijd in het algemeen.
- **De amplitude** is de hoogte van het maximum boven de nullijn of de diepte van het minimum eronder. Symbool is meestal A . Een beginnersfout is, het verschil tussen hoogste en laagste punt op de grafiek te nemen. In werkelijkheid is het de helft!



De **frequentie** f , het aantal perioden per seconde, is het omgekeerde van T :

$$f = \frac{1}{T}$$

En T is het omgekeerde van f :

$$T = \frac{1}{f}$$

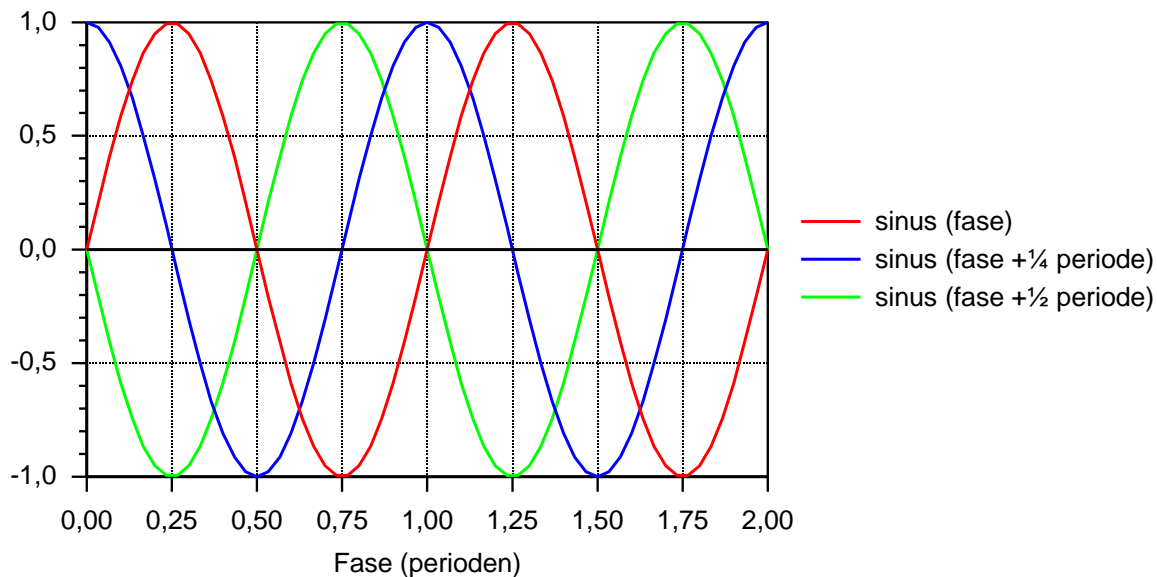
De spanning verandert per periode 2x van polariteit en de stroom 2x per periode van richting.

De **eenheid van frequentie is de hertz**, afgekort Hz. 1000 Hz betekent 1000 perioden per seconde. 1000 Hz is hetzelfde als 1 kHz en 1 MHz is 1000 kHz = $1000 * 1000 \text{ Hz} = 1\,000\,000 \text{ Hz}$.

Omdat de waarde van een wisselspanning of -stroom varieert, kennen we ook het begrip **momentele waarde**. Dat is de waarde die de spanning of stroom op een zeker tijdstip heeft.

Zet een stip ergens op de kromme lijn van een stroom- of spanningsgrafiek en je hebt een momentele waarde te pakken.

Tot slot kennen we het begrip **fase**. Dat is het deel van een periode dat sinds het begin ervan is gerealiseerd. Vaak wordt fase uitgedrukt in graden (de graden van een hoek). Eén periode is 360° . Een halve periode is 180° , een kwart 90° , enz. Wij zullen meestal de periode gebruiken. Belangrijker dan fase is faseverschil tussen twee wisselspanningen of -stromen. De figuur hieronder laat er iets van zien in de vorm van drie sinussen met gelijke frequentie en amplitude, maar met ongelijke fase.



De rode grafiek is een sinuskrumme die op 0 begint met een opgaande lijn en na een volle periode weer met een opgaande lijn op dezelfde waarde uitkomt.

De blauwe grafiek loopt een kwart periode voor op de rode en een kwart periode achter achter op de groene.

De groene grafiek verschilt een halve periode in fase met de rode. Als rood en groen even grote stromen zijn die door dezelfde schakeling lopen, heffen ze elkaar op. Als het gelijke spanningen over dezelfde schakeling zijn, geldt hetzelfde. Daarom wordt bij een faseverschil van een halve periode ook wel gezegd dat beide sinussen *in tegenfase* zijn.

5.3.2 Wisselstroom: de effectieve waarde

Een wisselspanning of -stroom heeft behalve een amplitude A ook een *effectieve waarde*. Die is lager dan de amplitude. Dat komt doordat tussen de tijdstippen van maximum en minimum de momentele waarde ergens tussen die twee in ligt. Voor spanning geldt:

$$U_{eff} = \frac{A}{\sqrt{2}} \approx 0,7A$$

Let op: A staat hier niet voor ampère. Ampère is een eenheid en is het symbool rechttop gedrukt.

De vergelijking voor wisselstroom is niet anders dan die voor spanning:

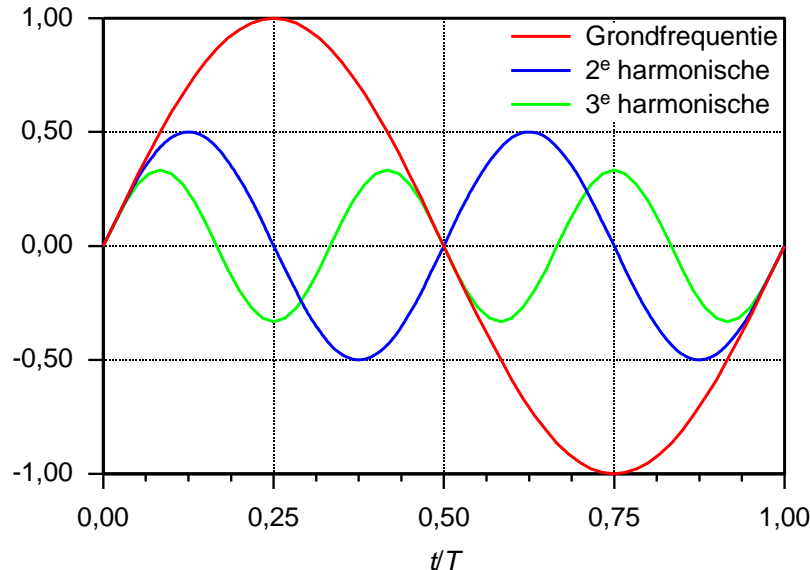
$$I_{eff} = \frac{A}{\sqrt{2}} \approx 0.7A$$

Verander U in I en druk de amplitude A uit in ampère in plaats van in volt en je hebt de vergelijking voor wisselstroom:

5.3.3 Harmonischen

Elke wisselspanning of -stroom die niet sinusvormig is, is te schrijven als een optelling van sinussen, waarvan de frequentie een geheel veelvoud is van de oorspronkelijke frequentie die ook wel *grondfrequentie* wordt genoemd. Zulke sinussen heten *harmonischen*. De dubbele frequentie heet *tweede harmonische*, de drievoudige de *derde harmonische*, enz. De sinus met dezelfde frequentie als de grondfrequentie heet ook wel *eerste harmonische*.

De amplitudes van de verschillende harmonischen hangen af van de oorspronkelijke golfvorm. De grafiek hieronder geeft een idee. Zoals gezegd kunnen de verhoudingen van de amplitudes onderling alle waarden aannemen. Denk dus niet dat het er altijd exact op deze manier uitziet.



Je kunt ook nog eens kijken naar het filmpje dat het samenstellen van een blokgolf uit harmonischen weergeeft. Klik daarvoor [hier](#).

5.3.4 Reactantie en impedantie

Spoulen en condensatoren hebben een wisselstroomweerstand. Bij gelijkstroom is de weerstand van een condensator in theorie oneindig en die van een spoel in theorie 0.



Bij toenemende frequentie neemt de wisselstroomweerstand van een spoel toe en die van een condensator af. Gaat het alleen om een condensator of spoel, dan heet de wisselstroomweerstand *reactantie*, met symbool X . Gaat het om een combinatie van één of beide met een weerstand, dan spreken we over *impedantie*, symbool Z .

De reactantie X_L van een spoel wordt berekend uit de zelfinductie L en frequentie f volgens

$$X_L = 2\pi fL$$

De reactantie X_C van een spoel wordt berekend uit de capaciteit C en de frequentie f volgens:

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

In condensatoren en spoelen lopen stroom en spanning niet gelijk op. Dat laatste is van belang in schakelingen met spoelen en/of condensatoren, al dan niet in combinatie met weerstanden. Belangrijke basiskennis is:

- In een weerstand is er geen faseverschil tussen stroom en spanning;
- In een spoel loopt de spanning een kwart periode vóór op de stroom.
- In een condensator loopt de spanning een kwart periode achter op de stroom;

Daar zijn ezelsbruggetjes voor. De gemakkelijkste is het woordje LUI: bij L (spoel) komt U vóór I. Bij een condensator is het andersom: I komt vóór U.

Je kunt het ook beredeneren. De stroom door een spoel komt pas op gang als er een spanning overheen staat. De spanning moet er eerst zijn, voordat de stroom ontstaat.

De spanning over een condensator ontstaat pas als er een stroom is om de condensator op te laden. De stroom moet er eerst zijn, voordat de spanning ontstaat.

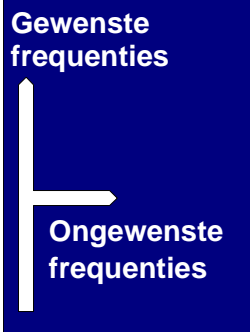
5.3.5 Frequentiefilters

Een frequentiefilter dient om gewenste frequenties door te laten en ongewenste te onderdrukken. Daarbij wordt gebruik gemaakt van

- **Condensatoren.** Ze geleiden een wisselstroom beter, naarmate de frequentie hoger is;
- **Spoelen.** Ze geleiden een wisselstroom beter, naarmate de frequentie lager is;
- **Weerstanden.** Hun geleiding hangt niet af van de frequentie.

Eigenlijk gaat alles steeds op ongeveer dezelfde manier, De gewenste frequenties worden zo goed mogelijk doorgelaten en de ongewenste worden zo goed mogelijk op een zijspoor gezet. Het is zoiets als een richtingbord op de weg, zoals getekend in het volgende plaatje.

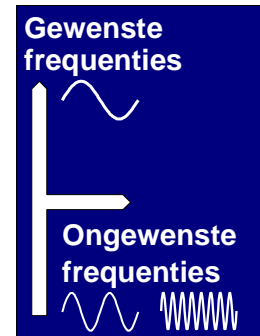
Gewenste frequenties rechtdoor, ongewenste frequenties de dwarsweg op. Voor alle duidelijkheid: dit is een bedenksel van de schrijver en geen officieel schemasymbool.



De gewenste frequenties kunnen bijvoorbeeld de lagere frequenties zijn. De frequenties onder een zekere grens worden recht door gestuurd en de andere naar de zijweg, waarna ze doorgaans verdwijnen naar aarde of massa. Verwacht overigens niet dat signaalfrequenties altijd heel gehoorzaam zijn. Niet alles dat ongewenst is, neemt de afslag en niet alles dat wel gewenst is, gaat 'recht door'. Hoe groot het 'gehoorzame' deel is, hangt vooral af van de opbouw van het filter.

Het bord rechts geeft een laagdoorlaatfilter aan. De hogere frequenties worden onderdrukt, zoals dat heet. In de praktijk betekent dit, dat ze worden verzwakt.

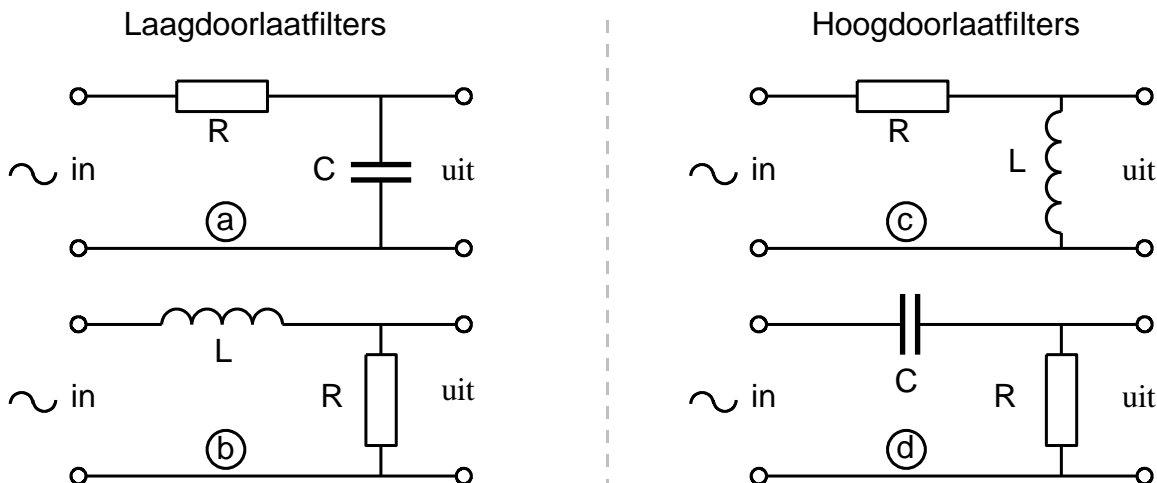
In een frequentiefilter kan men de afslaande weg gemakkelijker maken voor ongewenste frequenties of de doorgaande weg bemoeilijken. Beide tegelijk kan ook.



Filters kunnen zijn

- **Hoogdoorlaatfilter (HDF):** laat frequenties hoger dan een ingestelde frequentie door en onderdrukt lagere
- **Laagdoorlaatfilter (LDF):** laat frequenties lager dan een ingestelde frequentie door en onderdrukt hogere
- **Banddoorlaatfilter (BDF):** laat een smallere of bredere frequentieband door en onderdrukt frequenties die daarbuiten vallen.
- **Bandsperfilter (BSF):** Laat alle frequenties door op een smallere of bredere frequentieband na die wordt onderdrukt.

Hieronder zien we schema's van enkele eenvoudige laag- en hoogdoorlaatfilters, overgenomen uit de cursustekst. Ze bestaan uit een combinatie van spoel of condensator en een weerstand en zijn niet heel effectief, maar in sommige toepassingen voldoende.



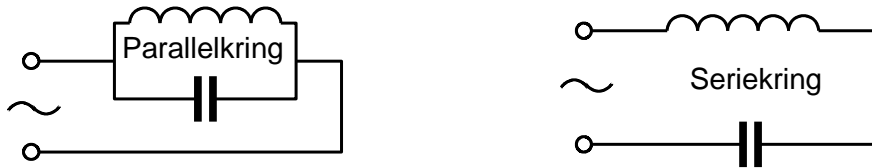
In **filter a** is het zijpad de condensator. Hoe hoger de frequentie, des te gemakkelijker wordt deze via dit element afgevoerd. De ongewenste frequenties zijn de hogere frequenties en de gewenste zijn de lagere: een **laagdoorlaatfilter**.

In **filter b** zit een spoel in de doorgaande route. De doorgang wordt daardoor moeilijker naarmate de frequentie hoger is. De ongewenste frequenties zijn dan ook de hogere frequenties en de gewenste zijn de lagere: een **laagdoorlaatfilter**.

In **filter c** bevat het zijpad een spoel. Hoe lager de frequentie, des te gemakkelijker wordt deze via dit element afgevoerd. De ongewenste frequenties zijn de lagere frequenties en de gewenste zijn de hogere: een **hoogdoorlaatfilter**.

In **filter d** zit een condensator in de doorgaande route. Die wordt daardoor moeilijker naarmate de frequentie lager is. De ongewenste frequenties zijn daarom de lagere frequenties en de gewenste zijn de hogere: een **hoogdoorlaatfilter**.

In bandfilters zitten een spoel en een condensator. Die vormen een afgestemde kring. Er zijn twee mogelijkheden. Dat zijn de parallelkring en de seriekring (plaatje hieronder).



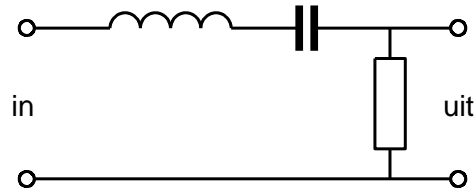
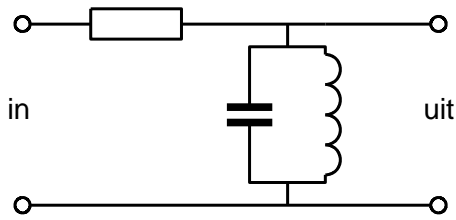
Bij de resonantiefrequentie f_{res} zijn de reactanties van spoel en condensator gelijk. De resonantiefrequentie wordt voor beide soorten kringen berekend uit de zelfinductie L van de spoel en de capaciteit C van de condensator via de vergelijking van Thompson:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

We kunnen nu beredeneren wat er dan gebeurt. In de parallelkring zijn bij f_{res} de spanningen dezelfde. De stroom door C loopt een kwart periode voor op de spanning en de stroom door L een kwart periode achterop. Onderling verschillen ze dus een halve periode. Bij resonantie zijn hun amplitudes gelijk: ze heffen elkaar bij resonantie precies op. Van buiten lijkt het of er geen stroom is en de kring doet zich op de resonantiefrequentie voor als een isolator, of als je wilt, een hoge weerstand.

Bij de seriekring gebeurt iets vergelijkbaars, maar daar is de stroom door beide elementen gelijk en zijn de spanningen over beide elementen in tegenfase. De seriekring doet zich daardoor op de resonantiefrequentie voor als een goede geleider of als je wilt, een lage weerstand.

Met zulke kringen kun je bandsper- en banddoorlaatfilters maken. We beginnen met banddoorlaatfilters in de figuur hieronder met twee schema's.

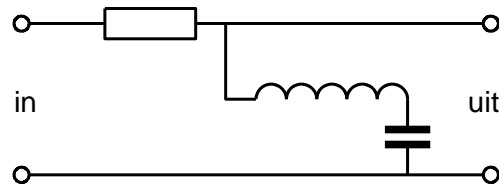
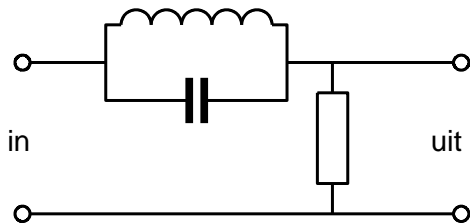


Links zien we een banddoorlaatfilter dat bestaat uit een weerstand en een parallelkring. De parallelkring laat een frequentieband niet door, waardoor die band de 'route rechtdoor' zal kiezen. Naarmate het verschil met de resonantiefrequentie groter wordt, zullen frequenties gemakkelijker het 'zijpad' kiezen.

De kring in het rechterfilter is een seriekring die op het resonantiepoint nauwelijks een belemmering vormt, maar naarmate het verschil met de resonantiefrequentie groter wordt, een grotere barrière vormt.

Hier leiden dus twee kringen met bij resonantie respectievelijk een hoge en een lage impedantie tot een filter met vergelijkbaar resultaat. Het verschil is hun positie in het filter.

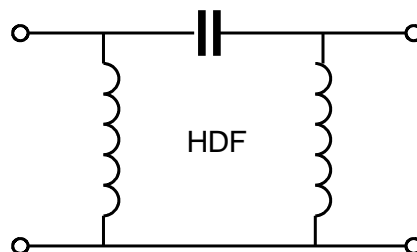
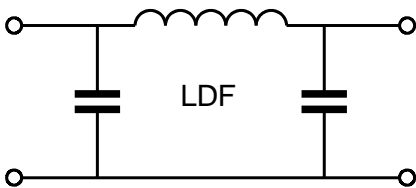
Zo kun je ook bandstopfilters maken, dat zijn filters die een frequentieband(je) goed doorlaten en de rest onderdrukken. In de twee schema's zien we hoe dat kan gaan.



De parallelkring links onderdrukt samen met de weerstand een frequentieband, Naarmate het verschil met de resonantiefrequentie groter wordt, wordt er minder onderdrukt.

In het rechter filter met de seriekring worden frequenties gemakkelijker afgevoerd, naarmate ze dicht bij de resonantiefrequentie liggen. Een seriekring met die functie wordt ook wel heel beeldend 'zuigkring' genoemd.

Dan ter afsluiting nog een hoog- en een laagdoorlaatfilter zonder weerstanden:

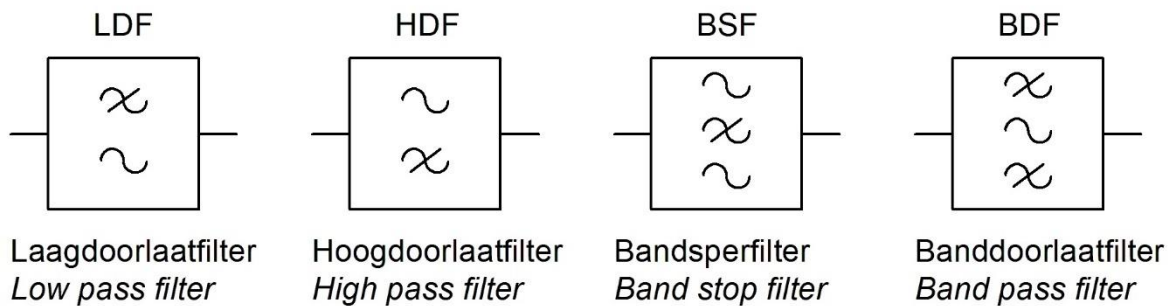


Links een laagdoorlaatfilter (LDF): de twee condensatoren voeren de hoge frequenties af en de barrièrewerking van de spoel wordt minder naarmate de frequentie lager is. Zo'n

filter wordt aangeduid met de term 'pi-filter', naar de gelijkenis met de Griekse letter pi (π) uitgesproken als onze letter p . Het rechter filter werkt omgekeerd en het is dan ook een hoogdoorlaatfilter (HDF). Zulke filters zijn effectiever dan filters met weerstanden. Die laatste worden vooral gebruikt in schakelingen voor lage frequenties, bijvoorbeeld audio, waarbij de versterkte bandbreedtes in vergelijking met de frequenties groot zijn.

Dan nog de schemasymbolen bij de besproken filters. De standaardsymbolen kwam je op het examen tot midden 2020 niet tegen. Over de situatie daarna hebben we geen goede informatie. We herhalen daarom de tabel met de symbolen uit de cursustekst.

Standaardsymbolen



Alternatieve symbolen





5.4 Opgaven



5.4.1 Opgave 5-1

Onder de frequentie van een wisselspanning wordt verstaan:

- A. het aantal perioden per seconde
- B. het aantal nuldoorgangen per seconde
- C. de tijdsduur van één periode

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019.




5.4.2 Opgave 5-2

In Nederland is de frequentie van het lichtnet:

(Opgaven met deze zin bestaan ook: De frequentie van het elektriciteitsnet in Nederland bedraagt:)

- A. 100 Hz
- B. 50 Hz
- C. 230 Hz

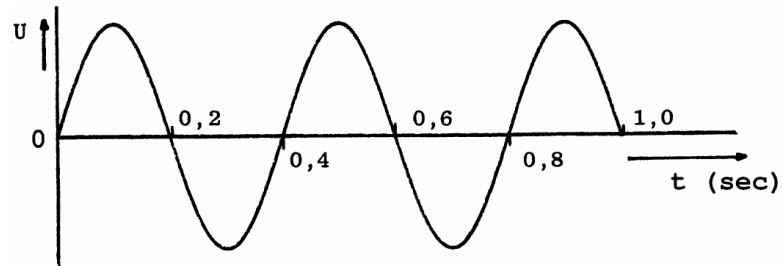

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 16 mei 2018.

5.4.3 Opgave 5-3

De frequentie is:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Tussen 2000 en midden 2020 1 keer gevraagd op het najaarsexamen 2006.



5.4.4 Opgave 5-4

Een wisselstroom heeft een frequentie van 3500 kHz. Het aantal malen dat de stroom per seconde van richting verandert bedraagt:

- A. 1.750.000
- B. 7.000.000
- C. 3.500.000

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst november 2012.



5.4.5 Opgave 5-5

Van een wisselstroom wijzigt de stroomrichting 3.500.000 maal per seconde van richting.
De frequentie bedraagt:

- A. 7000 kHz
- B. 1750 kHz
- C. 3500 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst november 2016.



5.4.6 Opgave 5-6

Een wisselspanning heeft een frequentie van 50 Hz. De momentele waarde is per seconde:

- A. 25x positief en 25x negatief
- B. 50x positief en 50x negatief
- C. 100x positief en 100x negatief

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.



5.4.7 Opgave 5-7

Een sinusvormig signaal gaat per seconde 20 keer door het nulpunt. De frequentie van dit signaal is:

- A. 10 Hz
- B. 20 Hz
- C. 40 Hz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015.



5.4.8 Opgave 5-8

Eén megahertz is gelijk aan:

- A. 1000 kHz
- B. 10 kHz
- C. 0,1 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Tussen 2000 en midden 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen 2003.



5.4.9 Opgave 5-9

Een harmonische van 145 MHz is:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst november 2018.



5.4.10 Opgave 5-10

De derde harmonische van 3,6 MHz is:

- A. 10,8 MHz
- B. 1,2 MHz
- C. 7,2 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



5.4.11 Opgave 5-11

Onder de amplitude van een wisselspanning wordt verstaan:

- A. de topwaarde
- B. de periodeduur
- C. de frequentie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

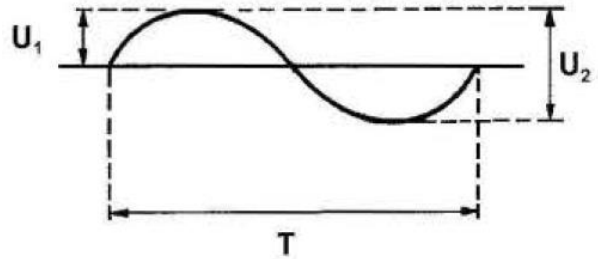


Aantal keren gevraagd: onbekend.

5.4.12 Opgave 5-12

De amplitude van de wisselspanning is:

- A. U_1
- B. U_2
- C. T



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd: onbekend.

**5.4.13 Opgave 5-13**

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst november 2018.




5.4.14 Opgave 5-14

In een hoogfrequent kring wordt een vaste condensator van 60 pF in serie geschakeld met een variabele condensator.

De capaciteit van de variabele condensator kan worden ingesteld tussen 20 en 40pF.

De kring ziet een capaciteitsvariatie van:

- A. 15 tot 24 pF
- B. 20 tot 40 pF
- C. 80 tot 100 pF

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.




5.4.15 Opgave 5-15

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 80pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van:

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



5.4.16 Opgave 5-16

De zelfinductie (L) van een spoel is afhankelijk van:

- A. de diameter van de spoel
- B. de resonantiefrequentie
- C. het isolatiemateriaal van de draad

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: onbekend.



5.4.17 Opgave 5-17

Een spoel is aangesloten op een sinusvormige wisselspanning. Juist is:

- A. bij verlaging van de frequentie neemt de stroom door de spoel toe.
- B. bij verlaging van de spanning neemt de stroom door de spoel toe.
- C. bij verlaging van de frequentie neemt de stroom door de spoel af

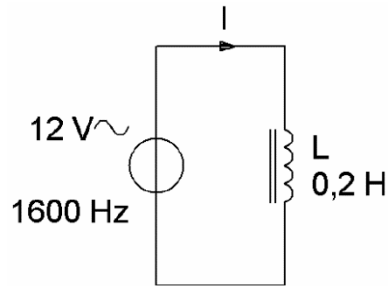
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst november 2017.

5.4.18 Opgave 5-18

De stroom door de spoel is ongeveer:

- A. 0,24 mA
- B. 6 mA
- C. 2,4 A



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Aantal keren gevraagd: onbekend.



5.4.19 Opgave 5-19

Met een filter kan een signaal van een bepaalde frequentie worden:

- A. opgewekt
- B. geselecteerd
- C. vermenigvuldigd

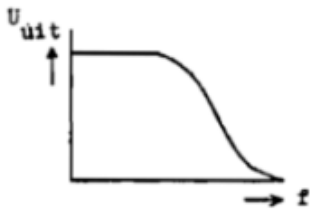
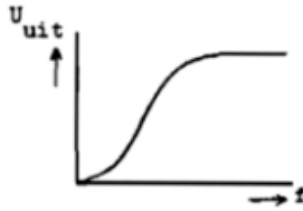
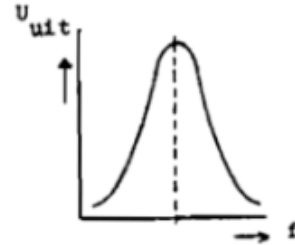
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2013.

5.4.20 Opgave 5-20

Welke karakteristiek behoort bij een hoogdoorlaatfilter?

**karakteristiek 1****karakteristiek 2****karakteristiek 3**

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

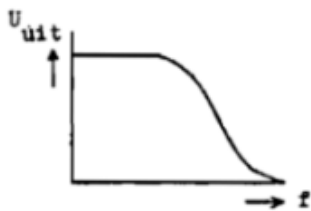
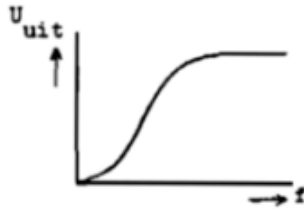
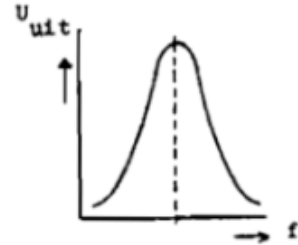
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.

5.4.21 Opgave 5-21

Welke karakteristiek behoort bij een laagdoorlaatfilter?

**karakteristiek 1****karakteristiek 2****karakteristiek 3**

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.



5.4.22 Opgave 5-22

Een hoogdoorlaatfilter is een filter dat:

- A. hoge frequenties verzwakt en lage frequenties doorlaat
- B. alleen frequenties doorlaat die een hoge spanning hebben
- C. lage frequenties verzwakt en hoge frequenties doorlaat

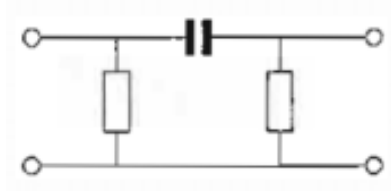
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 16 mei 2018.

5.4.23 Opgave 5-23

Dit is het schema van een:

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



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



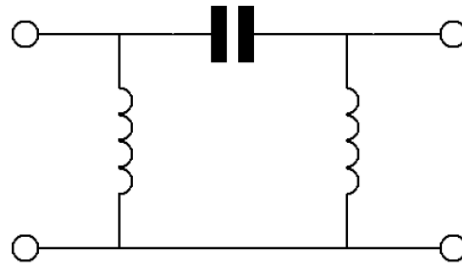
Van 2000 t/m midden 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018.

5.4.24 Opgave 5-24

Dit is het schema van een:

- A. banddoorlaatfilter
- B. hoogdoorlaatfilter
- C. bandsperfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

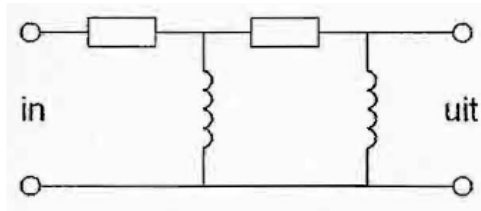



Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst september 2018.

5.4.25 Opgave 5-25

Dit is het schema van een:

- A. bandfilter
- B. hoogdoorlaatfilter
- C. laagdoorlaatfilter

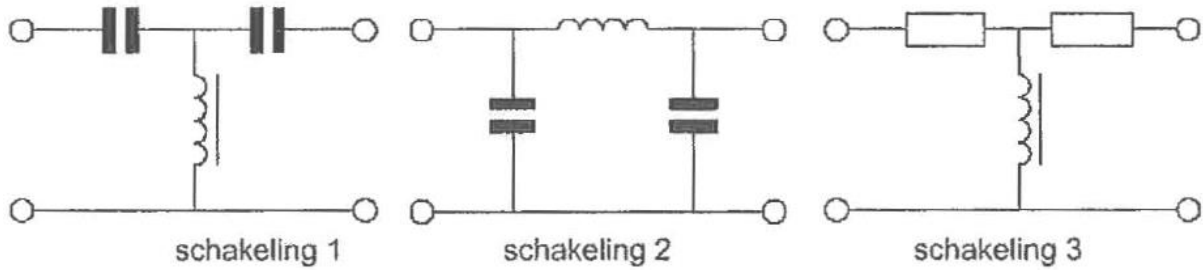


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019.

5.4.26 Opgave 5-26

Welke schakeling wordt als laagdoorlaatfilter gebruikt?

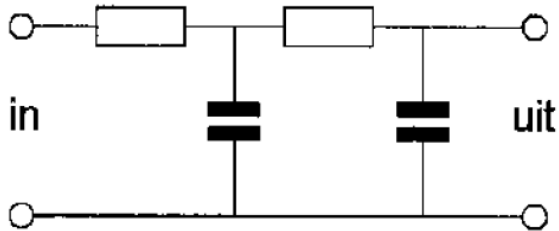


- A. schakeling 3
- B. schakeling 2
- C. schakeling 1

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.

5.4.27 Opgave 5-27



Dit is het schema van een:

- A. bandfilter
- B. laagdoorlaatfilter
- C. hoogdoorlaatfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst maart 2013.



5.4.28 Opgave 5-28

De resonantiefrequentie van een afstemkring wordt bepaald door:

- A. uitsluitend de capaciteit van de condensator
- B. de capaciteit van de condensator en de zelfinductie van de spoel
- C. uitsluitend de zelfinductie van de spoel

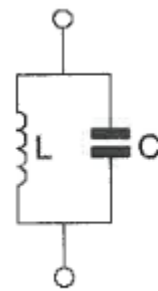
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst november 2018.

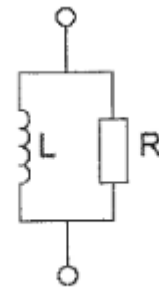
5.4.29 Opgave 5-29

Welke schakeling gedraagt zich als een resonantiekring?

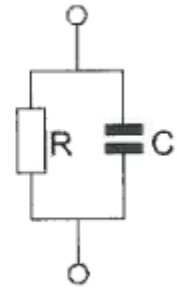
- A. schakeling 3
- B. schakeling 1
- C. schakeling 2



schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3

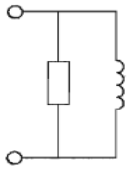
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



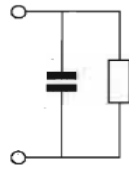
Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst november 2017.

5.4.30 Opgave 5-30

Welk schema stelt een resonantiekring voor?



schema 1



schema 2



schema 3

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.



5.4.31 Opgave 5-31

Een seriekring heeft:

- A. bij alle frequenties dezelfde impedantie
- B. in resonantie een lage impedantie
- C. in resonantie een hoge impedantie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

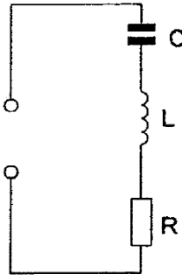
Van 2000 t/m midden 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.


5.4.32 Opgave 5-32

De seriekring is in resonantie.

De impedantie is:

- A. L/C
- B. R
- C. Zeer hoog



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.



5.4.33 Opgave 5-33

Een seriekring gedraagt zich op zijn resonantiefrequentie als een:

- A. lage weerstand
- B. hoge weerstand
- C. kortsluiting

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 11 mei 2016.



5.4.34 Opgave 5-34

De weerstand van een seriekring in resonantie is:

- A. laag
- B. hoog
- C. negatief

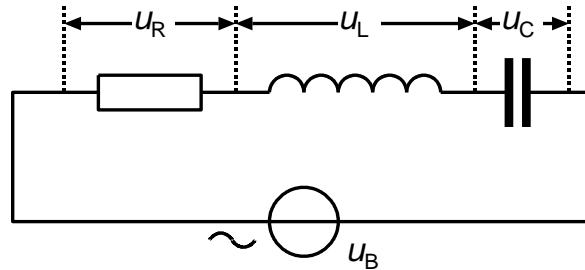
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019.

5.4.35 Opgave 5-35

Onafhankelijk van de waarden van de onderdelen geldt bij resonantie:

- A. $U_R = U_L$
- B. $U_R = U_B$
- C. $U_R = U_C$



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.

5.4.36 Opgave 5-36

Indien bij een seriekring de zelfinductie en de capaciteit beiden verdubbeld worden, zal de resonantiefrequentie:

- A. gehalveerd worden
- B. 2 maal zo hoog worden
- C. 4 maal zo hoog worden



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst maart 2017.

5.4.37 Opgave 5-37

Indien bij een seriekring de zelfinductie wordt verdubbeld, zal de resonantiefrequentie:

- A. gehalveerd worden
- B. $\sqrt{2}$ maal zo laag worden
- C. 2 maal zo hoog worden



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst maart 2015.

5.4.38 Opgave 5-38

Indien bij een parallelkring de zelfinductie wordt verdubbeld en de capaciteit wordt gehalveerd, dan zal de resonantiefrequentie:

- A. gelijk blijven
- B. gehalveerd worden
- C. 2 maal zo hoog worden



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst november 2019.

5.4.39 Opgave 5-39

Indien bij een parallelkring de capaciteit wordt gehalveerd zal de resonantiefrequentie:

- A. $\sqrt{2}$ maal zo hoog worden
- B. $\sqrt{2}$ maal zo laag worden
- C. verdubbeld worden



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

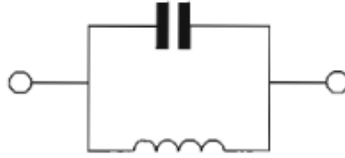



Van 2000 t/m midden 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst maart 2016.

5.4.40 Opgave 5-40

Dit is het schema van een:

- A. seriekring
- B. parallelkring
- C. laagdoorlaatfilter



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst september 2018.



5.4.41 Opgave 5-41

De impedantie van een parallelkring in resonantie is:

- A. hoog
- B. laag
- C. nul

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017.



5.4.42 Opgave 5-42

Een parallelkring heeft:

- A. in resonantie een lage impedantie
- B. bij alle frequenties dezelfde impedantie
- C. in resonantie een hoge impedantie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



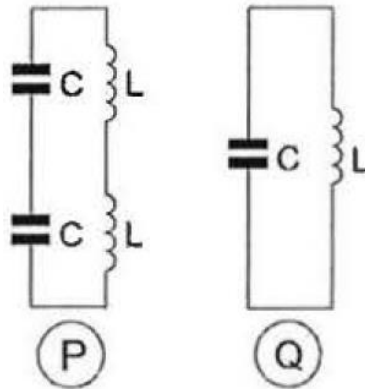
Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.


5.4.43 Opgave 5-43

De spoelen zijn onderling niet gekoppeld.

De resonantiefrequentie van kring Q is:

- A. 2 maal die van kring P
- B. 0,5 maal die van kring P
- C. gelijk aan die van kring P

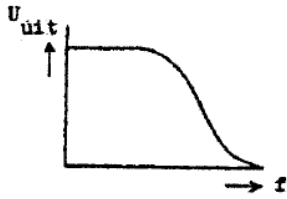
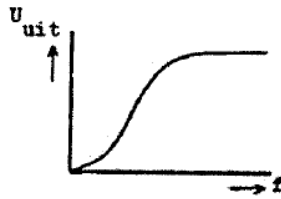
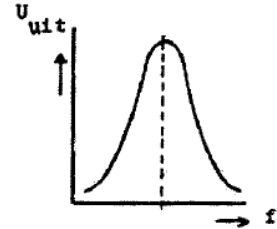


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020.

5.4.44 Opgave 5-44

Welke karakteristiek behoort bij een banddoorlaatfilter?

**karakteristiek 1****karakteristiek 2****karakteristiek 3**

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

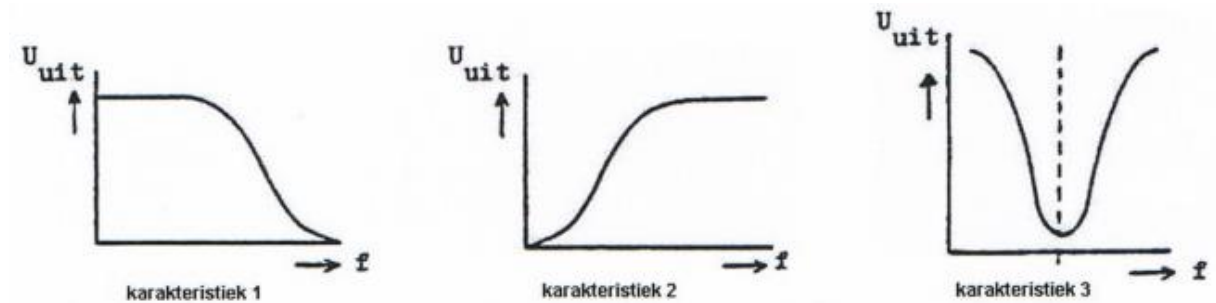
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst september 2013.

5.4.45 Opgave 5-45

Welke karakteristiek behoort bij een bandsperfilter?



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

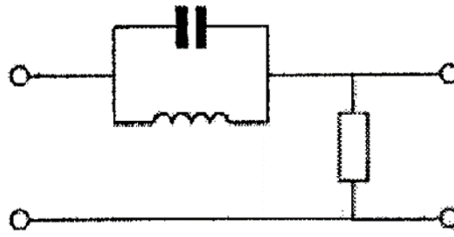
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020.

5.4.46 Opgave 5-46

Dit is het schema van een:

- A. Banddoorlaatfilter
- B. Bandsperfilter
- C. Laagdoorlaatfilter



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

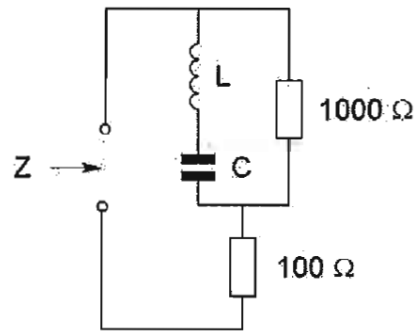



Van 2000 t/m midden 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst november 2017.

5.4.47 Opgave 5-47

Bij resonantie is de impedantie Z:

- A. 1000Ω
- B. 1100Ω
- C. 100Ω



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

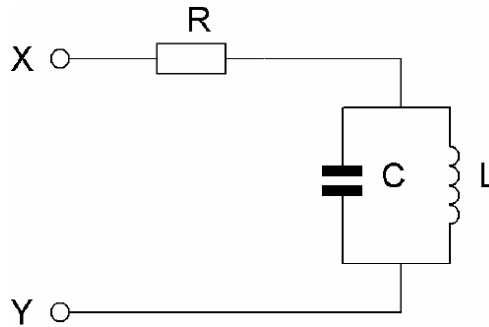
Van 2000 t/m midden 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst maart 2014.

5.4.48 Opgave 5-48

De parallelkring is in resonantie.

De impedantie tussen X en Y is:

- A. zeer groot
- B. R
- C. L / C



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 17 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019.



5.5 Uitwerkingen

5.5.1 Uitwerking van Opgave 5-1

Onder de frequentie van een wisselspanning wordt verstaan:

- A. het aantal perioden per seconde
- B. het aantal nuldoorgangen per seconde
- C. de tijdsduur van één periode

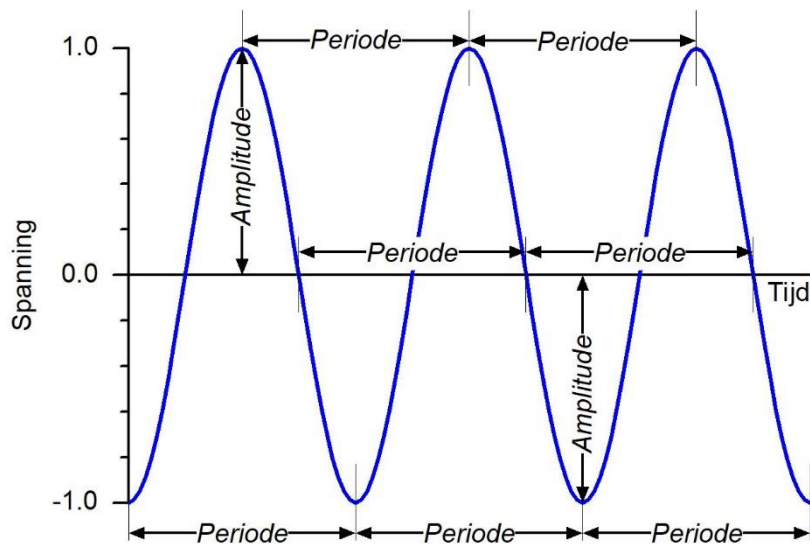
Uitwerking

De frequentie van een wisselspanning of -stroom is het aantal perioden per seconde.

Antwoord A

Opmerking

De figuur hieronder, overgenomen uit cursushoofdstuk N-5, laat de grafiek van een sinusvormige wisselspanning zien.



Een periode is de tijd tussen twee gelijke punten op de sinuslijn. “Gelijk” betekent hier dezelfde waarde en dezelfde richting van de grafiek.

Elke waarde komt per periode twee keer voor, één keer op de opgaande en één keer op de neergaande lijn. Alleen de hoogste en laagste waarden komen 1 maal per periode voor.

Dat betekent dat het aantal nuldoorgangen per seconde (antwoord B) 2x de frequentie is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.2 Uitwerking van Opgave 5-2

In Nederland is de frequentie van het lichtnet:

(Opgaven met deze zin bestaan ook: De frequentie van het elektriciteitsnet in Nederland bedraagt:)

- A. 100 Hz
- B. 50 Hz**
- C. 230 Hz

Uitwerking

De frequentie van het Nederlandse elektriciteitsnet bedraagt 50 Hz.

Antwoord B.

Opmerking

De netspanning is 230 V. Dat is de instinker van antwoord C.



Terug naar de opgave

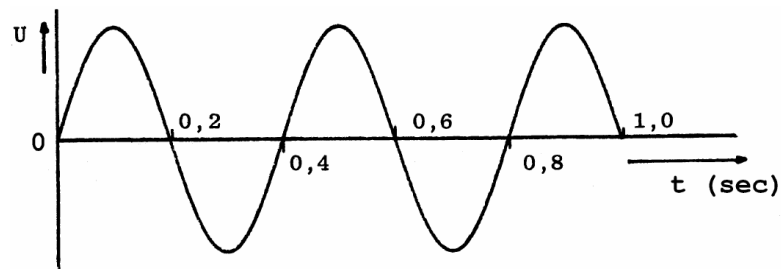
Naar de volgende opgave



5.5.3 Uitwerking van Opgave 5-3

De frequentie is:

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



Uitwerking

Dit is een kwestie van het aantal perioden tellen dat binnen een seconde valt. De tijd van de grafiek eindigt op 1 seconde. Boven de nullijn zien we 3 halve perioden, eronder twee. Samen 5 halve perioden is 2,5 hele perioden in 1 seconde, dat is 2,5 Hz.

Antwoord A



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.4 Uitwerking van Opgave 5-4

Een wisselstroom heeft een frequentie van 3500 kHz. Het aantal malen dat de stroom per seconde van richting verandert bedraagt:

- A. 1.750.000
- B. 7.000.000**
- C. 3.500.000

Uitwerking

In de grafieken bij de uitwerkingen van Opgave 5-1 en Opgave 5-3 hebben we kunnen zien dat een wisselspanning bij elke nuldoorgang van min naar plus of van plus naar min gaat. Op die momenten verandert de stroom van richting (pas op: de grafiek niet; die verandert op een nuldoorgang niet van richting!). In elke periode zitten twee nuldoorgangen. 3500 kHz is 3 500 000 Hz. Het aantal nuldoorgangen is dan $2 * 3\,500\,000 = 7\,000\,000$ nuldoorgangen.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.5 Uitwerking van Opgave 5-5

Van een wisselstroom wijzigt de stroomrichting 3.500.000 maal per seconde van richting. De frequentie bedraagt:

- A. 7000 kHz
- B. 1750 kHz**
- C. 3500 kHz

Uitwerking

Dit is de omgekeerde opgave van de vorige.

Een periode van een wisselstroom bestaat uit twee helften: in de ene helft gaat de stroom in de ene richting, in de andere helft in de tegengestelde richting. Het aantal wisselingen van richting is daarom twee per periode. Om de frequentie te vinden, dat is het aantal perioden per seconde, moeten we dat aantal wisselingen per seconde door twee delen.

3 500 000 gedeeld door 2 is 1 750 000. De frequentie is dan ook 1 750 000 Hz is 1750 kHz.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.6 Uitwerking van Opgave 5-6

Een wisselspanning heeft een frequentie van 50 Hz. De momentele waarde is per seconde:

- A. 25x positief en 25x negatief
- B. 50x positief en 50x negatief**
- C. 100x positief en 100x negatief

Uitwerking

Eén periode heeft één positieve en één negatieve helft. Dan is het aantal positieve en het aantal negatieve helften per seconde gelijk aan de frequentie.

Bij een frequentie van 50 Hz horen dus 50 positieve en 50 negatieve periodehelften per seconde.

Antwoord B.

Opmerking

Bij niet-sinusvormige wisselspanningen zijn het positieve en negatieve periodedeel wel eens ongelijk van lengte, maar voor het N-examen hoef je je daarover niet druk te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.7 Uitwerking van Opgave 5-7

Een sinusvormig signaal gaat per seconde 20 keer door het nulpunt. De frequentie van dit signaal is:

- A. 10 Hz
- B. 20 Hz
- C. 40 Hz

Uitwerking

Per periode gaat een sinus 2 keer door het nulpunt. Als dat per seconde 20 keer is, zitten er in die seconde $20/2 = 10$ perioden. Dat is 10 Hz,

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.8 Uitwerking van Opgave 5-8

Eén megahertz is gelijk aan:

- A. 1000 kHz
- B. 10 kHz
- C. 0,1 kHz

Uitwerking

Eén megahertz (1 MHz) is 1 miljoen (10^6) Hz. Eén kHz is 1000 Hz. 1 kHz gaat 1000 keer in 1 miljoen, dus we hebben het over 1000 kHz.

Antwoord A.

Opmerking

De volgorde in stappen van 1000 keer is Hz, kHz, MHz, GHz. De laatste is 1 miljard Hz. De moeite waard om te onthouden, als je dit niet al hebt gedaan.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.9 Uitwerking van Opgave 5-9

Een harmonische van 145 MHz is:

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

Uitwerking

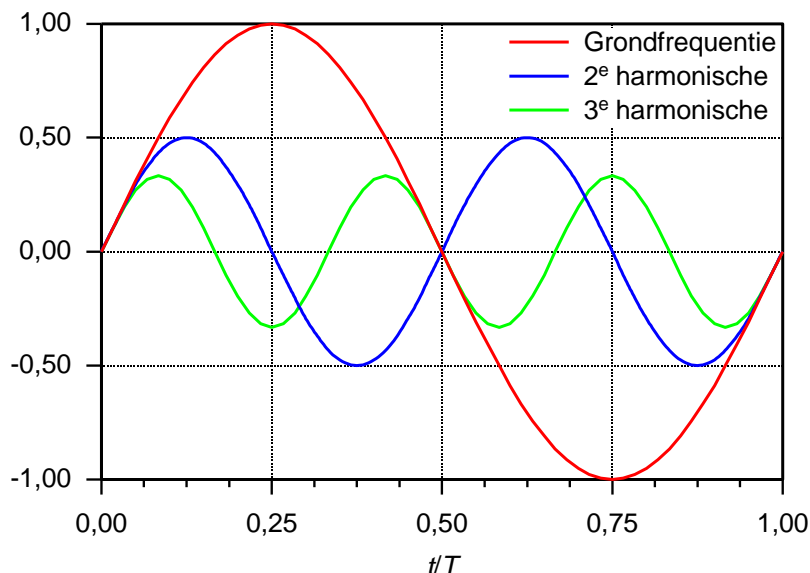
De frequentie van een harmonische is een geheel veelvoud van de grondfrequentie. Dat is hetzelfde als de grondfrequentie maal een geheel getal. De tweede harmonische is de grondfrequentie, vermenigvuldigd met 2, de derde harmonische is grondfrequentie maal 3, enz.

In het rijtje zien we $2 * 145 \text{ MHz} = 290 \text{ MHz}$ staan. Dat is de tweede harmonische. De andere twee leveren bij delen door 145 geen geheel getal op, dus die vallen af.

Antwoord C.

Opmerking

Hieronder nog een keer de grafiek uit het formularium met grondfrequentie en enkele harmonischen. Het oorspronkelijke signaal is niet sinusvormig, anders zouden er geen harmonischen zijn.



Horizontaal de tijd t gedeeld door de periodetijd T , verticaal de waarde (in willekeurige eenheden). Rood: de grondfrequentie. Blauw: de tweede harmonische die ook een andere amplitude kan hebben dan hier getekend. Groen: de derde harmonische (met dezelfde kanttkening).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.10 Uitwerking van Opgave 5-10

De derde harmonische van 3,6 MHz is:

- A. 10,8 MHz
- B. 1,2 MHz
- C. 7,2 MHz

Uitwerking

Hier geldt dezelfde grafiek als die bij de uitwerking van Opgave 5-9 (de vorige opgave).

De frequentie van de derde harmonische van 3,6 MHz is $3 * 3,6 \text{ MHz} = 10,8 \text{ MHz}$.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



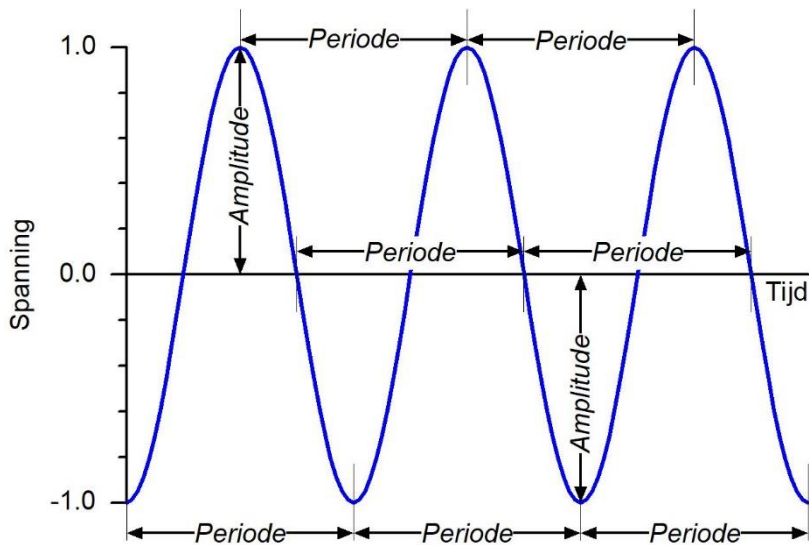
5.5.11 Uitwerking van Opgave 5-11

Onder de amplitude van een wisselspanning wordt verstaan:

- A. de topwaarde
- B. de periodeduur
- C. de frequentie

Uitwerking

We herhalen hieronder de grafiek uit het formularium.



Daaruit valt af te lezen dat de amplitude de top- of piekwaarde is. Dat wil zeggen het verschil tussen nul en de hoogste of laagste waarde.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

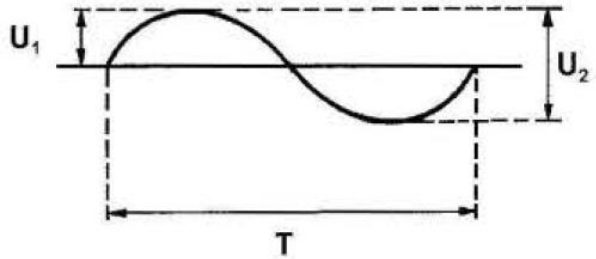
Naar de volgende opgave



5.5.12 Uitwerking van Opgave 5-12

De amplitude van de wisselspanning is:

- A. U_1
- B. U_2
- C. T

**Uitwerking**

De amplitude is U_1 .

Antwoord A.

Opmerking

U_2 is 2x de amplitude en T is de periodeduur.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.13 Uitwerking van Opgave 5-13

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

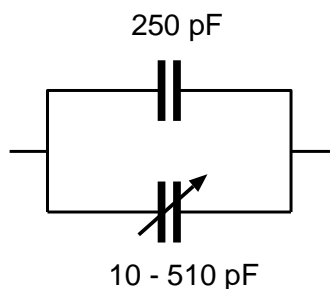
De afstemcondensator heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van:

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

Uitwerking

Bij dit soort vragen kun je vrij gemakkelijk de mist ingaan. Maak dan een tekening, maar bedenk eerst goed wat erin moet. In elk geval die vaste condensator van 250 pF.

Vervolgens de afstemcondensator. Die heeft een capaciteitsvariatie van 500 pF en een minimumwaarde van 10 pF. De capaciteit varieert tussen minimum en maximum, dat is tussen 10 pF en $10 \text{ pF} + 500 \text{ pF} = 510 \text{ pF}$. We zijn nu klaar voor de tekening:



Nu is het een kwestie van optellen. De laagste waarde van het geheel met beide condensatoren is $10 \text{ pF} + 250 \text{ pF} = 260 \text{ pF}$. De hoogste is $510 \text{ pF} + 250 \text{ pF} = 760 \text{ pF}$. De capaciteitsvariatie is dan 260 pF tot 760 pF.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.14 Uitwerking van Opgave 5-14

In een hoogfrequent kring wordt een vaste condensator van 60 pF in serie geschakeld met een variabele condensator.

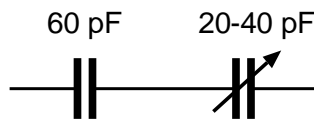
De capaciteit van de variabele condensator kan worden ingesteld tussen 20 en 40 pF.

De kring ziet een capaciteitsvariatie van:

- A. 15 tot 24 pF
- B. 20 tot 40 pF
- C. 80 tot 100 pF

Uitwerking

Ook hier is het goed, er een tekening bij te maken. Daarin komt een vaste condensator van 60 pF in serie met een condensator die gevarieerd kan worden tussen 20 en 40 pF. Hier komt de tekening:



De variatie is tussen 60 pF in serie met 20 pF als laagste en 60 pF in serie met 40 pF als hoogste. Nu is het een zaak van strategisch kijken naar de drie antwoorden. 60 pF in serie met 20 pF moet een waarde opleveren die kleiner is dan de kleinste, dus kleiner dan 20 pF. Dat is er maar één, antwoord A, dus we zouden het goede antwoord nu al moeten hebben.

Voor de zekerheid toch nog maar even rekenen met 60 pF en 40 pF in serie:

$$\frac{60 * 40}{60 + 40} = \frac{240}{100} = 24$$

En dat is dus de 24 pF in antwoord A.

Geheel gerustgesteld: antwoord A.

Opmerking

Op het examen kun je die laatste controle het beste pas doen als je tijd over hebt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.15 Uitwerking van Opgave 5-15

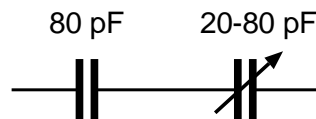
In een hoogfrequent kring wordt een vaste condensator van 80 pF in serie geschakeld met een variabele condensator.

De capaciteit van de variabele condensator kan worden ingesteld tussen 20 en 80pF. De kring ziet een capaciteitsvariatie van:

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

Uitwerking

Deze opgave lijkt sterk op de vorige. Ook hier maar weer een plaatje. We bevelen aan om zoiets op het examen op een kladje te maken.



In elk geval staan bij de maximale capaciteit 80pF en 80 pF in serie. Samen 40 pF (de helft van 80 pF). Dan valt antwoord A af.

Voor de laagste waarde hebben we 20 pF in serie met 80 pf. Het rekensommetje is

$$\frac{80 * 20}{80 + 20} = \frac{1600}{100} = 16$$

Dat levert een laagste waarde van 16 pF.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.16 Uitwerking van Opgave 5-16

De zelfinductie (L) van een spoel is afhankelijk van:

- A. de diameter van de spoel
- B. de resonantiefrequentie
- C. het isolatiemateriaal van de draad

Uitwerking

De zelfinductie van een spoel hangt niet af van de resonantiefrequentie en ook niet van het isolatiemateriaal van de draad (als de draad al geïsoleerd is).

De zelfinductie hangt wel (onder meer) af van de spoeldiameter.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.17 Uitwerking van Opgave 5-17

Een spoel is aangesloten op een sinusvormige wisselspanning. Juist is:

- A. bij verlaging van de frequentie neemt de stroom door de spoel toe.
- B. bij verlaging van de spanning neemt de stroom door de spoel toe.
- C. bij verlaging van de frequentie neemt de stroom door de spoel af

Uitwerking

Bij verlaging van de frequentie neemt de schijnbare weerstand van een spoel, de *reactantie*, af. Dan neemt de stroom dus toe. Bij verlaging van de spanning neemt de stroom af, net als bij een weerstand. Bij verlaging van de frequentie neemt de reactantie af en de stroom toe.

Dan blijft er maar één goed antwoord over:

Antwoord A.

Opmerkingen

Bij een condensator gaat dit precies andersom. Het verschil is vrij gemakkelijk te onthouden, als je bedenkt dat een spoel voor gelijkstroom, dus frequentie gelijk aan 0, een geleider is. Het enige verschil met een kort koperdraadje is, dat de stroom na inschakelen, enige tijd nodig heeft om op gang te komen.

Een condensator is als gevolg van de isolator tussen de platen, vrijwel een isolator voor gelijkstroom. Het verschil met een echte isolator is, dat na inschakelen van de spanning de stroom eventjes heel hard loopt, tot de condensator is opgeladen, waarna er (nagenoeg) geen stroom meer loopt.



Terug naar de opgave

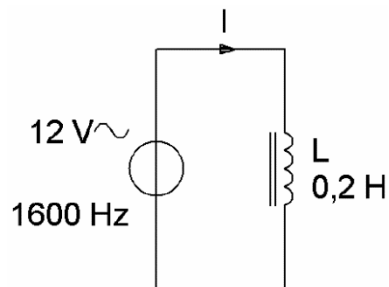
Naar de volgende opgave



5.5.18 Uitwerking van Opgave 5-18

De stroom door de spoel is ongeveer:

- A. 0,24 mA
- B. 6 mA
- C. 2,4 A

**Uitwerking**

Voor het antwoord hebben we allereerst de reactantie (wisselstroomweerstand) X_L nodig. Deze wordt berekend uit de frequentie f en de zelfinductie L volgens

$$X_L = 2\pi fL = 2 * \pi * 1600 * 0,2 \Omega = 2011 \Omega$$

Voor de stroom I geldt (wet van Ohm, maar nu met X_L in plaats van R):

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{12}{2011} \text{ A} \approx 0,006 \text{ A} = 6 \text{ mA}$$

Antwoord B.

Opmerking

Hier is het getal 2011 afgerond op 2000. In de vraag staat niet voor niets het woord *ongeveer*.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.19 Uitwerking van Opgave 5-19

Met een filter kan een signaal van een bepaalde frequentie worden:

- A. opgewekt
- B. geselecteerd**
- C. vermenigvuldigd

Uitwerking

In het formularium zijn doel en werking van veel soorten filters beknopt uiteengezet.

Met een filter wordt geen frequentie opgewekt of vermenigvuldigd, Die bewerkingen worden behandeld in hoofdstuk 10 (oscillatoren), resp. 12 (zenders).

Wat ze wel doen, is frequenties selecteren. Onder *selecteren* kun je ook verstaan het onderdrukken van sommige frequenties en het doorlaten van andere. Sommige frequenties worden om zo te zeggen voorgetrokken, andere achtergesteld.

Antwoord B.



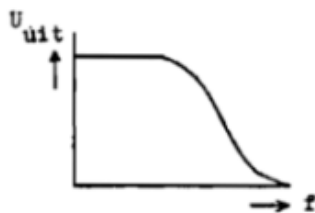
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

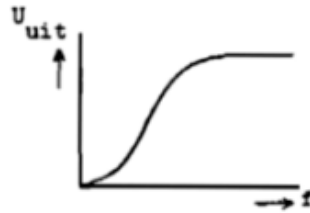


5.5.20 Uitwerking van Opgave 5-20

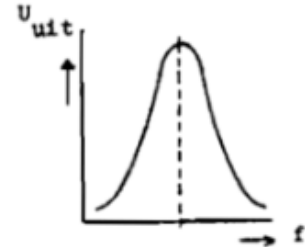
Welke karakteristiek behoort bij een hoogdoorlaatfilter?



karakteristiek 1



karakteristiek 2



karakteristiek 3

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

Uitwerking

De horizontale as in de grafieken is de frequentie-as. Hoe verder naar rechts, des te hoger de frequentie.

Een hoogdoorlaatfilter, afgekort HDF, geeft hoge frequenties beter door dan lage. In dit geval is dat onmiskenbaar karakteristiek 2.

Antwoord B.

Opmerking

Karakteristiek 1 is die van een laagdoorlaatfilter.

Karakteristiek 3 is die van een banddoorlaatfilter, dat wil zeggen een beperkte frequentieband wordt beter doorgelaten dan de rest.



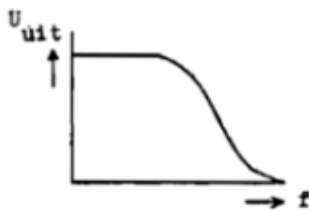
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

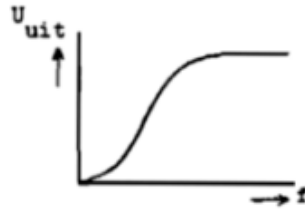


5.5.21 Uitwerking van Opgave 5-21

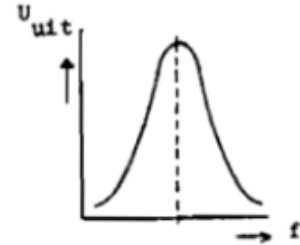
Welke karakteristiek behoort bij een laagdoorlaatfilter?



karakteristiek 1



karakteristiek 2



karakteristiek 3

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

Uitwerking

Deze opgave lijkt op de vorige. Maar hier wordt gevraagd naar een laagdoorlaatfilter. Het filter dat hier de laagste frequenties het best doorlaat, is dat van karakteristiek 1.

Antwoord A.

Opmerking

De volgorde van de antwoorden is anders dan bij de vorige opgave. Het is bij de opgaven voor het zendexamen vrij gebruikelijk dat bij gelijke opgaven in verschillende examens de volgorde van de antwoorden per examen wisselt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.22 Uitwerking van Opgave 5-22

Een hoogdoorlaatfilter is een filter dat:

- A. hoge frequenties verzwakt en lage frequenties doorlaat
- B. alleen frequenties doorlaat die een hoge spanning hebben
- C. **lage frequenties verzwakt en hoge frequenties doorlaat**

Uitwerking

Een hoogdoorlaatfilter laat hoge frequenties het best door, precies wat de naam zegt. Het verzwakt (onderdrukt) lagere frequenties. Met spanningen, al dan niet hoog (antwoord B), heeft het niets te maken.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

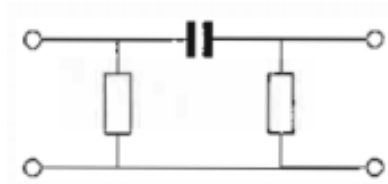
Naar de volgende opgave



5.5.23 Uitwerking van Opgave 5-23

Dit is het schema van een:

- A. banddoorlaatfilter
- B. laagdoorlaatfilter
- C. **hoogdoorlaatfilter**



Uitwerking

Een hoogdoorlaatfilter herken je doordat de signaalleiding signalen gemakkelijker doorlaat, naarmate de frequentie hoger is. Tegelijkertijd zijn de verbindingen met de nulleiding (de onderste in het plaatje) ófwel weerstanden die van nature frequentieneutraal zijn, ófwel ze laten signalen gemakkelijker door, naarmate de frequentie lager is, Dat laatste is bij spoelen het geval. In het schema gaat het om weerstanden.

De condensator in de signaalleiding laat frequenties gemakkelijker door, naarmate ze hoger zijn. Dit moet dus wel een hoogdoorlaatfilter (HDF) zijn.

Antwoord C.

Opmerking

Een ezelsbrug: een condensator zoals hier in het schema weergegeven, kun je met enige fantasie zien als de letter H van **Hoog**.



Terug naar de opgave

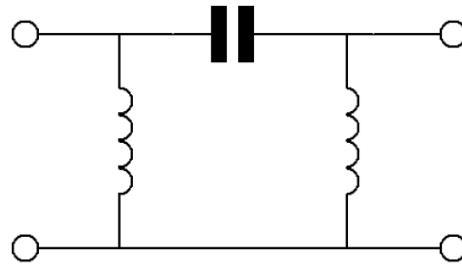
Naar de volgende opgave



5.5.24 Uitwerking van Opgave 5-24

Dit is het schema van een:

- A. banddoorlaatfilter
- B. hoogdoorlaatfilter**
- C. bandsperfilter



Uitwerking

In één leiding zit een condensator, de andere is leeg. De twee verbindingen tussen de leidingen zijn spoelen. De condensator laat frequenties gemakkelijker door naarmate ze hoger zijn. De twee spoelen voeren frequenties gemakkelijker af, naarmate ze lager zijn.

Kortom, dit is een filter dat hogere frequenties doorlaat en lagere afvoert: **de** eigenschap van een hoogdoorlaatfilter.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

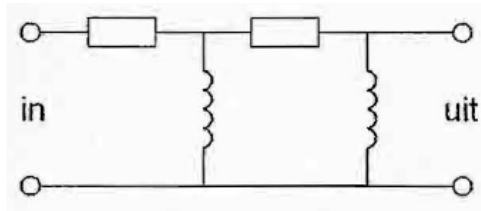
Naar de volgende opgave



5.5.25 Uitwerking van Opgave 5-25

Dit is het schema van een:

- A. bandfilter
- B. hoogdoorlaatfilter**
- C. laagdoorlaatfilter



Uitwerking

We zien twee weerstanden in één leiding en twee verbindingen in de vorm van spoelen tussen de twee leidingen. De weerstanden zijn frequentieneutraal, maar de spoelen vormen een gemakkelijker pad tussen beide leidingen, naarmate de frequentie lager is.

Lage frequenties worden dus gemakkelijker afgevoerd dan hoge. Dan is dit een hoogdoorlaatfilter.

Antwoord B

Opmerking

Eigenlijk zijn dit twee hoogdoorlaatfilters achter elkaar (in serie), want één weerstand met één spoel is al een hoogdoorlaatfilter (een zogenoemd RL-filter). Het nut van de verdubbeling is dat de selectie van frequenties scherper wordt.



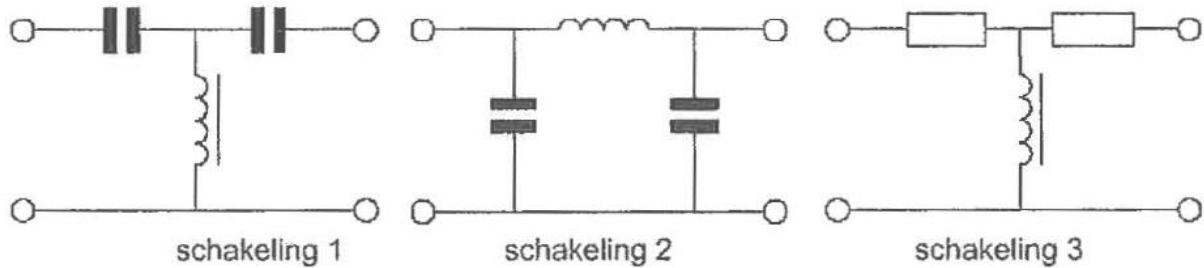
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.26 Uitwerking van Opgave 5-26

Welke schakeling wordt als laagdoorlaatfilter gebruikt?



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

Uitwerking

Laten we ze maar nalopen.

Schakeling 1. De condensatoren geven een gemakkelijker signaalpad, naarmate de frequentie hoger is. De smoorspoel voert een frequentie gemakkelijker af, naarmate die frequentie lager is. Dan is dit een hoogdoorlaatfilter en dus niet wat we zoeken.

Schakeling 2. De spoel geeft een gemakkelijker signaalpad, naarmate de frequentie lager is. De condensatoren voeren een frequentie gemakkelijker af, naarmate die frequentie hoger is. Dat klinkt als een laagdoorlaatfilter en dat is het ook.

Schakeling 3. Voor de zekerheid doen we deze ook. De twee weerstanden in de signaalleiding doen bij alle frequenties hetzelfde, maar lage frequenties worden via de spoel wel gemakkelijker afgevoerd dan hoge. Dit is dan ook een hoogdoorlaatfilter.

Het gezochte laagdoorlaatfilter is schakeling 2.

Antwoord B.

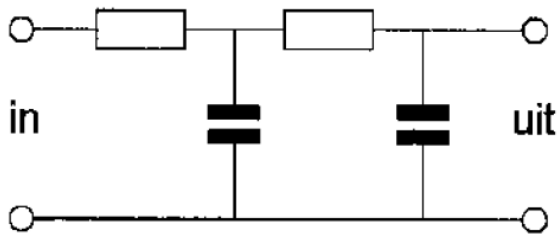


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.27 Uitwerking van Opgave 5-27



Dit is het schema van een:

- A. bandfilter
- B. laagdoorlaatfilter**
- C. hoogdoorlaatfilter

Uitwerking

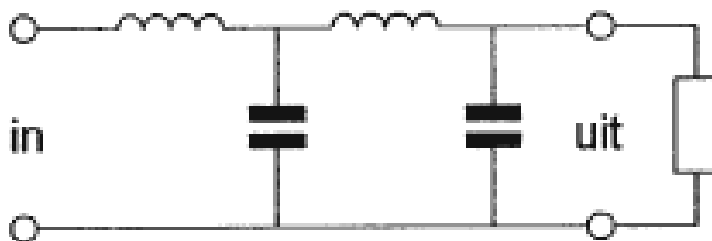
De weerstanden in de signaalleiding maken geen onderscheid tussen frequenties. De condensatoren daarentegen voeren frequenties gemakkelijker af, naarmate die frequenties hoger zijn. Dit filter laat lagere frequenties daarom gemakkelijker door dan hogere.

Het is dan ook een laagdoorlaatfilter.

Antwoord B.

Opmerking

Filters met weerstanden zijn niet het meest effectief. Dat komt vooral doordat weerstanden alle frequenties even goed of even slecht geleiden. Maar weerstanden dissiperen ook vermogen. Een filter met weerstanden erin leidt dan ook tot vermogensverlies, ook voor de frequentie die moet worden doorgelaten. Filters met alleen spoelen en condensatoren ondervangen beide bezwaren. Een goed alternatief voor het filter in de opgave is het filter in het schema hieronder. Daarin zijn de weerstanden vervangen door spoelen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.28 Uitwerking van Opgave 5-28

De resonantiefrequentie van een afstemkring wordt bepaald door:

- A. uitsluitend de capaciteit van de condensator
- B. de capaciteit van de condensator en de zelfinductie van de spoel**
- C. uitsluitend de zelfinductie van de spoel

Uitwerking

Een afstemkring resoneert als de reactanties van spoel en condensator gelijk zijn. Daaruit volgt dat de resonantiefrequentie van een afstemkring afhangt van de capaciteit van de condensator en van de zelfinductie van de spoel.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

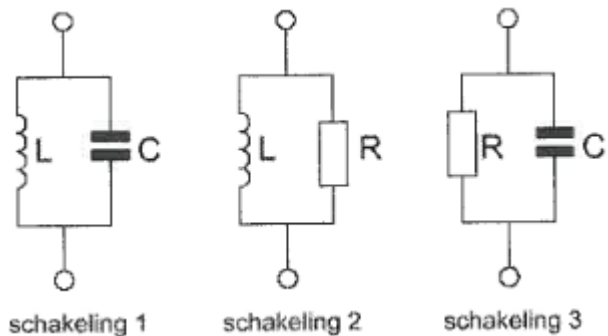
Naar de volgende opgave



5.5.29 Uitwerking van Opgave 5-29

Welke schakeling gedraagt zich als een resonantiekring?

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



Uitwerking

Een resonantiekring bevat een zelfinductie en een capaciteit. Daaraan voldoet alleen schakeling 1. In de andere schakelingen is steeds één van beide vervangen door een weerstand.

Antwoord B

Opmerking

Een schakeling met spoel en condensator in serie in plaats van parallel zoals hier, resoneert ook.

Ook een kristalplaatje van kwarts kan resoneren, maar die komen pas in hoofdstuk 10.



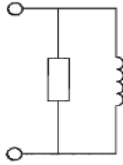
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

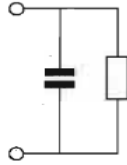


5.5.30 Uitwerking van Opgave 5-30

Welk schema stelt een resonantiekring voor?



schema 1



schema 2



schema 3

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

Uitwerking

Deze opgave lijkt nogal op de vorige, met dit verschil dat in schema 3 condensator en spoel in serie staan in plaats van parallel. In de andere twee schema's staan óf de spoel óf de condensator parallel aan een weerstand. Resonantie treedt alleen op als er een spoel èn een condensator in dezelfde kring zitten.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.31 Uitwerking van Opgave 5-31

Een seriekring heeft:

- A. bij alle frequenties dezelfde impedantie
- B. in resonantie een lage impedantie**
- C. in resonantie een hoge impedantie

Uitwerking

Een seriekring (zie afbeelding) in resonantie heeft een lage impedantie doordat de (wissel)spanningen over spoel en condensator even groot en onderling in tegenfase zijn.



Antwoord B.

Opmerking

Hoewel de schakeling bestaat uit twee elementen met een reactantie, spreken we toch meestal over de *impedantie* van de kring. Dat komt doordat een kring als deze toch op het resonantiepoint een kleine Ohmse weerstand heeft. Iets dergelijks geldt voor een parallelkring, omdat op het resonantiepoint in de praktijk de schijnbare weerstand niet oneindig is. Bij ideale componenten zou dat het geval zijn, maar in de werkelijke wereld bestaan die dingen nu eenmaal niet...



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

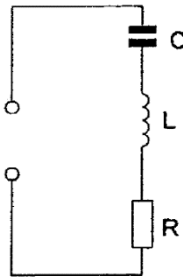


5.5.32 Uitwerking van Opgave 5-32

De seriekring is in resonantie.

De impedantie is:

- A. L/C
- B. R**
- C. Zeer hoog



Uitwerking

In een ideale seriekring is bij resonantie de impedantie 0, omdat dan de spanningen over spoel en condensator even groot en onderling in tegenfase zijn. Daardoor heffen ze elkaar op.

In werkelijkheid zit er in elke afgestemde kring altijd wel ergens een beetje weerstand, bijvoorbeeld in de spoel of in verbindingsdraden. Die weerstand is hier afgebeeld als de serieweerstand R in de kring. De praktijk is dat de kring bij resonantie een weerstand houdt ter grootte van R .

Ook als R een opzettelijk aangebrachte weerstand is, is dat het geval.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





5.5.33 Uitwerking van Opgave 5-33

Een seriekring gedraagt zich op zijn resonantiefrequentie als een:

- A. lage weerstand
- B. hoge weerstand
- C. kortsluiting

Uitwerking

Het antwoord verschilt eigenlijk nauwelijks van dat bij de vorige opgave. Een ideale seriekring gedraagt zich als kortsluiting, maar omdat ideale kringen niet bestaan, wordt het een lage weerstand.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.34 Uitwerking van Opgave 5-34

De weerstand van een seriekring in resonantie is:

- A. laag
- B. hoog
- C. negatief

Uitwerking

Deze vraag verschilt weinig van enkele voorgaande. De weerstand van een seriekring in resonantie is laag, weliswaar niet 0, maar zeker niet negatief.

Antwoord A,

Opmerking

Bij een frequentie hoger dan de resonantiefrequentie is de reactantie van de spoel hoger dan die van de condensator. De kring reageert dan als een zelfinductie; dat heet *inductief*.

Bij een frequentie lager dan de resonantiefrequentie is de reactantie van de condensator hoger dan die van de spoel. De kring reageert dan als een capaciteit, dat heet *capacitief*.



Terug naar de opgave

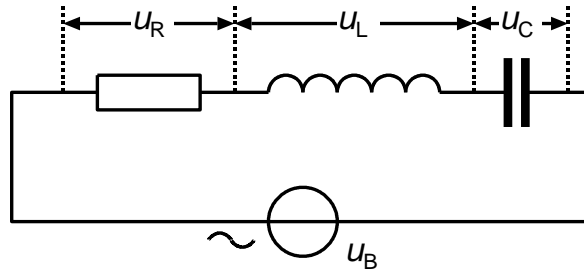
Naar de volgende opgave



5.5.35 Uitwerking van Opgave 5-35

Onafhankelijk van de waarden van de onderdelen geldt bij resonantie:

- A. $U_R = U_L$
- B. $U_R = U_B$
- C. $U_R = U_C$



Uitwerking

Hier wordt gevraagd naar de situatie bij resonantie. Dan zijn de spanningen over de spoel en de condensator onderling in tegenfase. Daardoor vallen ze tegen elkaar weg, dat wil zeggen: opgeteld zijn ze 0.

Dan blijft de spanning over de weerstand over en volgens Kirchhoff moet die gelijk zijn aan de voedings(wissel)spanning U_B .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

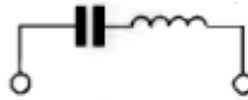
Naar de volgende opgave



5.5.36 Uitwerking van Opgave 5-36

Indien bij een seriekring de zelfinductie en de capaciteit beiden verdubbeld worden zal de resonantiefrequentie:

- A. gehalveerd worden
- B. 2 maal zo hoog worden
- C. 4 maal zo hoog worden



Uitwerking

De resonantiefrequentie f_{res} van zowel een serie- als een parallel-LC-kring wordt berekend met de vergelijking van Thompson:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Als L en C allebei 2x zo groot worden, wordt \sqrt{LC} 2x zo groot (door het wortelteken niet 4x!). De frequentie wordt dan half zo groot, want \sqrt{LC} staat in de noemer van de breuk.

Antwoord A.

Opmerkingen

Uit de uitkomst blijkt dat je voor resonantie op een lagere frequenties grotere spoelen en/of condensatoren nodig hebt, voor resonantie op hogere frequenties kleinere.

Verdubbeling van alleen spoel of condensator leidt niet tot een halvering van de resonantiefrequentie, maar tot delen door $\sqrt{2}$, dat is vermenigvuldigen met ongeveer 0,707, meestal af te ronden op 0,71 of 0,7.

Halvering van alleen spoel of condensator leidt tot vermenigvuldigen van de frequentie met $\sqrt{2} \approx 1,414$, meestal af te ronden op 1,41 of 1,4



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.37 Uitwerking van Opgave 5-37

Indien bij een seriekring de zelfinductie wordt verdubbeld, zal de resonantiefrequentie:

- A. gehalveerd worden
- B. $\sqrt{2}$ maal zo laag worden
- C. 2 maal zo hoog worden



Uitwerking

Deze opgave lijkt sterk op de vorige. Kijk als je wilt vooral naar de opmerkingen bij de uitwerking ervan.

Ook nu hebben we te maken met de vergelijking van Thompson:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Als L 2x zo groot wordt, wordt de noemer in de breuk $\sqrt{2}$ maal zo groot en de uitkomst voor de resonantiefrequentie $\sqrt{2}$ maal zo laag.

Dat wordt antwoord B.



Terug naar de opgave

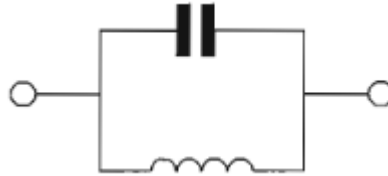
Naar de volgende opgave



5.5.38 Uitwerking van Opgave 5-38

Indien bij een parallelkring de zelfinductie wordt verdubbeld en de capaciteit wordt gehalveerd, dan zal de resonantiefrequentie:

- A. gelijk blijven
- B. gehalveerd worden
- C. 2 maal zo hoog worden



Uitwerking

Net als voor seriekringen geldt voor de resonantiefrequentie van parallelkringen de vergelijking van Thompson:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Eigenlijk is het verhaal dus niet anders dan bij de opgaven met seriekringen.

L wordt verdubbeld en C gehalveerd. Dan blijft LC gelijk. En dat laatste zal de resonantiefrequentie ook doen.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.39 Uitwerking van Opgave 5-39

Indien bij een parallelkring de capaciteit wordt gehalveerd zal de resonantiefrequentie:

- A. $\sqrt{2}$ maal zo hoog worden
- B. $\sqrt{2}$ maal zo laag worden
- C. verdubbeld worden

**Uitwerking**

Alweer de vergelijking van Thompson:

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Als C wordt gehalveerd wordt de uitkomst voor de noemer $\sqrt{2}$ maal zo klein en de uitkomst voor de resonantiefrequentie f_{res} , $\sqrt{2}$ maal zo hoog.

Antwoord A



Terug naar de opgave

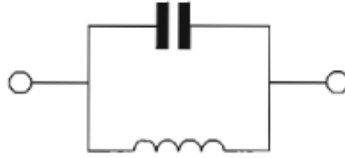
Naar de volgende opgave



5.5.40 Uitwerking van Opgave 5-40

Dit is het schema van een:

- A. seriekring
- B. parallelkring**
- C. laagdoorlaatfilter



Uitwerking

Spoel en condensator staan parallel geschakeld, dus is dit onmiskenbaar een parallelkring.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



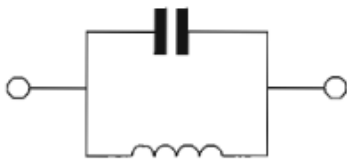
5.5.41 Uitwerking van Opgave 5-41

De impedantie van een parallelkring in resonantie is:

- A. hoog
- B. laag
- C. nul

Uitwerking

Zie het bijbehorende schema van een parallelkring, overgenomen uit de vorige opgave.



De spanning over spoel en condensator is dezelfde. In een kring als deze zijn de stromen door condensator en spoel onderling in tegenfase. Bij resonantie zijn ze in spoel en condensator ook nog even groot, zodat ze elkaar dan precies opheffen. Er is dan in theorie geen doorgaande stroom, dus een oneindig hoge impedantie. In werkelijkheid is er bij resonantie wel een (kleine) doorgaande stroom, omdat ideale componenten, in dit geval een ideale spoel en ideale condensator, niet bestaan. De impedantie is dan ook hoog, maar niet oneindig.

Antwoord A.

Opmerking

Die tegenfase komt doordat:

1. Bij de condensator de stroom een kwart periode vóórloopt op de spanning
2. Bij de spoel de stroom een kwart periode achterloopt op de spanning.

Samen is dat een verschil van een halve periode en dat betekent tegenfase.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



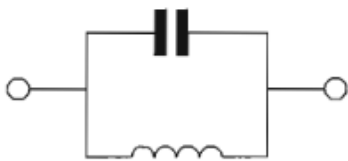
5.5.42 Uitwerking van Opgave 5-42

Een parallelkring heeft:

- A. in resonantie een lage impedantie
- B. bij alle frequenties dezelfde impedantie
- C. **in resonantie een hoge impedantie**

Uitwerking

In een parallelkring staan spoel en condensator parallel geschakeld, zoals in de figuur.



De spanning over beide is dezelfde. Bij resonantie zijn de stromen door beide even groot, maar onderling in tegenfase, zodat ze elkaar opheffen. Bij een ideale kring lijkt het op de contactpunten of er geen stroom loopt en zou de impedantie oneindig zijn. Zoals we weten, bestaat ideaal alleen als idee

in de menselijke geest, vandaar het woord *ideaal*. In werkelijkheid loopt er bij resonantie wel stroom door de schakeling, maar heel weinig. (Veel) spanning en weinig stroom betekent volgens de ons welbekende heer Ohm een hoge weerstand. De impedantie is bij resonantie dan ook hoog.

Antwoord C,

Opmerking

Zie de opmerking bij de uitwerking van de vorige opgave voor de verklaring van de tegenfase.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

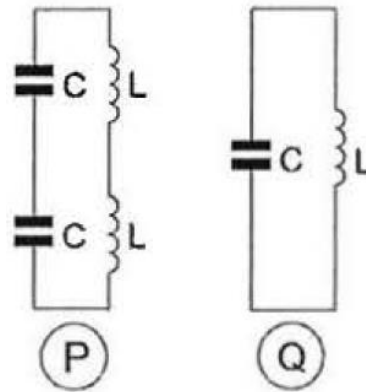


5.5.43 Uitwerking van Opgave 5-43

De spoelen zijn onderling niet gekoppeld.

De resonantiefrequentie van kring Q is:

- A. 2 maal die van kring P
- B. 0,5 maal die van kring P
- C. **gelijk aan die van kring P**



Uitwerking

We gaan ervan uit dat de condensatoren en de spoelen gelijk zijn.

Twee keer C in serie betekent 0,5 C.

Twee keer L in serie betekent 2 L

Omdat $\sqrt{LC} = \sqrt{2L * 0,5 C}$, is de resonantiefrequentie f_{res} in beide gevallen gelijk, want

$$f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Antwoord C.



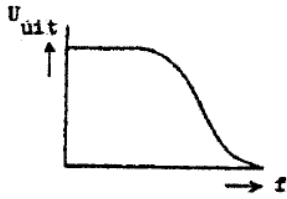
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

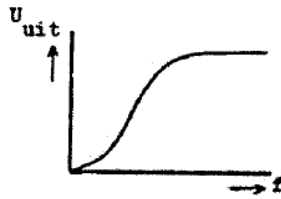


5.5.44 Uitwerking van Opgave 5-44

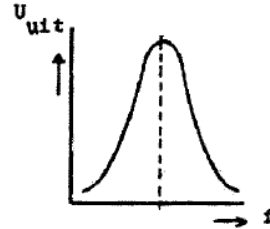
Welke karakteristiek behoort bij een banddoorlaatfilter?



karakteristiek 1



karakteristiek 2



karakteristiek 3

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

Uitwerking

Een banddoorlaatfilter laat een frequentieband door en onderdrukt de frequenties hoger en lager dan die in de door te laten frequentieband.

Aan die omschrijving voldoet karakteristiek 3 als enige.

Antwoord C

Opmerkingen

Karakteristiek 1 is die van een laagdoorlaatfilter. Dat onderdrukt alleen hogere frequenties.

Karakteristiek 2 is die van een hoogdoorlaatfilter. Dat onderdrukt alleen lagere frequenties.



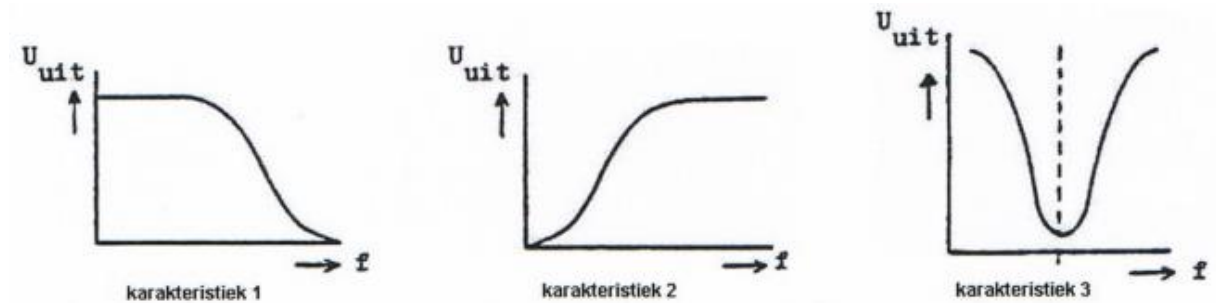
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



5.5.45 Uitwerking van Opgave 5-45

Welke karakteristiek behoort bij een bandsperfilter?



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

Uitwerking

Een bandsperfilter is een filter dat een frequentieband onderdrukt en zowel hogere als lagere frequenties doorlaat.

Aan die omschrijving voldoet karakteristiek 3.

Antwoord A.

Opmerkingen

Karakteristiek 1 is een laagdoorlaatfilter. Het onderdrukt hogere frequenties.

Karakteristiek 2 is een hoogdoorlaatfilter. Het onderdrukt lagere frequenties.



Terug naar de opgave

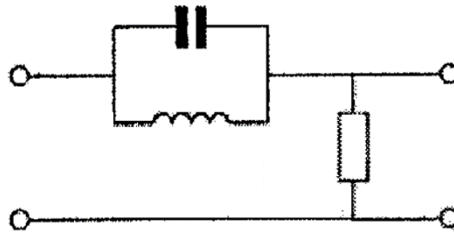
Naar de volgende opgave



5.5.46 Uitwerking van Opgave 5-46

Dit is het schema van een:

- A. Banddoorlaatfilter
- B. Bandsperfilter**
- C. Laagdoorlaatfilter



Uitwerking

We zien in het schema een parallelkring. Op de resonantiefrequentie heeft de kring een hoge impedantie en laat daardoor die frequentie van alle frequenties het slechtst door.

Hogere en lagere frequenties worden minder tot nauwelijks onderdrukt. Daarom is het een bandsperfilter. De karakteristiek van zo'n filter vind je als karakteristiek 3 in de vorige opgave.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

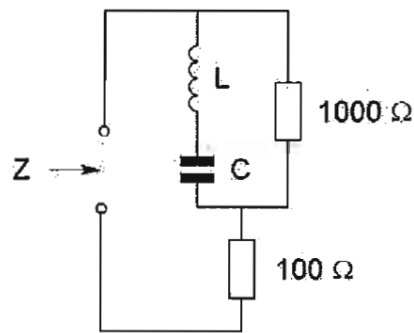
Naar de volgende opgave



5.5.47 Uitwerking van Opgave 5-47

Bij resonantie is de impedantie Z:

- A. 1000 Ω
- B. 1100 Ω
- C. 100 Ω

**Uitwerking**

In het schema staat een seriekring. Als het een goede seriekring is, heeft hij bij resonantie een heel kleine weerstand die de weerstand van 1000 ohm praktisch kortsluit. In dit soort theoretische vragen mag je uitgaan van 0 Ω .

Dan blijft praktisch gesproken de weerstand van 100 ohm over.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

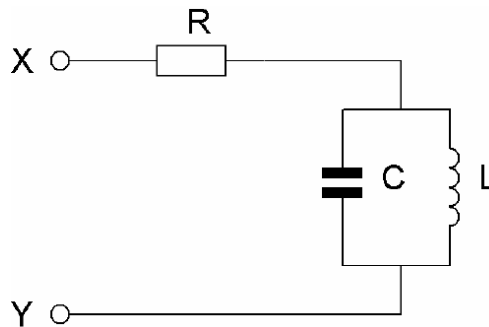


5.5.48 Uitwerking van Opgave 5-48

De parallelkring is in resonantie.

De impedantie tussen X en Y is:

- A. zeer groot
- B. R
- C. L / C

**Uitwerking**

Als een parallelkring in resonantie is, is de impedantie zeer hoog en Ohms omdat de stromen door weerstand en condensator elkaar opheffen, want ze zijn onderling in tegenfase (het faseverschil is dan een halve periode). Die impedantie, in feite dus een hoge weerstand, staat in serie met een weerstand. Dan is die hoge impedantie nog een stukje ter waarde van de weerstand hoger. Tussen X en Y zien we daarom een zeer grote impedantie.

Antwoord A.



Terug naar de opgave