



# Inhoudsopgave

10	Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 10.....	10-2
10.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	10-2
10.2	Enkele opmerkingen.....	10-3
10.3	Formularium .....	10-3
10.3.1	Terugkoppeling.....	10-3
10.3.2	Oscillatoren met afgestemde kringen.....	10-3
10.3.3	Oscillatoren met een kristal als afgestemde kring. ....	10-5
10.4	Opgaven.....	10-7
10.4.1	Opgave 10-1 .....	10-8
10.4.2	Opgave 10-2.....	10-9
10.4.3	Opgave 10-3.....	10-10
10.4.4	Opgave 10-4.....	10-11
10.4.5	Opgave 10-5.....	10-12
10.4.6	Opgave 10-6.....	10-13
10.4.7	Opgave 10-7.....	10-14
10.4.8	Opgave 10-8.....	10-15
10.4.9	Opgave 10-9.....	10-16
10.4.10	Opgave 10-10.....	10-17
10.5	Uitwerkingen .....	10-18
10.5.1	Uitwerking van Opgave 10-1.....	10-19
10.5.2	Uitwerking van Opgave 10-2.....	10-20
10.5.3	Uitwerking van Opgave 10-3.....	10-21
10.5.4	Uitwerking van Opgave 10-4.....	10-22
10.5.5	Uitwerking van Opgave 10-5.....	10-23
10.5.6	Uitwerking van Opgave 10-6.....	10-24
10.5.7	Uitwerking van Opgave 10-7.....	10-25
10.5.8	Uitwerking van Opgave 10-8.....	10-26
10.5.9	Uitwerking van Opgave 10-9.....	10-27
10.5.10	Uitwerking van Opgave 10-10.....	10-28

## 10 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 10

### 10.1 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 10 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan examenvragen. Het is dan ook een vorm van examentraining.

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

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

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


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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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

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

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

 Terug naar de opgave

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

Naar de volgende opgave 

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

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

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

## 10.3 Formularium

### 10.3.1 Terugkoppeling

Bij terugkoppeling in een versterkerschakeling wordt het uitgangssignaal geheel of voor een deel teruggevoerd naar de ingang. Dat terugvoeren kan leiden tot verkleining of vergroting van het uitgangssignaal.

Verkleining ontstaat als het teruggevoerde signaal tegengesteld is aan het ingangssignaal. Bij gelijkspanning of -stroom is dan het teken (plus of min) omgekeerd; bij wisselspanning of -stroom de fase. Deze vorm van terugkoppeling staat bekend onder de namen **negatieve terugkoppeling** en **tegenkoppeling**.

Vergroting ontstaat in de omgekeerde situatie, als het teruggekoppelde signaal hetzelfde teken heeft als het ingangssignaal of er (ongeveer) mee in fase is. Deze vorm van terugkoppeling heet **positieve terugkoppeling** of ook wel **meekoppeling**.

De opgaven in deze bundel gaan voornamelijk over toepassing van positieve terugkoppeling in oscillatoren, dat zijn schakelingen die wisselspanningen en/of wisselstromen produceren.

### 10.3.2 Oscillatoren met afgestemde kringen

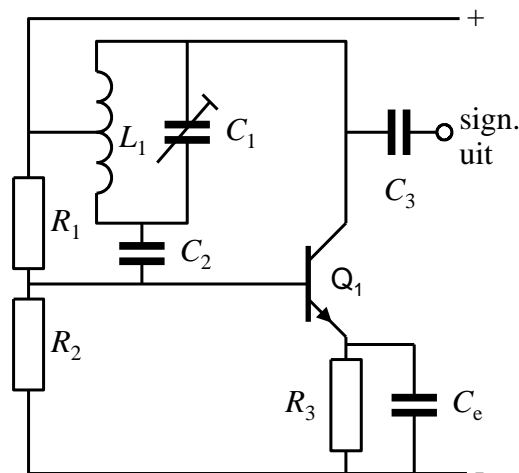
Afgestemde kringen kennen we van hoofdstuk 5: een combinatie van een spoel en een condensator.

Een oscillator heeft drie dingen nodig:

- Een versterkerschakeling
- Positieve terugkoppeling waarbij er een frequentie is waarvan het teruggekoppelde signaal in fase is met het signaal op de versterkeringang.
- Het teruggekoppelde vermogen moet, om te ontstaan, groter zijn dan het signaal op de ingang. Eenmaal ontstaan, wordt het na een aantal perioden even groot. Dat heet de **rondgaande versterking**. Die is groter dan 1 bij het ontstaan en 1 als de oscillator eenmaal loopt.

Een rondgaande versterking van meer dan 1 wordt vanzelf 1. Als er geen ander mechanisme is, wordt de amplitude van het opgewekte signaal wel begrensd door de voedingsspanning.

We geven hieronder een voorbeeld van een oscillatorschema. Er zijn meer mogelijkheden dan alleen deze.



Het versterkende element is de NPN-transistor  $Q_1$ . De gelijkstroominstelling ervan wordt bepaald door de weerstanden  $R_1$ ,  $R_2$  en  $R_3$ .

Wat op de basis binnenkomt, komt er via de collector in tegenfase ('op zijn kop') weer uit. Samen met de voedingsstroom loopt het versterkte signaal door de parallelkring van  $L_1$  en  $C_1$ . De condensator  $C_1$  is getekend als instelcondensator, waarmee de frequentie kan worden veranderd. De spoel is halverwege verbonden met de voedingsspanning. Daar is de wisselspanning 0. Op het onderste eind van de spoel is hij weer aanwezig, maar in tegenfase met de wisselspanning op het boven-einde, dus nog een keer op de kop. Twee keer op de kop is recht op en via  $C_2$  belandt het signaal in fase op de basis van de transistor. Daarmee is de cirkel rond.

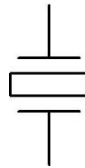
Het effect van de afgestemde kring op de fase van het signaal is te vergelijken met een wip-wap in een speeltuin. Het ene stoeltje gaat omhoog, het midden blijft op zijn plek en het andere stoeltje gaat omlaag en omgekeerd.

### 10.3.3 Oscillatoren met een kristal als afgestemde kring.

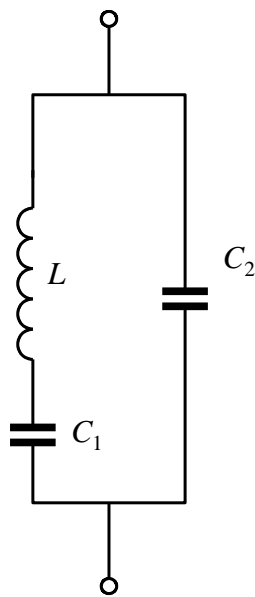
Voor dit type oscillatoren worden tot plaatjes geslepen kwartskristallen gebruikt. Die hebben piezo-elektrische eigenschappen. Dat betekent het volgende.

Als er tussen de twee vlakken een spanning wordt aangelegd, wordt het kristal een klein beetje vervormd. Als het door een mechanische oorzaak iets vervormd wordt, ontstaat er een spanning tussen de vlakken. Zo'n kristalplaatje heeft een eigen trillingsfrequentie. Het gedraagt zich in een schakeling als een afgestemde kring met een vrijwel vaste frequentie.

Dit is een veel gebruikt schemasymbool voor een kwartskristal:



Kristallen worden onder meer toegepast in oscillatoren. Zulke oscillatoren leveren een vrijwel vaste frequentie. Hoewel kristallen in N-examenopgaven weinig voorkomen, doet een variant op hun vervangingsschema dat vreemd genoeg wel. Het vervangingsschema van een kristal zien we in de figuur links.



Het omvat seriekring bestaande uit  $L$  en  $C_1$ . Rechts staat nog een condensator,  $C_2$ .

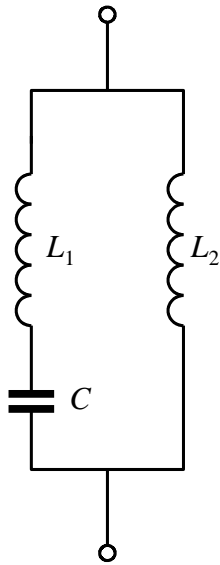
Als de seriekring in resonantie is, is de impedantie in theorie 0, in de praktijk heel laag. Daarom hoort er eigenlijk nog een kleine weerstand in serie met  $L$  en  $C_1$  te staan. Die is ter wille van de eenvoud weggelaten.

Bij resonantie van de seriekring wordt  $C_2$  gepasseerd, dat wil zeggen: die doet in het spel praktisch niet mee.

Dat is anders als de frequentie hoger is dan de resonantiefrequentie van de serieschakeling. De reactantie van  $L$  is dan hoger dan die van  $C_1$  en de seriekring gaat zich dan gedragen als een spoel met een zelfinductie die kleiner is dan de echte waarde van  $L$ .

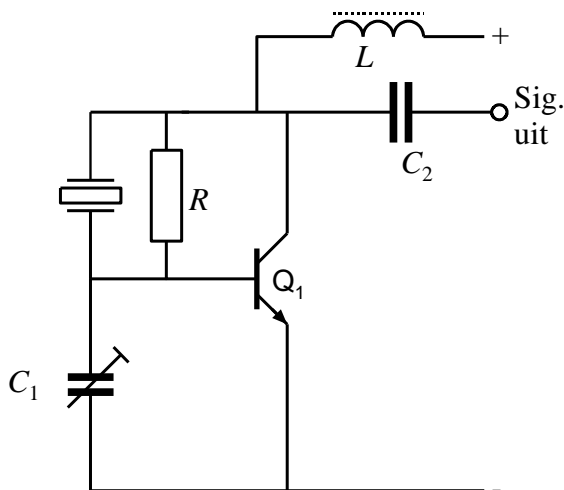
Dan komt  $C_2$  wèl in beeld. Samen vormen ze dan een parallelkring met een eigen resonantiefrequentie die hoger ligt dan de resonantiefrequentie van de seriekring.

Een kristal heeft dus twee resonantiefrequenties. Welke van de twee aan bod komt, ligt aan de schakeling.



In de 'klassieke' examenvariant (figuur links) is condensator  $C_2$  vervangen door spoel  $L_2$ . Ook deze kring heeft twee resonantiefrequenties, maar om  $L_2$  te laten meedoen, moet in de seriekring de reactantie van de condensator  $C$  niet lager, maar hoger zijn dan die van  $L_1$ . De resonantiefrequentie van het geheel is dan niet hoger, maar lager dan de serieresonantiefrequentie, omdat de serieschakeling zich als een condensator gaat gedragen en een parallelkring vormt met  $L_2$ .

Een voorbeeld van een kristaloscillator zien we in de figuur hieronder.



Hij lijkt qua werking wat op de LC-oscillator op pagina 10-3. Het is een Pierce-oscillator, maar die naam is geen examenstof en de werking ook niet. Het kunnen herkennen van de onderdelen is dat wel.




## 10.4 Opgaven



### 10.4.1 Opgave 10-1

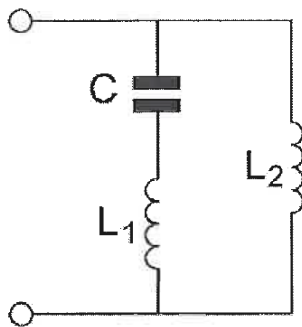
Welke bewering kan juist zijn?

- A. een batterij levert een vermogen van 30 mA
- B. een oscillator werkt op een frequentie van
- C. een spoel heeft een zelfinductie van  $27\mu\text{F}$

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 t/m midden 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2006.



**10.4.2 Opgave 10-2**

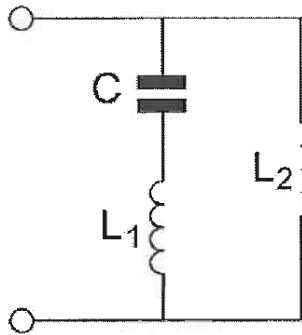
De parallelresonantiefrequentie van deze schakeling wordt bepaald door:

- A. C en L1 en L2
- B. C en L1
- C. C en L2

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020

**10.4.3 Opgave 10-3**

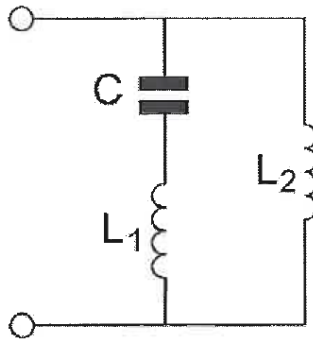
De serieresonantiefrequentie van deze schakeling wordt bepaald door:

- A. C en L2
- B. C en L1 en L2
- C. C en L1

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




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

**10.4.4 Opgave 10-4**

Deze L-C schakeling heeft:

- A. Alleen een parallelresonantiefrequentie
- B. Alleen een serieresonantiefrequentie
- C. Zowel een parallel- als een serieresonantiefrequentie.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 19 keer gevraagd; voor het laatst in januari 2020.



### 10.4.5 Opgave 10-5

Aan de uitgang van een LF-versterker kunnen harmonischen van het ingangssignaal verschijnen indien:

- A. De bandbreedte beperkt is
- B. Er parasitaire capaciteiten aanwezig zijn
- C. De versterker niet-lineair is

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: onbekend



### 10.4.6 Opgave 10-6

De frequentie waarop een oscillator werkt wordt voornamelijk bepaald door:

- A. De LC combinatie
- B. De rondgaande versterking
- C. De terugkoppeling

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2001.



### 10.4.7 Opgave 10-7

Een HF oscillator moet elektrisch en mechanisch stabiel zijn om te bereiken dat de oscillator geen:

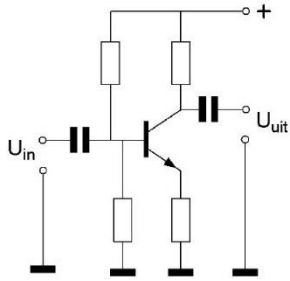
- A. Frequentieverloop vertoont
- B. Sleutelklikken genereert
- C. Vervorming veroorzaakt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

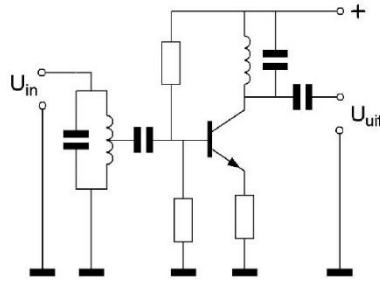
Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020

### 10.4.8 Opgave 10-8

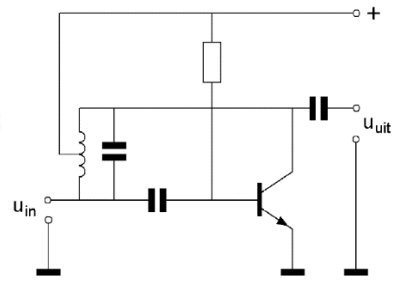
Als transistoroscillator kan het beste worden gebruikt:



Schema 1




Schema 2



Schema 3

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

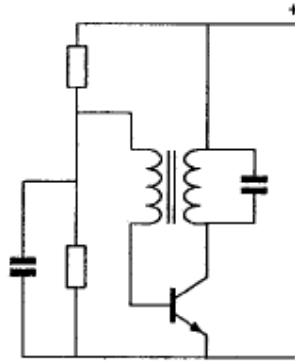
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 20 keer gevraagd; voor het laatst in november 2018.

### 10.4.9 Opgave 10-9

De schakeling stelt voor:

- A. een versterkertrap
- B. een mengtrap
- C. een oscillator



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

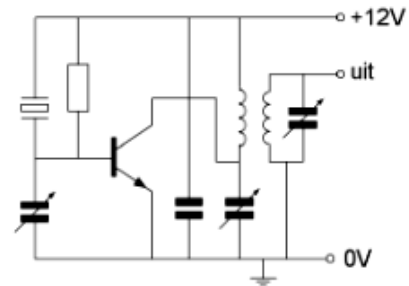
Van 2000 tot 1 juli 2020 24 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020




**10.4.10 Opgave 10-10**

In de schakeling komen de volgende onderdelen voor:

- A. kwartskristal, transistor en zenerdiode
- B. trimcondensator, transistor en bandsperfilter
- C. weerstand, transistor en banddoorlaat filter



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2005.



## 10.5 Uitwerkingen



### 10.5.1 Uitwerking van Opgave 10-1

Welke bewering kan juist zijn?

- A. een batterij levert een vermogen van 30 mA
- B. een oscillator werkt op een frequentie van .....**
- C. een spoel heeft een zelfinductie van  $27\mu\text{F}$

#### **Uitwerking**

We lopen de antwoorden na.

Antwoord A: 30 mA is geen vermogen, maar een stroomsterkte. Vermogen gaat in W. Deze valt af.

Antwoord B: een oscillator levert inderdaad een frequentie. Die zou dus goed moeten zijn.

Antwoord C: Zelfinducties gaan in H (henry), niet in  $\mu\text{F}$ . Dit antwoord kan daarom niet goed zijn.

De enig overblijvende bewering die juist kan zijn is antwoord B.

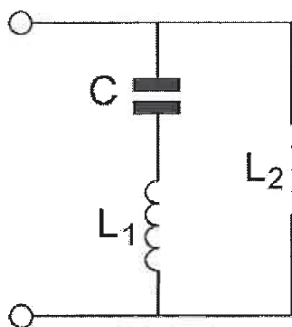


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 10.5.2 Uitwerking van Opgave 10-2



De parallelresonantiefrequentie van deze schakeling wordt bepaald door:

- A. C en  $L_1$  en  $L_2$
- B. C en  $L_1$
- C. C en  $L_2$

#### Uitwerking

Deze schakeling heeft zowel een serie- als een parallelresonantie. De serieresonantie wordt bepaald door  $C$  en  $L_1$ , want bij resonantie is hun gezamenlijke impedantie laag. Daardoor staat  $L_2$  als het ware buitenspel.

Bij parallelresonantie moet de reactantie van  $C$  groter zijn dan die van  $L_1$ . Alleen dan reageert de seriekring als condensator, zodat er voor parallelresonantie met  $L_2$  capaciteit beschikbaar is. Anders houden we alleen twee zelfinducties over en is er geen resonantie. Conclusie: alle drie de onderdelen samen zijn bepalend voor het optreden van parallelresonantie en dus ook voor de frequentie waarop die plaatsvindt.

Antwoord A.

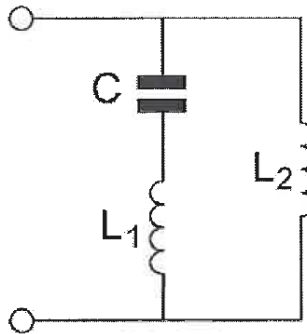


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 10.5.3 Uitwerking van Opgave 10-3



De serieresonantiefrequentie van deze schakeling wordt bepaald door:

- A. C en  $L_2$
- B. C en  $L_1$  en  $L_2$
- C. C en  $L_1$

#### Uitwerking

Bij de uitwerking van de vorige opgave hebben we al gezien dat bij de serieresonantie van  $C$  en  $L_1$  de spoel  $L_2$  buitenspel komt te staan. Dat komt doordat bij resonantie van de seriekring  $C$  en  $L_1$  de impedantie ervan heel laag is (in theorie 0, maar in de praktijk dicht bij 0).

Dan wordt de serieresonantiefrequentie van de kring daadwerkelijk bepaald door  $C$  en  $L_1$ .  
Antwoord C.

#### Opmerking

Dit antwoord neemt niet weg dat deze kring wel degelijk ook een parallelresonantie heeft, maar dan op een frequentie waarbij  $C$  en  $L_1$  zich samen voordoen als capaciteit (uitwerking van Opgave 10-2)

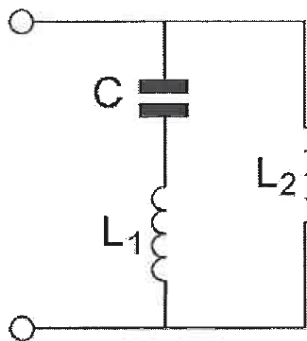


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 10.5.4 Uitwerking van Opgave 10-4



Deze L-C schakeling heeft:

- A. Alleen een parallelresonantiefrequentie
- B. Alleen een serieresonantiefrequentie
- C. Zowel een parallel- als een serieresonantiefrequentie.

#### Uitwerking

C en  $L_1$  hebben een serieresonantiefrequentie.

Op lagere frequenties dan hun resonantiefrequentie reageert de serieschakeling van C en  $L_1$  als een condensator. Dan is de reactantie van de condensator groter dan die van de spoel. In die situatie is er een frequentie, waarbij de reactanties van  $L_2$  en die van de capaciteit die van de serieschakeling overblijft, even groot zijn. Dan is er sprake van een parallelresonantiefrequentie.

Deze schakeling heeft dus zowel een parallel- als een serieresonantiefrequentie.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 10.5.5 Uitwerking van Opgave 10-5

Aan de uitgang van een LF-versterker kunnen harmonischen van het ingangssignaal verschijnen indien:

- A. De bandbreedte beperkt is
- B. Er parasitaire capaciteiten aanwezig zijn
- C. De versterker **niet-lineair** is

#### Uitwerking

Harmonischen ontstaan bij vervorming van een signaal. Vervorming in een versterker treedt op als die versterker niet-lineair is, dat wil zeggen dat de versterking afhangt van de momentele waarde van het aangeboden signaal. Een willekeurig voorbeeld van niet-lineariteit: een signaal met een amplitude 1 V wordt versterkt naar 2 V en een signaal met een amplitude van 2 V wordt versterkt naar 3 V. In het eerste geval is de spanningsversterking 2x, in het tweede geval 1,5x.

In zulke gevallen ontstaan harmonischen.

Antwoord C.

#### Opmerkingen

Vorming van harmonischen leidt tot een toename van de bandbreedte.

Parasitaire capaciteiten kunnen zitten in ongewenste capaciteiten in bedrading en printconstructies. In het ergste geval kunnen die in een versterkerschakeling leiden tot oscillatie.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 10.5.6 Uitwerking van Opgave 10-6

De frequentie waarop een oscillator werkt, wordt voornamelijk bepaald door:

- A. De LC combinatie
- B. De rondgaande versterking
- C. De terugkoppeling

#### **Uitwerking**

De frequentie van een oscillator wordt bepaald door de LC-combinatie, dat is de combinatie van spoel en condensator in de afgestemde kring.

Antwoord A.

#### **Opmerkingen**

In een oscillator kan de frequentiebepalende LC-kring vervangen zijn door een kwartskristal ('X-tal').

Elke oscillator bevat een versterkend element, zoals een transistor, FET of operationele versterker. Die laatste is geen N-stof, maar in hoofdstuk 10 van de F-cursus wordt hij uitvoerig behandeld. Het versterkende element is nodig om een rondgaande versterking te bereiken die groter is dan 1. Daarzonder oscilleert er niets.

De rondgaande versterking gaat terug naar 1 tijdens het oscillatieproces. Daar kunnen verschillende oorzaken voor zijn. Zijn die er niet, dan is uiteindelijk de voedingsspanning beperkend.

Zonder terugkoppeling is er geen rondgaande versterking. Bij terugkoppeling van uitgang naar ingang moet het teruggekoppelde signaal in fase zijn (weinig of geen faseverschil hebben) met het ingangssignaal.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 10.5.7 Uitwerking van Opgave 10-7

Een HF oscillator moet elektrisch en mechanisch stabiel zijn om te bereiken dat de oscillator geen:

- A. Frequentieverloop vertoont
- B. Sleutelklikken genereert
- C. Vervorming veroorzaakt

#### Uitwerking

Aan de stabiliteit van de frequentie van een zender worden strenge eisen gesteld. Die mag tijdens een uitzending vrijwel niet veranderen. Dat betekent dat de oscillator die de frequentie levert, een stabiel signaal moet leveren. Dat wordt mede bereikt door mechanische stabiliteit, bijvoorbeeld geen schommelende en wiebelende draden. Een printplaat moet stevig gemonteerd zijn. Anders ontstaan capaciteitsveranderingen en die leiden tot een onstabiele frequentie.

Dit komt neer op antwoord A.

#### Opmerkingen

De eis van frequentiestabiliteit geldt het sterkst als de zendfrequentie tot stand komt via frequentievermenigvuldiging. Bij een vermenigvuldiging van bijvoorbeeld 9x, wat niet uitzonderlijk is, wordt een oorspronkelijke frequentievariatie van bijvoorbeeld 15 Hz vergroot tot 135 Hz. Dat kan bij signaaloverdracht via een zender hinderlijk zijn. Dat is niet alleen vervelend voor degene die het signaal ontvangt. Het kan ook leiden tot ongewenst storen van anderen.

Sleutelklikken ontstaan in telegrafiezenders (CW) als de oscillator met de seinsleutel wordt aan- en uitgeschakeld. Meer hierover volgt in de hoofdstukken over zenders (hoofdstuk 12) en storingen (hoofdstuk 16).

Vervorming in een zender kan worden veroorzaakt door te sterke modulatie (hoofdstuk 12), maar heeft niets met de oscillator te maken.



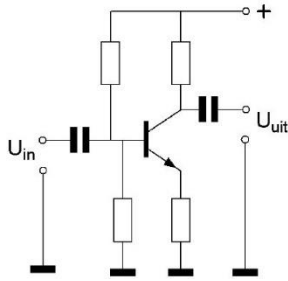
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

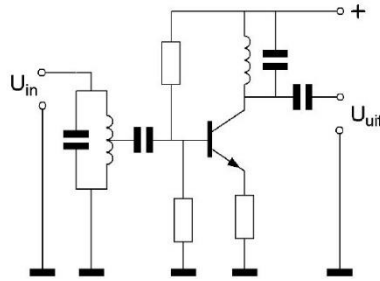


### 10.5.8 Uitwerking van Opgave 10-8

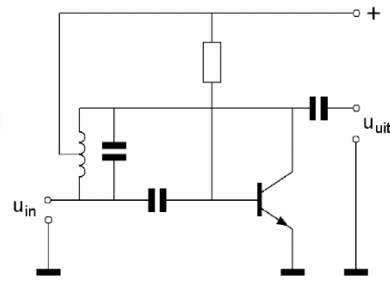
Als transistoroscillator kan het beste worden gebruikt:



Schema 1



Schema 2



Schema 3

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

#### Uitwerking

De eerste vraag om vast te stellen of iets een oscillator is, is: waar zie ik een afgestemde kring van waaruit signaal in fase wordt teruggekoppeld naar de ingang?

Schema 1 heeft niet eens een afgestemde kring, dus die valt direct af. Het is een LF-versterker.

Schema 2 heeft twee afgestemde kringen, maar wie hier een terugkoppeling naar de ingang ziet, mag het zeggen. De weerstand tussen + en basis dient alleen maar voor de gelijkstroominstelling van de transistor. De schakeling is een HF-versterker, dat wel.

Schema 3 is wel een oscillator. De afgestemde kring is aan één kant verbonden met de collector, aan de andere kant via de condensator met de basis. De middenaftakking van de spoel hangt aan de +. Door die constructie zijn de wisselspanningen op de spoeluiteinden onderling in tegenfase. Omdat de wisselspanning op de collector ook al in tegenfase is met die op de basis, krijgen we 2x tegenfase is meefase. Dan is er positieve terugkoppeling.

Antwoord B.

#### Opmerking

Kijk nog eens goed naar de drie schema's. Ze hebben alle drie een signaalingang. Pure examenmisleiding, want een oscillator heeft normaal gesproken geen ingang voor signaal van buiten, alleen een signaaluitgang naar buiten!



Terug naar de opgave

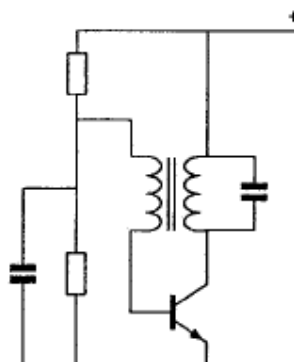
Naar de volgende opgave



### 10.5.9 Uitwerking van Opgave 10-9

De schakeling stelt voor:

- A. een versterkertrap
- B. een mengtrap
- C. een oscillator



#### Uitwerking

Het collectorsignaal is in tegenfase met dat op de basis. Maar... het collectorsignaal wordt via de transformator overgebracht naar de basis (en de basis-gelijkspanning loopt via de secundaire van de trafo). Wil de zaak oscilleren, dan moet in de transformator een fase-omkering plaatsvinden en dat is het geval. Twee keer tegenfase is meefase.

Antwoord C.

#### Opmerking

Dit is geen versterkertrap, want een versterkertrap oscilleert niet.

De mengtrap hebben we nog niet gehad; die komt in hoofdstuk 13. Maar dit is zo duidelijk een oscillator dat gebruik van deze opgave bij hoofdstuk 10 wel te verantwoorden is.



Terug naar de opgave

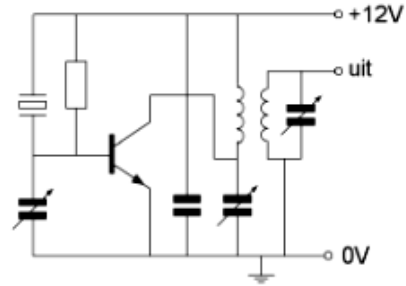
Naar de volgende opgave



### 10.5.10 Uitwerking van Opgave 10-10

In de schakeling komen de volgende onderdelen voor:

- A. kwartskristal, transistor en zenerdiode
- B. trimcondensator, transistor en bandsperfilter
- C. **weerstand, transistor en banddoorlaatfilter**



#### Uitwerking

In de schakeling ontbreken de zenerdiode en het bandsperfilter; dat laatste zou bijvoorbeeld een seriekring op de uitgang moeten zijn. Daarmee vervallen de antwoorden A en B.

Een banddoorlaatfilter (antwoord C) is er wel, namelijk de afgestemde kring op de uitgang. Een weerstand en een transistor (4 stuks) zitten ook in het schema, zodat dit alles uitdraait op antwoord C.

#### Opmerking

Dit is het schema van een kristaloscillator.



Terug naar de opgave