

Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum: Kantelfrequentie en resonantiefrequentie

## Benodigdheden

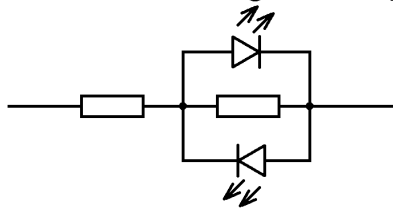
Gloeilampje, spoel, condensator, signaalgenerator die een sinusvormige wisselspanning levert, aansluitdraden, LCR-meter

Eventueel kan het gloeilampje vervangen worden door een combinatie van twee (rode) leds en twee weerstanden volgens het onderstaande schema. Hierbij zijn de twee weerstanden bijvoorbeeld  $22\ \Omega$ .

gloeilampje



alternatief voor gloeilampje



## Opdracht 0

Bepaal met de LCR-meter de weerstand  $R$  van het gloeilampje.

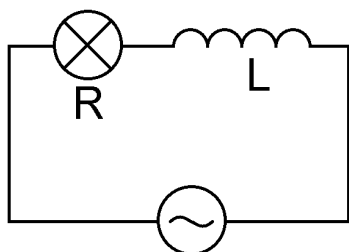
Bepaal met de LCR-meter de zelfinductie  $L$  van de spoel.

Bepaal met de LCR-meter de capaciteit  $C$  van de condensator.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



In de volgende twee opdrachten staat de onderstaande schakeling centraal.



### Opdracht 1

Bereken met de meetwaarden uit opdracht 0 de kantelfrequentie in de schakeling. Bij deze frequentie is de impedantie van het gloeilampje gelijk aan de impedantie van de spoel.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Opdracht 2

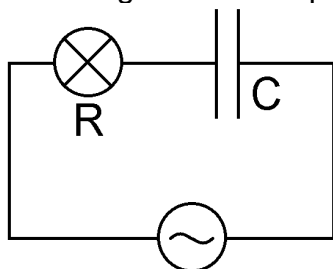
Bouw de schakeling en zorg ervoor dat de spanning van de signaalgenerator niet te hoog is (het lampje mag niet fel branden!). Ga na dat het lampje bij lage frequenties wel brandt en bij hoge frequenties niet. Bepaal globaal de overgangsfrequentie tussen beide frequentiegebieden.

Ga na of de berekende kantelfrequentie overeenkomt met de experimenteel bepaalde overgangsfrequentie. Verklaar eventuele verschillen.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



In de volgende twee opdrachten staat de onderstaande schakeling centraal.



### Opdracht 3

Bereken met de meetwaarden uit opdracht 0 de kantelfrequentie in de schakeling. Bij deze frequentie is de impedantie van het gloeilampje gelijk aan de impedantie van de condensator.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Opdracht 4

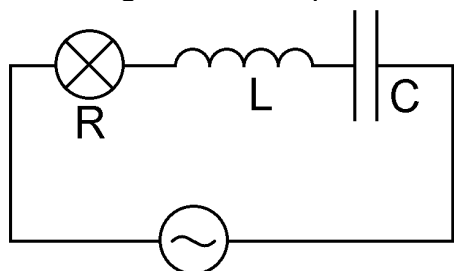
Bouw de schakeling en zorg ervoor dat de spanning van de signaalgenerator niet te hoog is (het lampje mag niet fel branden!). Ga na dat het lampje bij lage frequenties niet brandt en bij hoge frequenties wel. Bepaal globaal de overgangsfrequentie tussen beide frequentiegebieden.

Ga na of de berekende kantelfrequentie overeenkomt met de experimenteel bepaalde overgangsfrequentie. Verklaar eventuele verschillen.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



In de volgende twee opdrachten staat de onderstaande schakeling centraal.



### Opdracht 5

Bereken met de meetwaarden uit opdracht 0 de resonantiefrequentie in de schakeling. Bij deze frequentie is de impedantie van de spoel gelijk aan de impedantie van de condensator.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Opdracht 6

Bouw de schakeling en zorg ervoor dat de spanning van de signaalgenerator niet te hoog is (het lampje mag niet fel branden!). Ga na dat het lampje rond één frequentie fel brandt en verder niet. Bepaal globaal deze frequentie.

Ga na of de berekende resonantiefrequentie overeenkomt met de experimenteel bepaalde frequentie. Verklaar eventuele verschillen.

Laat het bovenstaande controleren.



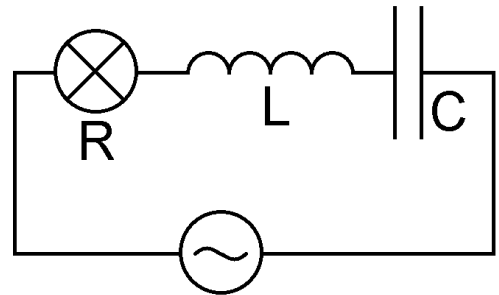
# Practicum: serieresonantie

## Benodigheden

Signaalgenerator die een sinusvormige wisselspanning levert, aansluitdraden, LCR-meter, gloeilampje, spoel (van tussen de 10 en 100 mH), een aantal condensatoren (niet elektrolytisch) van tussen de 10 nF en 10  $\mu$ F.

## Beschrijving van de proef

In de proef wordt gewerkt met de hiernaast afgebeelde schakeling. Bij elke beschikbare condensator C wordt in combinatie met de (vaste) spoel L de resonantiefrequentie bepaald (serieresonantie). Dit wordt gedaan door de frequentie van de signaalgenerator te variëren en te zoeken naar die frequentie waarbij het gloeilampje R oplicht. Na verwerking van alle meetgegevens wordt nagegaan of het gevonden verband tussen de resonantiefrequentie en de capaciteit van de condensator in overeenstemming is met het theoretische verband.



## Opdracht 1: meten van de zelfinductie en de capaciteiten

Stap 1:

Bepaal de zelfinductie van de spoel met de LCR-meter.

Stap 2:

Bepaal van elke condensator de capaciteit met de LCR-meter.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



## Opdracht 2:

### **BEREKEN bij de grootste capaciteit de resonantiefrequentie**

Bereken bij de condensator met de grootste capaciteit de frequentie (resonantiefrequentie) waarbij het lampje oplicht.

Leg uit of bij kleinere capaciteiten de resonantiefrequentie hoger of lager ligt dan de frequentie die hierboven berekend is.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



## Opdracht 3:

### **MEET bij elke condensator de resonantiefrequentie**

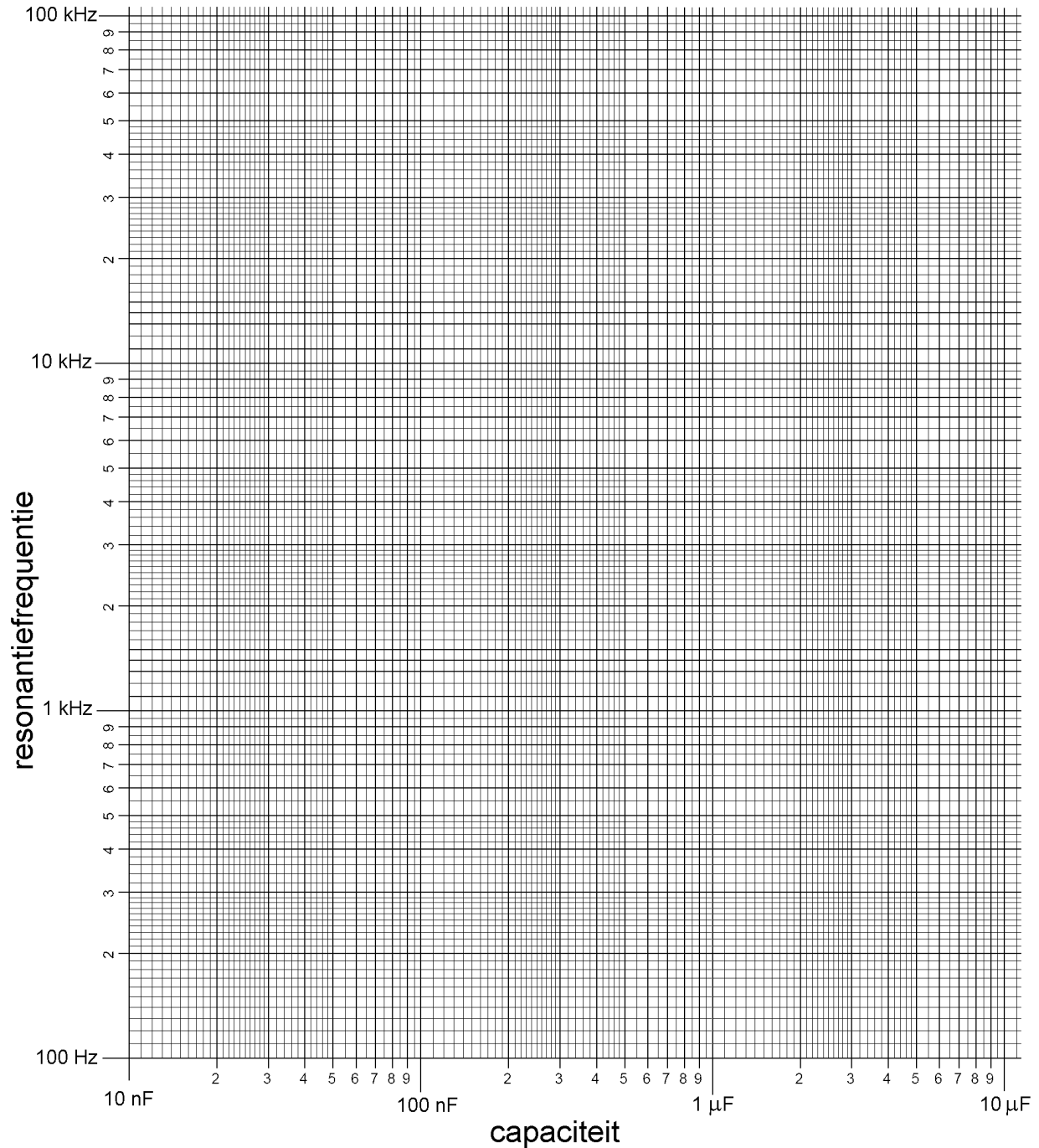
Bepaal bij elke condensator de frequentie (resonantiefrequentie) waarbij het lampje oplicht. Tip: begin bij de grootste capaciteit en eindig bij de kleinste.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.

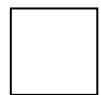


### Opdracht 4: diagram maken

Teken in het onderstaande diagram de hiervoor gevonden meetwaarden. Teken ook de trendlijn die zo goed mogelijk bij de meetpunten past.



Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



Toelichting op het gebruik van dubbellogaritmisch grafiekenpapier

De functie  $y = a \cdot x^b$  wordt op dubbellogaritmisch papier een rechte lijn.

Er geldt immers  $\log(y) = \log(a) + b \cdot \log(x)$ .

Als  $\log(y)$  tegen  $\log(x)$  wordt uitgezet, is de lijn recht met als steilheid (richtingscoëfficiënt of hellingsgetal)  $b$ .

**Opdracht 5: de steilheid van de trendlijn**

In theorie heeft de steilheid van de trendlijn in het diagram in theorie de waarde  $-1/2$  decade per decade heeft. Een decade is een bereik van de waarden waarbij de onder- en bovengrens een factor 10 verschillen.

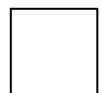
Dat de steilheid  $-1/2$  decade per decade is, volgt uit:  $\log(f) = \log(a) - (1/2)\log(C)$ .

Hierin is  $f$  de resonantiefrequentie,  $a$  een constante en  $C$  de capaciteit.

Bewijs deze formule.

Ga op een eenvoudige manier na of de steilheid van de trendlijn in het diagram inderdaad gelijk is aan  $-1/2$  decade per decade.

Laat het bovenstaande controleren.





Naam: \_\_\_\_\_ Klas: \_\_\_\_\_

# Practicum: Invloed van het aantal windingen op de zelfinductie van een spoel

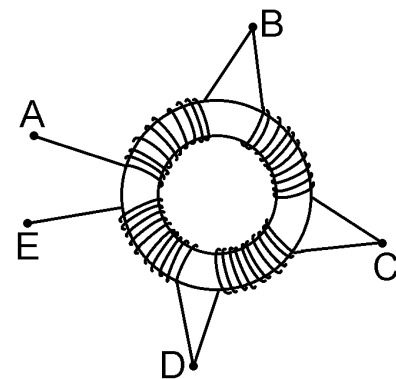
## Doel van de proef

Volgens de theorie is de zelfinductie van een spoel evenredig met het kwadraat van het aantal windingen. In dit practicum gaan we na of dat in de praktijk klopt.

## Benodigdheden

Signaalgenerator, spoel om een ringkern, condensator van  $10 \mu\text{F}$ , weerstand van  $100 \Omega$ , voltmeter (= multimeter die is ingesteld op wisselspanning), LCR-meter, 6 aansluitdraden

De spoel in dit practicum bestaat uit een ringkern die in totaal 60 windingen in gelijke wikkelrichting bevat. Om het aantal windingen te kunnen variëren, bevat de spoel aftakkingen bij de 15-de, de 30-ste en de 45-ste winding. Zie de aansluitpunten A tot en met E in de figuur hiernaast.



## Bepaling van de zelfinductie

In het practicum wordt de zelfinductie van de spoel op twee manieren bepaald. Bij de eerste manier wordt de zelfinductie rechtstreeks met een LCR-meter gemeten. Bij de tweede manier wordt een condensator met een bekende capaciteit in serie met de spoel geplaatst en wordt van de serieschakeling de resonantiefrequentie bepaald. Uit de resonantiefrequentie en de capaciteit van de condensator kan de zelfinductie van de spoel berekend worden.

## Opdrachten

### Opdracht 1

Meet met een LCR-meter de zelfinductie van de spoel bij 15 windingen (gebruik bijvoorbeeld de aansluitpunten A en B), 30 windingen (gebruik bijvoorbeeld A en C), 45 windingen en 60 windingen (gebruik A en E). Schrijf hieronder je metingen op.

Maak een diagram waarin de zelfinductie  $L$  tegen het kwadraat van het aantal windingen ( $n^2$ ) uitstaat. Ga na of  $L$  evenredig is met  $n^2$ . Leg uit hoe je dat in het diagram kunt zien.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.

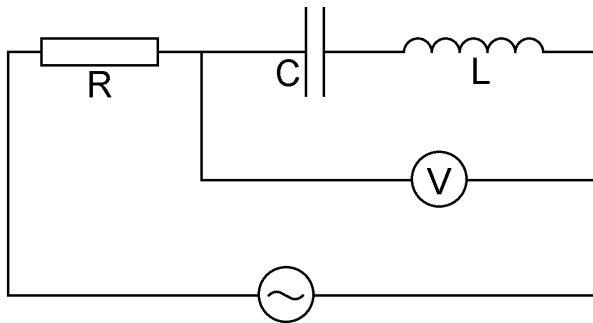


### Opdracht 2

Meet met de LCR-meter de precieze capaciteit  $C$  van de condensator (nominaal  $10 \mu\text{F}$ ) in de hierna te bouwen schakeling.

$C =$  \_\_\_\_\_

Bouw de onderstaande schakeling waarbij de spoel 15 windingen bevat. De weerstand  $R$  ( $= 100 \Omega$ ) dient ter bescherming van de signaalgenerator.



Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Opdracht 3

In de bovenstaande schakeling is de gezamenlijke spanning over de condensator en de spoel bij één frequentie nul. Voor deze zogenoemde resonantiefrequentie  $f$  geldt:

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

Bepaal de resonantiefrequentie bij 15, 30, 45 en 60 windingen door de frequentie van de signaalgenerator zodanig te variëren, dat de aanwijzing van de voltmeter (die uiteraard op wisselspanning is ingesteld) 0 V is. Schrijf je metingen hieronder op.

Bereken vervolgens bij elk aantal windingen de zelfinductie  $L$  uit de waarden van  $f$  en  $C$ . Ga na of deze waarden kloppen met de in opdracht 1 gemeten waarden van de zelfinductie. Schrijf je berekeningen hieronder op.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



#### Opdracht 4

Bereken bij elk aantal windingen het product van de gemeten resonantiefrequentie en het aantal windingen. Wat valt je op? Kun je dit verklaren?

Laat het bovenstaande controleren.



# Practicum: Bepaling van de overdracht van een laagdoorlaatfilter en hoogdoorlaatfilter

## Doel van de proef

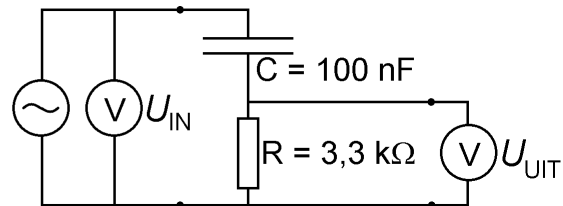
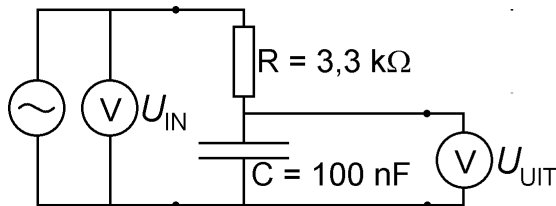
In dit practicum wordt de overdracht van een laag- en een hoogdoorlaatfilter bepaald. Deze filters bevatten slechts één weerstand en één condensator. Vervolgens wordt nagegaan of de metingen overeenkomen met de theorie.

## Benodigdheden

Functiegenerator, weerstand van  $3,3\text{ k}\Omega$ , condensator van  $100\text{ nF}$ , 2 voltmeters (= multimeters die zijn ingesteld op wisselspanning), 7 aansluitdraden

## Uitvoering van de proef

Bouw de opstelling zoals die in de onderstaande linker figuur is weergegeven. Dit is een laagdoorlaatfilter. De spanningsbron is een functiegenerator die een sinusvormige wisselspanning levert en waarvan de frequentie gevarieerd kan worden. De twee voltmeters moeten uiteraard op wisselspanning ingesteld zijn.



Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



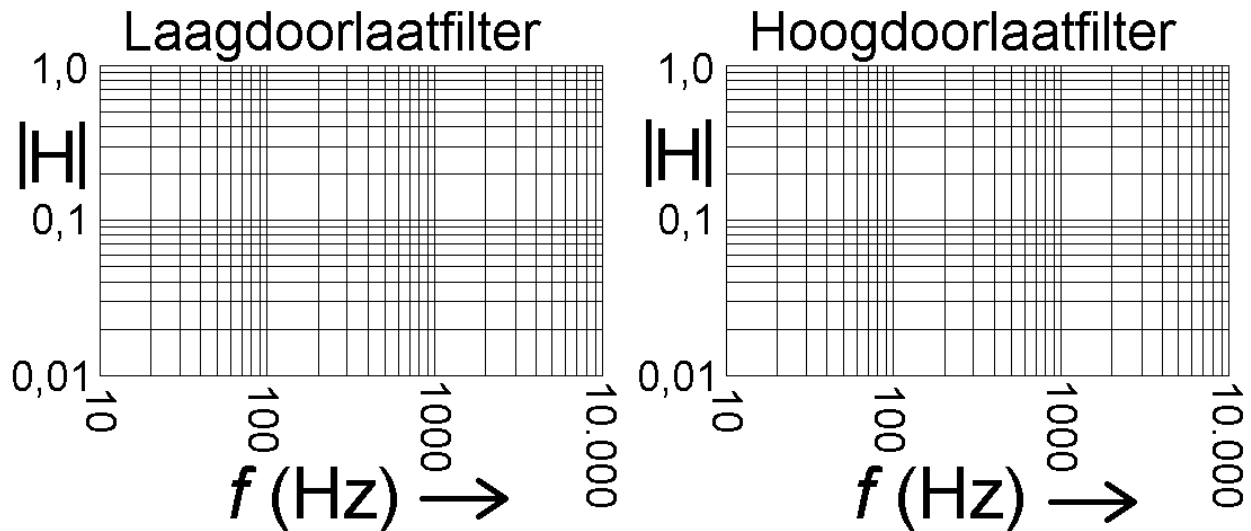
Meet gelijktijdig de ingangsspanning en de uitgangsspanning bij een frequentie van 20 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1,0 kHz, 2,0 kHz, 5,0 kHz en 10 kHz. Noteer alle waarnemingen in een tabel. Herhaal de meetserie voor de rechter schakeling die een hoogdoorlaatfilter is.

Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Uitwerking van de meetresultaten

Bereken voor zowel het laagdoorlaatfilter als voor het hoogdoorlaatfilter bij elke frequentie de overdracht  $|H|$ . Teken de meetwaarden en de trendlijn vervolgens in de onderstaande diagrammen die zowel langs de horizontale as als langs de verticale as een logaritmische schaal hebben.



Laat het bovenstaande controleren voordat je verder gaat.



### Kantelfrequentie

Bereken met behulp van de schakelschema's de kantelfrequentie. Ga na of deze klopt met de meetresultaten.

Laat het bovenstaande controleren.

