



# Wisselstromen bewerken

Keuzeopdracht natuurkunde voor 5/6 vwo

## Een verdiepende/verrijkende opdracht over stroomkringen met wisselstroom

**Voorkennis: wet van Ohm, condensator; spoel, inductie, wet van Lenz**

**8 slu**

© 2013 Universiteit Utrecht: Junior College Utrecht  
docentenversie

In de dagelijkse praktijk werken veel apparaten met wisselstromen. Het gewone elektriciteitsnet levert een wisselstroom met een frequentie van 50 Hz. Geluidsapparatuur voert wisselstromen van verschillende frequenties toe aan de luidsprekers, waardoor verschillende tonen worden weergegeven. En radiogolven wekken in ontvangtoestellen hoogfrequente stromen op, waaruit de radioboodschap gehaald wordt.

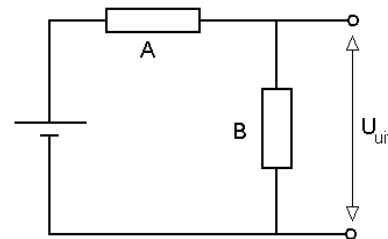
Wisselstromen kun je bewerken (de eigenschappen ervan veranderen) door een condensator of een spoel in de schakeling op te nemen. Daarover gaat deze opdracht.

### Oriëntatie

Om deze opdracht te kunnen maken moet je je kennis over stroomkringen paraat hebben. Bekijk dus het hoofdstuk in je boek nog eens en maak onderstaande opgaven. Je kunt ook een lastige opgave uit het boek maken.

#### Vraag 1. Herhaling spanningsdeler

In de figuur hiernaast zie je een schakeling die spanningsdeler wordt genoemd: de spanning die door de spanningsbron wordt geleverd, wordt verdeeld over de weerstanden A en B.



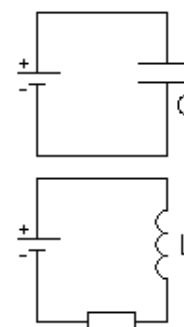
a. Bereken de spanning  $U_{uit}$  als de bronspanning 5V is en de weerstanden A en B respectievelijk 10 en 20 Ohm.

b. Schrijf een algemene formule op voor  $U_{uit}$  afhankelijk van  $V$ ,  $R_A$  en  $R_B$ .

#### Vraag 2. Spoelen en condensatoren bij gelijkstroom en wisselstroom

Als je een condensator aansluit op een gelijkspanningsbron, gebeurt er al snel niets meer: er loopt geen stroom. Het wordt pas interessant als de spanning verandert.

- Wat zijn de eigenschappen van een condensator en verstaan we onder de capaciteit van een condensator?
- Teken een grafiek van de stroom door de aansluitdraden van de condensator als de spanning plots wordt aangezet. Idem voor wanneer de spanning plots wordt onderbroken.
- Leg uit waarom de grafiek er zo uitziet. Gebruik de formule  $C = Q/V$  en  $I = dQ/dt$ , waarbij  $Q$  de lading op een condensatorplaat is.



Als je een spoel (met een weerstand) aansluit op een gelijkspanningsbron, gebeurt er al snel niets bijzonders meer: er loopt een constante stroom. Het wordt pas interessant als de spanning verandert.

- Wat gebeurt er met het magnetisch veld in een spoel als je er een stroom doorheen laat lopen? Wat maakt het uit of de spoel een weekijzernen kern bevat of niet?
- Teken een grafiek van de stroom door een spoel als de spanning erover plots wordt aangezet. Idem voor wanneer de spanning wordt onderbroken.
- Leg uit waarom de grafiek er zo uitziet. Gebruik de Wet van Lenz.
- In een gelijkstroomnetwerk hebben condensatoren en spoelen maar beperkt nut. Welke eigenschappen maken ze geschikt voor gebruik in wisselstroomnetwerken?

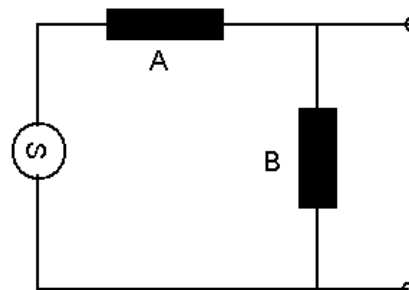
### Vraag 3. Herhaling: sinus en cosinus

Wisselspanning en wisselstromen hebben vaak de vorm van een sinus. Dat kun je zien door het signaal op een oscilloscoop te zetten. Die sinusvorm blijft min of meer behouden als de wisselstroom door een spoel of 'door' en condensator gaat. Dat blijkt ook uit formules die de werking van de condensator en de spoel beschrijven. Daarom deze herhaling.

- Teken de grafieken van  $3\sin(t)$  en  $\cos(2t)$  in dezelfde figuur.
- Geef in de grafiek aan waar je de amplitude en de periode kunt zien.
- Waar vind je de amplitude en de periode in de formule?
- Teken de grafieken van  $\sin(t)$  en  $\cos(t)$  in dezelfde figuur.
- Je kunt de cosinus zien als een verschoven sinus. Hoeveel verschoven?
- Je kunt cosinus en sinus ook zien als "elkaars afgeleiden". Hoe zie je dat in een grafiek? (Hint: wat heeft de afgeleide met de helling van een grafiek te maken?)

### Open opdracht

In de figuur hiernaast is een netwerk (of schakeling) getekend. De zwarte rechthoeken A en B kun je elk vervangen door een weerstand, condensator of spoel.



### Vraag 4. Onderzoek het netwerk

Onderzoek de eigenschappen van dit netwerk. Bouw het na, met een toongenerator als spanningsbron, en sluit op de uitgangsspanning een oscilloscoop aan om de spanning te meten.

Als A en B weerstanden zijn, is het netwerk gewoon een spanningsdeler, zie Vraag 1.

- Hoe hangt de uitgangsspanning dan af van de ingangsspanning en  $R_A$  en  $R_B$ ?
- Wat gebeurt er als je A een weerstand houdt en van B een condensator maakt?
- Varieer de frequentie van de toongenerator. Wat valt je op?
- Wat gebeurt er als je de condensator vervangt door een spoel?

Voor het verder onderzoeken van het netwerk kun je (een of meer van) onderstaande vragen gebruiken, en natuurlijk je eigen interesse.

### Vraag 5. Nader onderzoek: eigenschappen

Beschrijf kwantitatief hoe de eigenschappen van het netwerk afhangen van de grootte van

- $L$ ,  $R$  en/of  $C$
- $V$  (frequentie en amplitude)
- Wat betekent 'resonantie' in een netwerk? Welke voorwaarden zijn daarvoor?

### Vraag 6. Nader onderzoek: frequentiefilters

Met behulp van netwerken zoals die uit de vorige vraag kunnen frequentiefilters gemaakt worden, die alleen wisselspanning met frequentie in een bepaald gebied doorlaten.

- 
- Hoe ziet de schakeling voor een hoogdoorlaatfilter (die alleen hoge frequenties doorlaat) eruit?
  - En die voor een laagdoorlaatfilter?
  - Kun je ook een schakeling bedenken die alleen frequenties tussen twee grenswaarden doorlaat?
  - Wat voor toepassingen zijn er voor dat soort filters?
- 

### **Vraag 7. Differentiëren met stroom en spanning**

Voor de capaciteit  $C$  van een condensator en de zelfinductie  $L$  van een spoel gelden de volgende formules, met  $I$  de stroom en  $U$  de spanning, beide afhankelijk van de tijd  $t$ .

Condensator:  $I = C \, dU/dt$

Spoel:  $U = L \, dI/dt$

Kijk even terug naar je antwoorden op Vragen 2. en 3.

- Kun je bovenstaande formules begrijpen uit hoe een spoel en condensator werken?
  - Kun je bovenstaande formules terugzien in de grafieken van stroom en spanning?
- 

### **Afsluiting**

Maak een product waarmee je uitlegt wat je hebt onderzocht. Laat je opstelling en je meetresultaten zien. Bedenk met elkaar welke informatie je aan je docent en je medeleerlingen wilt presenteren. Welke vorm (een presentatie, een poster of een demonstratie-experiment, ...) past daar het beste bij?

Bedenk goed wat je publiek volgens jullie (ten minste) geleerd moet hebben als ze kennis hebben genomen van jullie product. Besteed aan die 'boodschap' het meeste aandacht.

Bedenk een vraag die een medeleerling moet kunnen beantwoorden als hij/zij jullie product heeft bestudeerd.

### **Bronnen**

Het idee voor deze opdracht komt uit de module Complexe stromen, die gebruikt kan worden in nlt en wiskunde D, verkrijgbaar op <http://www.betasteunpunt-utrecht.nl/index.php?pid=184>.

Een andere keuzeopdracht in hetzelfde domein is "Tegendraadse spanning", over zelfinductie.