

# Toets 1 IEEE, Modules 1 en 2, Versie 1

Datum: 16 september 2009

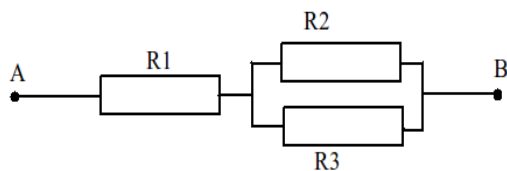
Tijd: 10:45 – 12:45 (120 minuten)

- Het gebruik van een rekenmachine is niet toegestaan.
- Deze toets telt 8 opgaven en een bonusopgave
- Werk systematisch en schrijf de tussenstappen (zo veel mogelijk) op. Hier krijg je namelijk altijd punten voor ook al is je eindantwoord fout.
- Lees alle opgaven eerst goed door! Verdeel je tijd goed over alle opgaven en blijf niet te lang hangen bij een opgave.

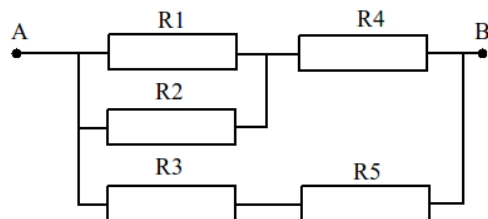
Succes!

## Opgave 1

Geef van de volgende weerstandsnetwerken de vervangingsweerstand  $R_V$  tussen de punten A en B. Geef de expressie als  $R_V = \dots$  (dus geen  $1/R_V$  of  $R_V^{-1}$ ). Vereenvoudig de expressie voor  $R_V$  zo veel mogelijk!



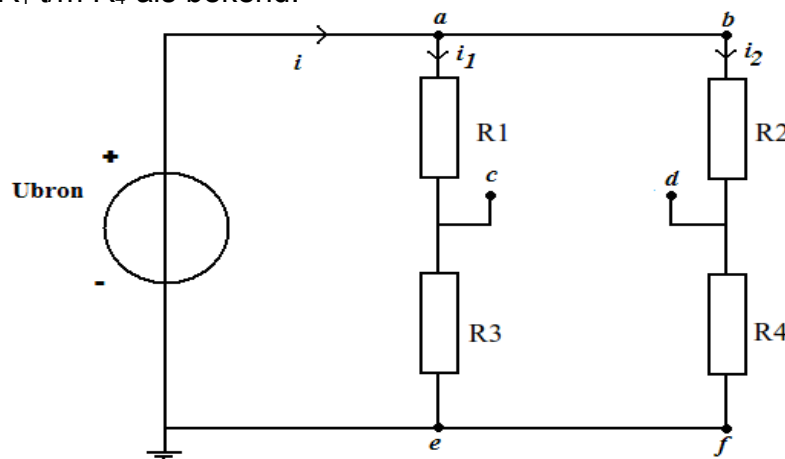
Netwerk 1



Netwerk 2

## Opgave 2

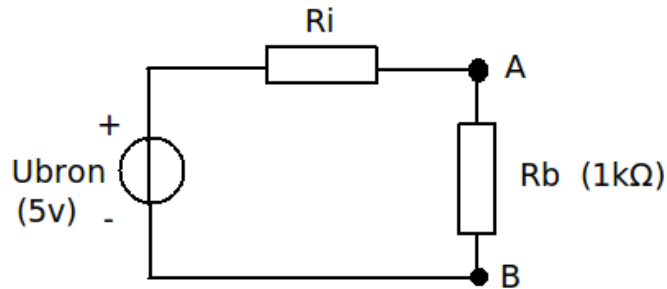
In deze opgave kijken we naar het onderstaande netwerk. In dit netwerk beschouwen we  $U_{bron}$  en  $R_1$  t/m  $R_4$  als bekend.



- Wat is de spanning  $U_{ce}$  uitgedrukt in  $U_{bron}$  en de weerstanden  $R_1$  en  $R_3$ ?  
*Hint: Kijk goed. Welke spanning staat over  $U_{ae}$ ?*
- Wat is de spanning  $U_{df}$  uitgedrukt in  $U_{bron}$  en de weerstanden  $R_2$  en  $R_4$ ?
- Wat is de spanning  $U_{cd}$ ?

### Opgave 3

Op een niet ideale spannings bron met inwendige weerstand  $R_i$  wordt een elektromotortje aangesloten. Het motortje stopt met draaien als de spanning tussen de punten A en B lager wordt dan 4 volt. De weerstand van het motortje ( $R_B$ ) is  $1\text{k}\Omega$  en  $U_{\text{BRON}}$  is 5 volt. Wat is de maximale waarde van de inwendige weerstand  $R_i$  waarbij het motortje nog blijft draaien?

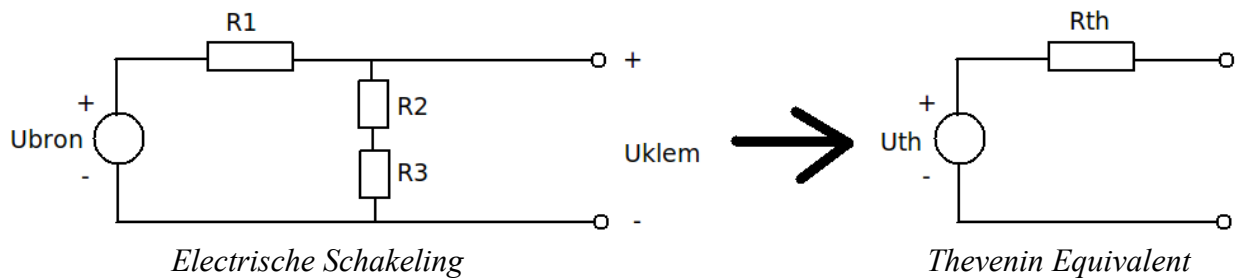


*Niet ideale spanningsbron en een electromotortje*

### Opgave 4

- Geef van de schakeling in het linker figuur het Thevenin equivalent, door expressies te vinden voor de volgende elementen uit de rechter figuur:

- $U_{\text{TH}}$
- $R_{\text{TH}}$



*Electrische Schakeling*

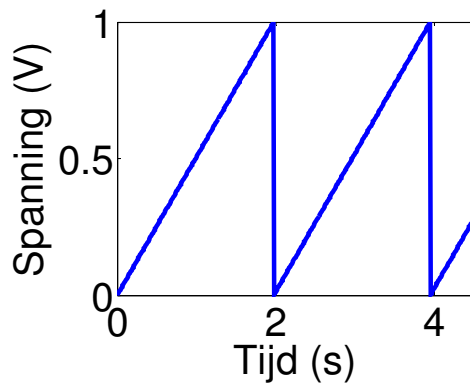
*Thevenin Equivalent*

### Opgave 5

De elementvergelijking van de condensator en spoel zijn:

$$i_c(t) = C \frac{du_c(t)}{dt} \qquad i_L(t) = \frac{1}{L} \int u_L(t) dt$$

- Bereken  $i_c$  indien de condensatorspanning ( $u_c$ ) gelijk is aan:
- Bereken  $i_L$  indien de spanning van de spoel ( $u_L$ ) gelijk is aan:
- Bereken  $i_c$  indien de condensatorspanning gelijk is aan:
- Bereken  $i_L$  indien de condensatorspanning gelijk is aan:
- Schets  $i_c$  en  $i_L$  indien de hieronder getekende spanningsbron wordt aangesloten (hier hoef je dus niet voor te rekenen, het mag natuurlijk wel maar het levert geen extra punten op):



### Opgave 6

Gegeven de volgende bronspanning:  $u_{bron}(t) = 5 \cdot \sin(\omega t)$

- De gemiddelde waarde kan je berekenen met behulp van de volgende formule:

$$\langle U \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T u_{bron}(t) dt$$

Bereken de gemiddelde waarde van deze bron.

- De effectieve waarde kan je berekenen met behulp van de volgende formule:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u_{bron}(t))^2 dt}$$

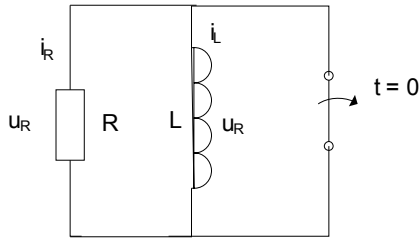
Bereken de effectieve waarde van deze bron.

*Hint: Gebruik evt. De volgende gonioformule:*

$$\sin^2(\omega t) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos(2\omega t)$$

## Opgave 7

Gegeven is het volgende netwerk:



Op  $t = 0$ s wordt de schakelaar geopend en zal de stroom die eerst alleen door de spoel vloeide nu door de weerstand vloeien.

- Teken de figuur over en kies zelf de polariteiten van de spanningen en de richting van de stromen.
- Schrijf de vergelijking van dit netwerk op die volgt uit de eerste wet van Kirchhoff (stroomwet). Doe dit op basis van je gekozen referenties bij a).
- Schrijf op basis van je gekozen referenties bij a) de vergelijking op die volgt uit de tweede wet van Kirchhoff (spanningswet).
- Geef de relatie (elementvergelijking) tussen  $u_R$  en  $i_R$ .
- Geef de relatie (elementvergelijking) tussen  $u_L$  en  $i_L$ .

- Leid via de vier relaties die je bij b) t/m e) hebt gegeven de differentiaalvergelijking af naar  $i_L$ . Schrijf de DV op in de vorm

$$\tau \frac{dy}{dt} + y = 0$$

met  $y = i_L(t)$ .

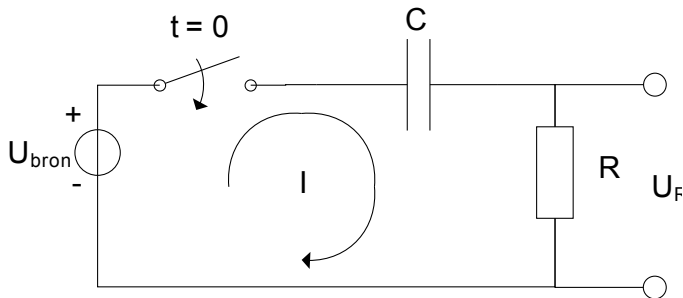
$\tau$  is een constante.

De oplossing van deze DV is  $i_L(t) = c_1 e^{-t/\tau}$  met  $\tau$  en  $c_1$  constanten.

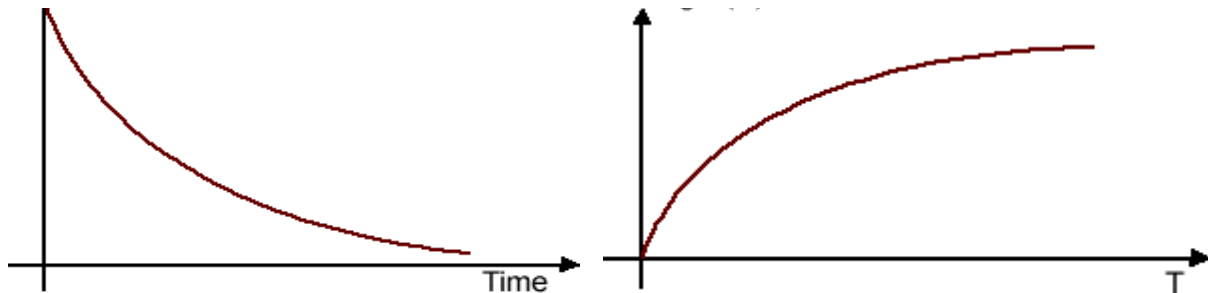
- $\tau$  wordt de karakteristieke tijd genoemd van dit netwerk. Wat is  $\tau$  uitgedrukt in R en L?
- BONUSVRAAG:** stel dat op  $t = 0$ s de schakelaar wordt overgehaald. De stroom is daarom door R gaan vloeien. Als gevolg staat er 3V over de weerstand.  
 $R = 2\Omega$ .  
Hoe groot is dan de constante  $c_1$ ? Motiveer je antwoord.

## Opgave 8

Gegeven is het volgende RC circuit met bron.



Op  $t = 0$  wordt de schakelaar gesloten. De condensator is op dat moment nog leeg.



- a) De getekende schakeling wordt beschreven door  $u_C(t)$ ,  $u_R(t)$ ,  $i_C(t)$  en  $i_R(t)$ . Geef voor elk van deze vier variabelen aan of het verloop in de tijd beschreven wordt door de linker of rechter figuur. Verklaar je antwoord.

Neem de figuur voor de spanning  $u_R(t)$  over de weerstand over op je antwoordpapier. Schets in dezelfde figuur het tijdsverloop van  $u_C(t)$  indien:

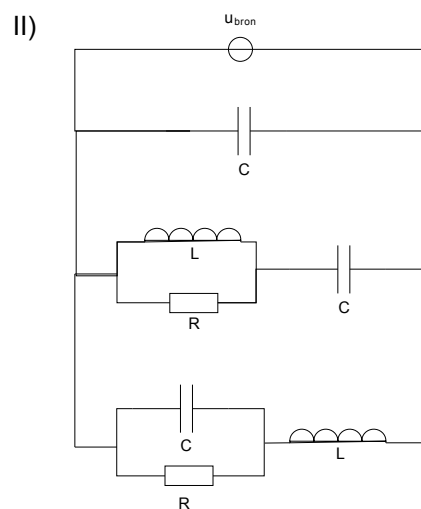
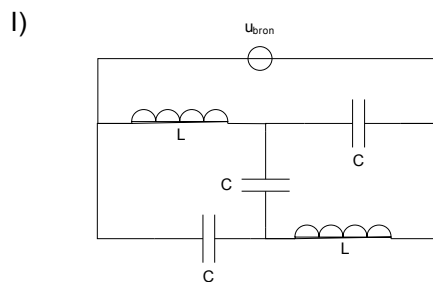
- b) De bronspanning 2x zo klein wordt?
- c) De condensator een 2x zo grote capaciteit (C-waarde) heeft?
- d) De weerstand vervangen wordt door een andere weerstand met kleinere waarde.

### Bonusvraag

- a) Stel, je hebt een circuit met condensatoren en een bron met constante spanning (gelijkspanning). Na een bepaalde tijd bereikt dit circuit een stabiele, stationaire toestand. Waar kun je de condensatoren dan door vervangen (bijvoorbeeld weerstand, open verbinding of kortsluiting)? Beredeneer je antwoord.

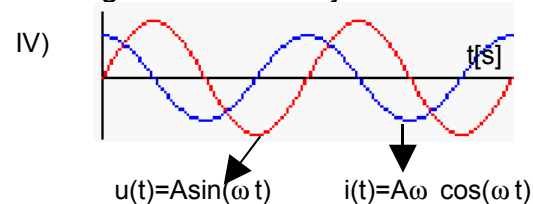
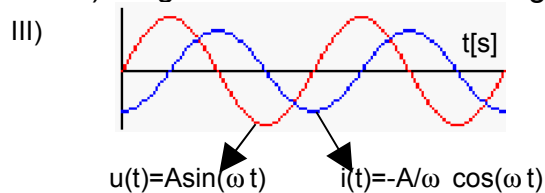
*Hint: De condensatoren in dit circuit zijn nog steeds ideale condensatoren zonder interne weerstand.*

- b) Stel, je hebt een circuit met spoelen en een bron met constante spanning (gelijkspanning). Na een bepaalde tijd bereikt dit circuit een stabiele, stationaire toestand. Waar kun je de spoelen dan door vervangen (bijvoorbeeld weerstand, open verbinding of kortsluiting)? Beredeneer je antwoord.  
*Hint: De spoelen in dit circuit zijn nog steeds ideale spoelen zonder interne weerstand.*
- c) Een constante (gelijk)spanningsbron is aangesloten op de hieronder getekende netwerken I en II. Geef aan door welke netwerken (na een eventuele inschakelstroom) een constante stroom blijft lopen. **Beredeneer** voor alle twee gevallen je antwoord (je hoeft dus geen formules te gebruiken, mag wel).



Hieronder zie je twee figuren waarin een stroom en spanning getekend zijn. Deze twee getekende signalen horen steeds bij een element R, L of C.

- d) Leg uit om welk element het gaat in de figuren. Motiveer je antwoord.



- e) Als de hoekfrequentie  $\omega$  van het signaal  $u(t)$  groter wordt in figuur III), wat zal er dan gebeuren met de amplitude van  $i(t)$ ? Wordt deze groter, kleiner of blijft deze gelijk? Motiveer je antwoord.