

# **Hertentamen**

## **Lineaire Schakelingen (EE1300)**

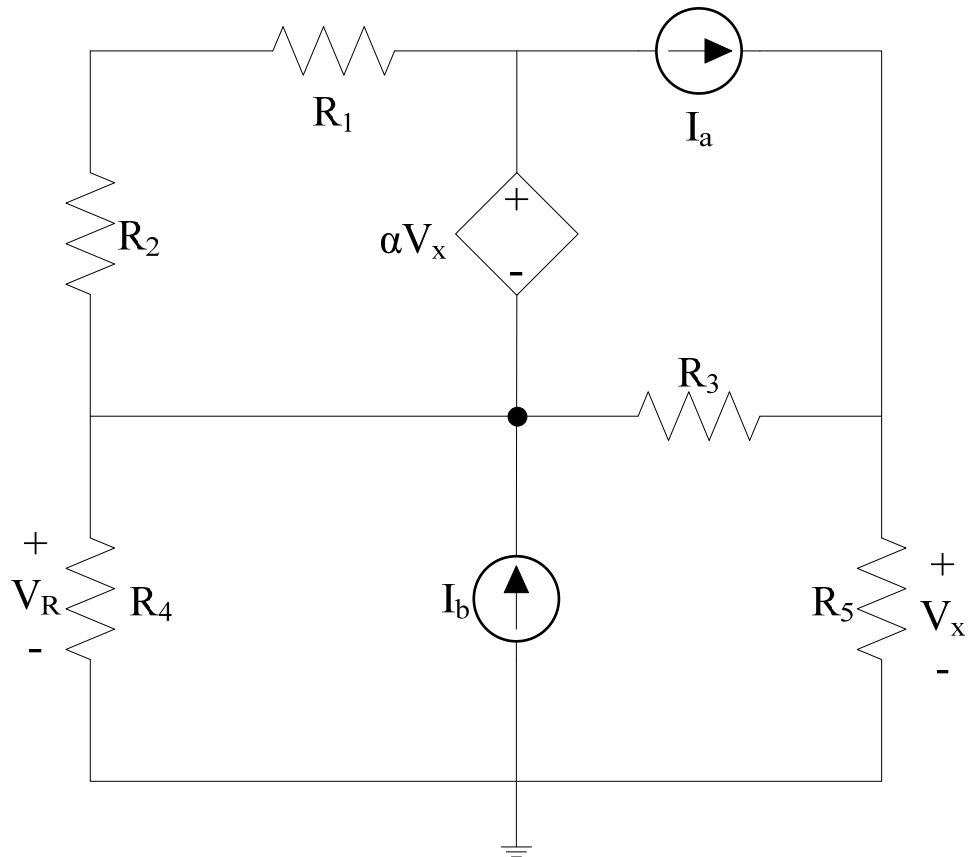
Plaats: TN-4 A207 --- TN-2 F206 --- TN-5 A211 --- TN-1 F205  
Datum: 12 april 2013  
Tijd: 09:00 - 12:00 uur

- Dit tentamen bestaat uit 5 opgaven.
- Mensen met een dyslexie- en/of taalachterstand-verklaring hebben recht op een verlenging van 0.5 uur.
- Als een onderdeel van een vraag afhankelijk is van een voorgaand onderdeel, dan zal een fout die gemaakt is bij de berekening van het voorgaande onderdeel slechts één keer in rekening gebracht worden.
- Vermeld op elk blad uw naam en studienummer.
- Geef bij elk antwoord een zo volledig mogelijke afleiding/redenering. Alleen antwoorden leveren geen punten op!
- Bij dit tentamen mag gebruik worden gemaakt van een (niet-programmeerbare grafische) rekenmachine en een handgeschreven A4-tje met aantekeningen.
- Gebruik voor elk vraagstuk een nieuw blad.
- Schrijf duidelijk.
- Veel succes!

**TABELLEN BEVINDEN ZICH OP DE LAATSTE PAGINA!**

## Opgave 1.

Gegeven onderstaand circuit.



a) Neem het circuit over op je antwoordvel.

b) Bepaal het volgende:

1. Het aantal knooppunten  $N$
2. Het aantal takken  $B$
3. Het aantal onafhankelijke vergelijkingen nodig voor de knooppuntmethode
4. Het aantal onafhankelijke vergelijkingen nodig voor de maasmethode

**Zie volgende pagina voor het vervolg van opgave 1!**

c) Benoem de knooppunten en geef deze weer in het schema. Stel een set vergelijkingen voor bovenstaand figuur op met behulp van de knooppuntmethode (vul nog geen componentwaarden in!). Geef in je vergelijkingen duidelijk aan welke vergelijking bij welk knooppunt hoort!

d) Doe hetzelfde als in c) maar nu met behulp van de maasmethode.

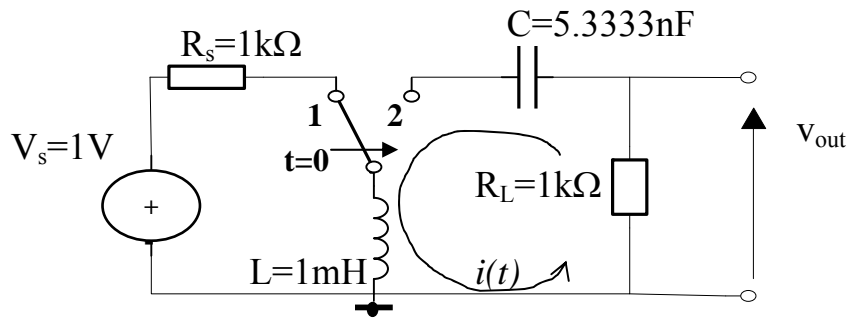
Dus: definieer de maasstromen en teken deze in het schema. Stel een set vergelijkingen voor bovenstaand figuur op met behulp van de maasmethode (vul nog geen componentwaarden in!). Geef in je vergelijkingen duidelijk aan welke vergelijking bij welke maasstroom hoort.

e) Kies nu één van bovenstaande methoden en bereken de stroom door  $R_1$  en de spanning  $V_x$  (hint:  $V_R = 0.9V$ ). Gebruik hierbij de volgende waarden van de componenten:

$$\begin{array}{ll} R_1 = 100 \, \Omega & R_5 = 600 \, \Omega \\ R_2 = 200 \, \Omega & I_a = 12 \, \text{mA} \\ R_3 = 300 \, \Omega & I_b = 14 \, \text{mA} \\ R_4 = 100 \, \Omega & \alpha = 6 \end{array}$$

## Opgave 2

Gegeven onderstaande schakeling. Ga ervan uit dat de schakelaar zeer lange tijd in de getekende positie heeft gestaan voor  $t < 0$ . Op het tijdstip  $t = 0$  wordt de schakelaar omgezet naar stand 2.

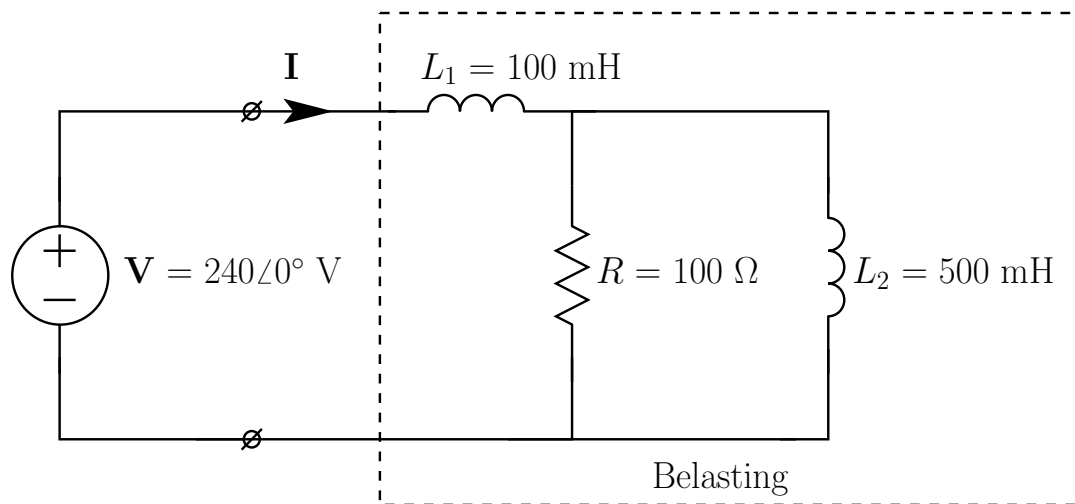


Gevraagd:

- Bereken de beginvoorwaarden voor de spoel  $L$  en de condensator  $C$ . Let hierbij op de polariteit van de spanning en de richting van de stroom.
- Bepaal de maasvergelijking voor de stroom  $i(t)$  in differentiaalvorm nadat de schakelaar is omgezet naar stand 2 op het tijdstip  $t = 0$ . Vul de componentwaarden nog niet in.
- Vul nu de componentwaarden in en bepaal de karakteristieke vergelijking met zijn oplossingen. Welke soort responsie (overgedempt, kritisch gedempt of ondergedempt) hoort bij deze oplossingen?
- Bepaal de expressie voor  $v_{out}(t)$  voor  $t > 0$  s zonder gebruik te maken van de Laplace transformatie!

### Opgave 3.

Gegeven is onderstaande bron met belasting. De frequentie van de bron is 50 Hz.



Gevraagd:

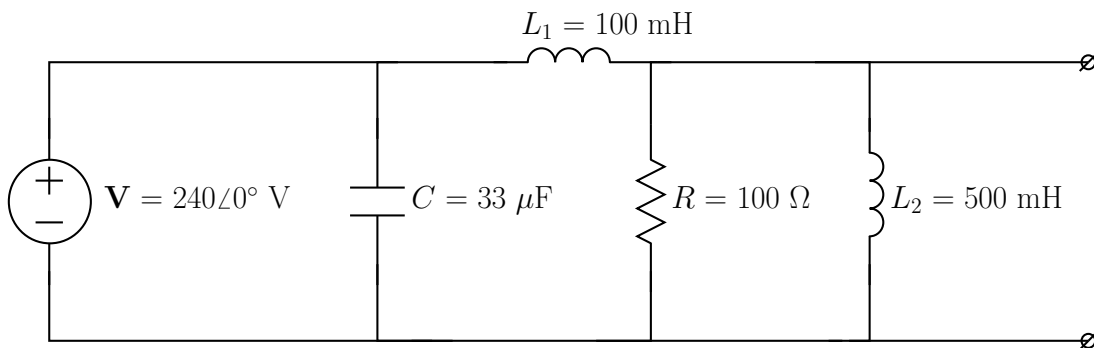
- De stroom  $I$  door de belasting.
- De vermogensfactor van de belasting.
- Het gemiddeld opgenomen vermogen in de belasting.

De vermogensfactor moet nu verhoogd worden naar 0.98 door een component parallel aan de belasting te schakelen.

- Welke component kan hiervoor gebruikt worden? Bereken ook de waarde van deze component.

**Zie volgende pagina voor het vervolg van opgave 3!**

Voor de vragen **e)** en **f)** is het volgende netwerk gegeven (ook hier is de frequentie 50 Hz):



**e)** Teken het Norton-vervangingschema voor het netwerk tussen de aansluitklemmen en bepaal de belasting die een maximale vermogensoverdracht mogelijk maakt.

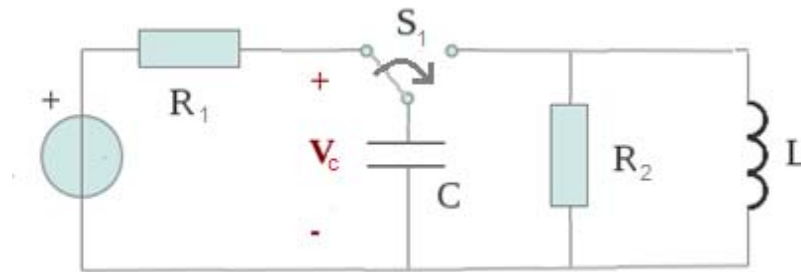
**f)** Bereken dit maximaal gemiddeld vermogen voor deze belasting.

#### Opgave 4.

Gegeven onderstaande schakeling. Er geldt:  $R_1 = R_2 = 1 \Omega$ ,  $L = \frac{5}{6} \text{H}$ ,  $C = \frac{1}{5} \text{F}$ .

Verder geldt dat  $V_{\text{in}} = 5 \text{V}$ .

Ga ervan uit dat de schakelaar zeer lange tijd in de getekende positie heeft gestaan voor  $t < 0$ . Op het tijdstip  $t = 0$  wordt de schakelaar  $S_1$  omgezet van links naar rechts.

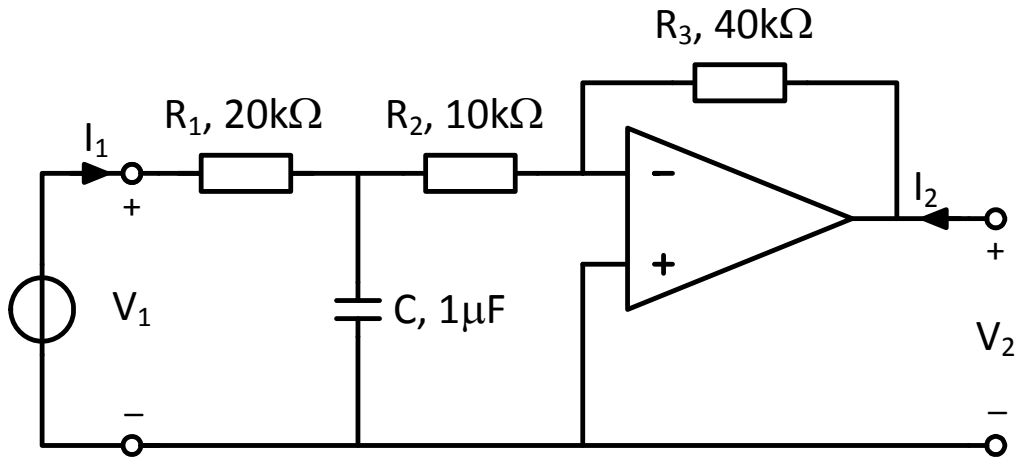


Gevraagd:

- Bereken de spanning  $V_C$  over de condensator voor  $t < 0$ .
- Een student die niet erg goed heeft gestudeerd probeert dit circuit op te lossen met behulp van het fasor-domein. Leg deze student uit waarom dit niet mogelijk is.
- Teken het circuit in het Laplace domein voor  $t > 0+$ . Geef bij alle componenten de waarde.
- Bereken de stroom door de spoel in het Laplace domein voor  $t > 0$
- Transformeer de stroom door de spoel terug naar het tijdsdomein. Met andere woorden, geef de uitdrukking voor  $i(t)$  voor  $t \geq 0$ .

### Opgave 5.

Gegeven onderstaand circuit.



Gevraagd:

- a)  $V_2$  als  $V_1$  een dc-spanning van 1V is.

In de volgende deelopgaven gaan we ervan uit dat  $V_1$  sinusvormig is en de schakeling zich in steady-state bevindt.

Gevraagd:

- b) De (complexe) overdrachtsfunctie (Engels: transfer function)

$$H(j\omega) = \frac{V_2(j\omega)}{V_1(j\omega)}$$

uitgedrukt als functie van  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C$  en de

hoekfrequentie  $\omega$

- c) Bereken de kantel-frequentie (Engels: cut-off frequency) van de in opgave b) berekende overdrachtsfunctie voor de gegeven waarden van  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C$ .

**Zie volgende pagina voor het vervolg van opgave 5!**



- d)** De aard van de overdracht van de in opgave **b)** berekende overdrachtsfunctie:
- banddoorlaat
  - bandsper
  - hoogdoorlaat
  - laagdoorlaat
- e)** Schets de twee Bode-diagrammen (Engels: Bode plots), behorend bij de in **b)** berekende overdrachtsfunctie. Geef in ieder geval de volgende zaken aan:
- De waarden behorend bij de kantelfrequentie
  - De (asymptoot van de) overdracht in de doorlaatband(en)
  - De (asymptoot van de) overdracht in de sperband
- f)** Bepaal de ketting-parameters (Engels: chain parameters, transmission parameters) behorend bij bovenstaande figuur als functie van  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C$  en de hoekfrequentie  $\omega$

## Laplace-tabellen

$f(t)$	$F(s)$
$\delta(t)$	$1$
$u(t)$	$\frac{1}{s}$
$e^{-at}$	$\frac{1}{s+a}$
$t$	$\frac{1}{s^2}$
$\frac{t^n}{n!}$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
$te^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
$\frac{t^n e^{-at}}{n!}$	$\frac{1}{(s+a)^{n+1}}$
$\sin bt$	$\frac{b}{s^2 + b^2}$
$\cos bt$	$\frac{s}{s^2 + b^2}$
$e^{-at} \sin bt$	$\frac{b}{(s+a)^2 + b^2}$
$e^{-at} \cos bt$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + b^2}$

PROPERTY NUMBER	$f(t)$	$F(s)$
1. Magnitude scaling	$Af(t)$	$AF(s)$
2. Addition/subtraction	$f_1(t) \pm f_2(t)$	$F_1(s) \pm F_2(s)$
3. Time scaling	$f(at)$	$\frac{1}{a} F\left(\frac{s}{a}\right), a > 0$
4. Time shifting	$f(t - t_0)u(t - t_0), t_0 \geq 0$ $f(t)u(t - t_0)$	$e^{-ts} F(s)$ $e^{-ts} \mathcal{L}\{f(t + t_0)\}$
5. Frequency shifting	$e^{-at}f(t)$	$F(s + a)$
6. Differentiation	$\frac{d^n f(t)}{dt^n}$	$s^n F(s) - s^{n-1}f(0) - s^{n-2}f'(0) \dots - s^0 f^{(n-1)}(0)$
7. Multiplication by $t$	$tf(t)$  $t^n f(t)$	$-\frac{dF(s)}{ds}$  $(-1)^n \frac{d^n F(s)}{ds^n}$
8. Division by $t$	$\frac{f(t)}{t}$	$\int_s^\infty F(\lambda) d\lambda$
9. Integration	$\int_0^t f(\lambda) d\lambda$	$\frac{1}{s} F(s)$
10. Convolution	$\int_0^t f_1(\lambda)f_2(t - \lambda) d\lambda$	$F_1(s)F_2(s)$