

Tentamen

Lineaire Schakelingen, 2^e deel (EE1300-B)

Plaats: DTC tentamenzaal 2

Datum: 28 januari 2014

Tijd: 09:00 - 12:00 uur

- Dit tentamen bestaat uit 6 opgaven.
- **Gebruik voor elk vraagstuk een nieuw blad.**
- Vermeld op elk blad uw naam en studienummer.
- Studenten met een dyslexie- en/of taalachterstand-verklaring hebben recht op een verlenging van half uur, indien zij een verklaring van de studieadviseur kunnen overleggen. Zij mogen ook de vraagstelling door de aanwezige docent(en) in andere bewoordingen laten uitleggen.
- 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.
- Geef bij elk antwoord een zo volledig mogelijke afleiding. Alleen antwoorden leveren geen punten op!
- Bij dit tentamen mag gebruik worden gemaakt van een eenvoudige rekenmachine (zoals de TI-30 of Casio FX-82) en een handgeschreven A4-tje met aantekeningen.
- Schrijf duidelijk.
- Mobiele telefoons uit.
- Veel succes!

TABLE 15.1

Properties of the Laplace transform.

Property	$f(t)$	$F(s)$
Linearity	$a_1f_1(t) + a_2f_2(t)$	$a_1F_1(s) + a_2F_2(s)$
Scaling	$f(at)$	$\frac{1}{a}F\left(\frac{s}{a}\right)$
Time shift	$f(t - a)u(t - a)$	$e^{-as}F(s)$
Frequency shift	$e^{-at}f(t)$	$F(s + a)$
Time differentiation	$\frac{df}{dt}$	$sF(s) - f(0^-)$
	$\frac{d^2f}{dt^2}$	$s^2F(s) - sf(0^-) - f'(0^-)$
	$\frac{d^3f}{dt^3}$	$s^3F(s) - s^2f(0^-) - sf'(0^-) - f''(0^-)$
	$\frac{d^nf}{dt^n}$	$s^nF(s) - s^{n-1}f(0^-) - s^{n-2}f'(0^-) - \dots - f^{(n-1)}(0^-)$
Time integration	$\int_0^t f(x)dx$	$\frac{1}{s}F(s)$
Frequency differentiation	$tf(t)$	$-\frac{d}{ds}F(s)$
Frequency integration	$\frac{f(t)}{t}$	$\int_s^\infty F(s)ds$
Time periodicity	$f(t) = f(t + nT)$	$\frac{F_1(s)}{1 - e^{-sT}}$
Initial value	$f(0)$	$\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s)$
Final value	$f(\infty)$	$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$
Convolution	$f_1(t) * f_2(t)$	$F_1(s)F_2(s)$

TABLE 15.2

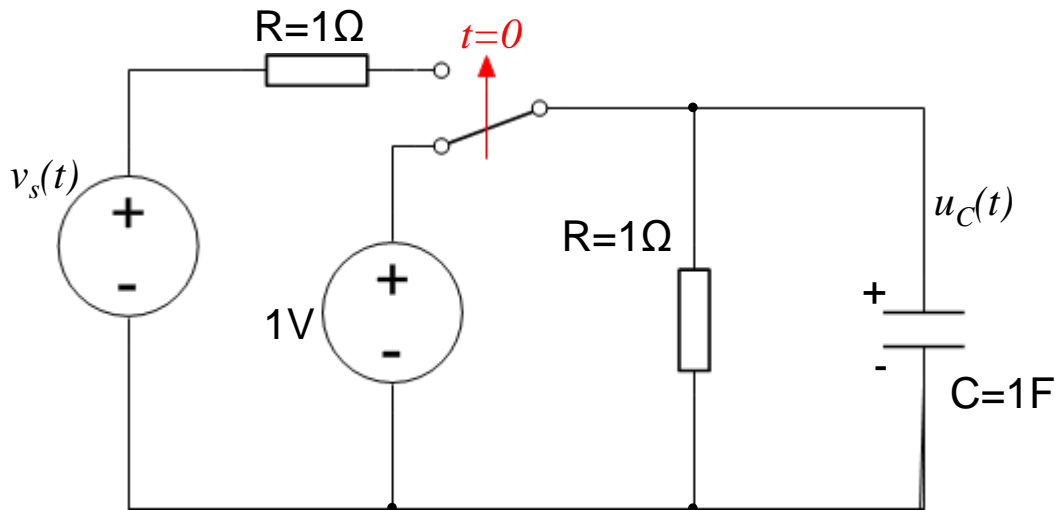
Laplace transform pairs.*

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

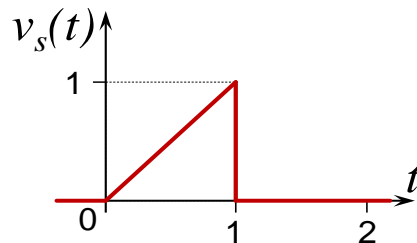
*Defined for $t \geq 0$; $f(t) = 0$, for $t < 0$.

Opgave 1.

Gegeven is onderstaand circuit:



waarin $v_s(t)$ de onderstaande spanningskarakteristiek (volt) heeft als functie van de tijd (seconden).




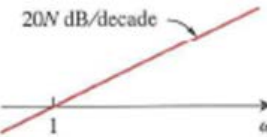
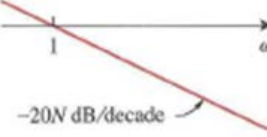
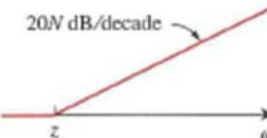
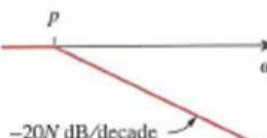
- Bepaal de uitdrukking van de Laplace getransformeerde spanning $V_s(s) = \mathcal{L}[v_s(t)]$
- Bepaal de uitdrukking van de spanning $u_C(t)$ voor $t > 0$.

Opgave 2.

Gegeven onderstaande overdrachtsfunctie:

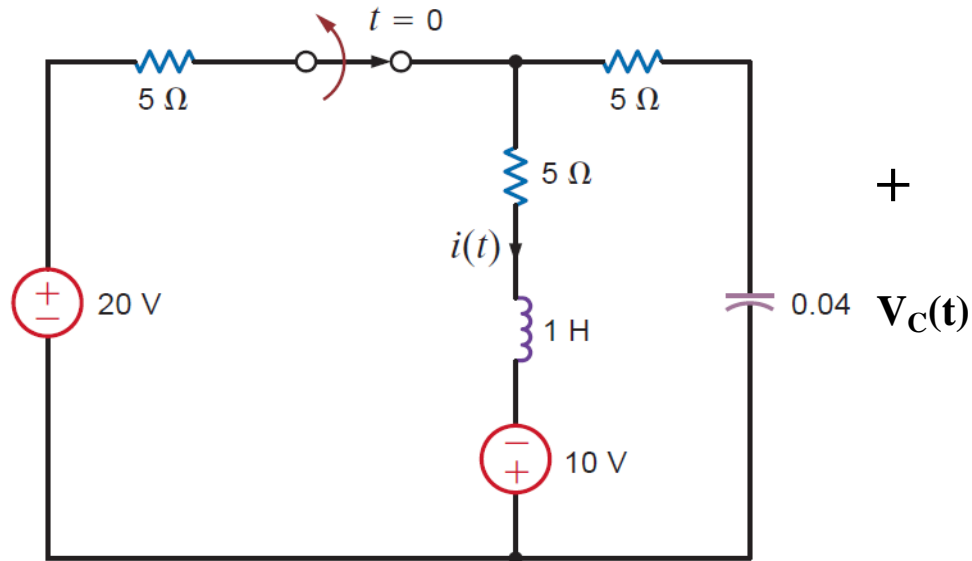
$$H(s) = \frac{20(s+1)(s^2 + 230s + 6000)}{(s+100)(s^2 + 150s + 5000)}$$

- Schets het Bode-diagram voor de amplitude waarin de asymptoten zijn aangegeven in dB/dec.
- Bereken $|H(s)|$ in dB voor $\omega < 1$ rad/s.
- Bereken $|H(s)|$ in dB voor $\omega > 200$ rad/s.

TABLE 14.3	
Summary of Bode straight-line magnitude and phase plots.	
Factor	Magnitude
K	$20 \log_{10} K$ 
$(j\omega)^N$	$20N$ dB/decade 
$\frac{1}{(j\omega)^N}$	$-20N$ dB/decade 
$\left(1 + \frac{j\omega}{z}\right)^N$	$20N$ dB/decade 
$\frac{1}{(1 + j\omega/p)^N}$	$-20N$ dB/decade 

Opgave 3.

Gegeven onderstaande schakeling. Ga ervan uit dat de schakelaar zeer lange tijd in de getekende positie heeft gestaan voor $t < 0$.

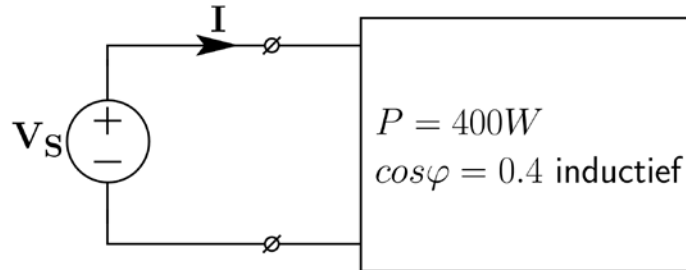


– pak een nieuw vel –

- Geef de beginvoorwaarden, d.w.z. de spanning over de capaciteit (C) en de stroom door de spoel (L), beide op tijdstip $t = 0^-$.
- Stel de maasvergelijking op voor de stroom door de spoel $i(t)$ m.b.v. de tijdsdomein aanpak (zonder Laplace) voor $t > 0$.
- Bepaal de karakteristieke vergelijking voor $i(t)$ en de daarbij behorende oplossingen voor s .
- Bepaal aan de hand van deze oplossingen de aard van de responsie (overgedempt, kritisch gedempt, of ondergedempt) en geef de daarbij behorende algemene oplossing voor $i(t)$.
- Bepaal nu de volledige oplossing van de stroom $i(t)$ en bereken deze op het tijdstip $t = 0,2196$ seconden.

Opgave 4.

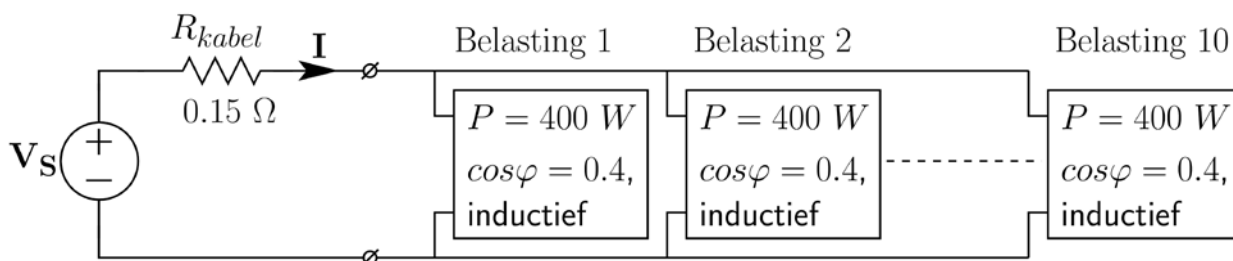
Een belasting is aangesloten op een bron van $V_S = 230 \text{ V}_{\text{rms}}$. Bij deze spanning wordt een vermogen opgenomen van 400 W . De frequentie is 50 Hz . Zie het volgende schema.



– pak een nieuw vel –

- Loopt de stroom voor (leading) of achter (lagging) op de spanning?
- Bereken het blindvermogen (reactive power) voor deze belasting.
- Schakel nu een capaciteit parallel aan deze belasting en bereken de waarde zodat de vermogensfactor $0,85$ wordt.

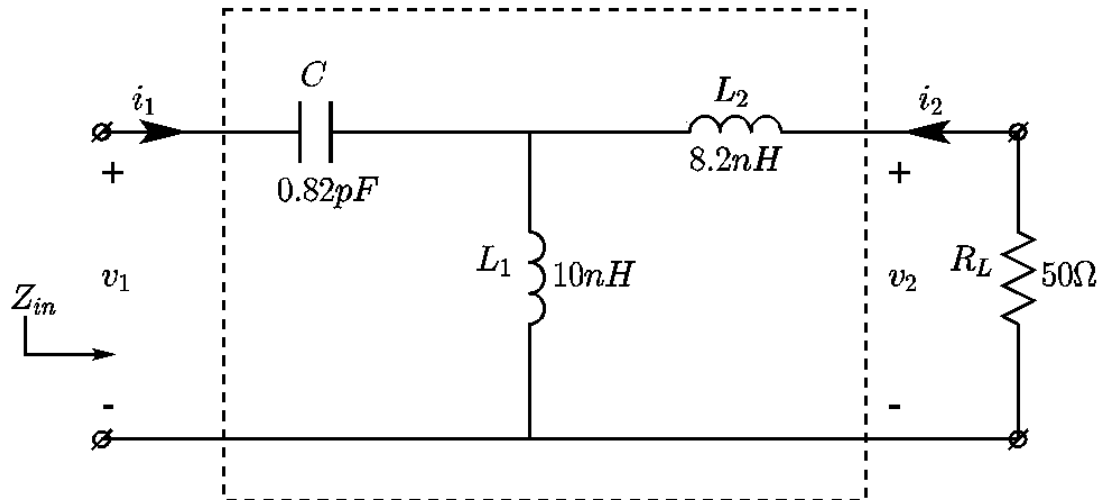
Er worden nu 10 van deze belastingen parallel geschakeld en met een kabel aangesloten op een bron van $230 \text{ V}_{\text{rms}}$. De verliezen in de kabel kunnen worden voorgesteld door een resistentie van $0,15 \text{ ohm}$ in serie met de totale belasting. Onderstaand schema geeft deze situatie weer.



- Bereken het vermogensverlies in de kabel als er geen capaciteit parallel aan iedere belasting staat (dus voor de oorspronkelijke $\text{pf} = 0,4$).
- Bereken nu het vermogensverlies in de kabel als iedere belasting wel deze in c) berekende parallel-capaciteit heeft.

Opgave 5.

Bij het opschrijven van een UMTS-basisstation komen we de volgende schakeling tegen:



Deze schakeling werkt op een frequentie van 2,15 GHz. Gevraagd wordt het volgende:

- pak een nieuw vel -

- Bepaal de impedantie van alle componenten op de werkfrequentie.
- Stel de maasvergelijkingen op voor deze schakeling.
- Bepaal de ingangsimpedantie Z_{in} m.b.v. de vergelijkingen uit **b**).

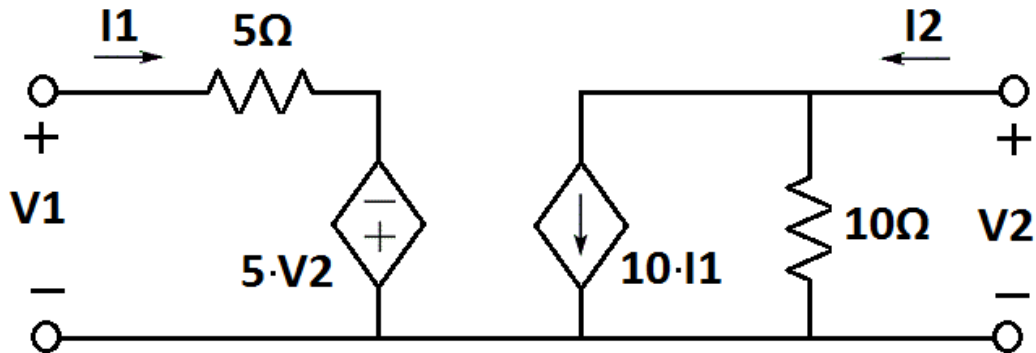
De schakeling binnen de gestippelde lijnen kan ook als tweepoort beschouwd worden. We kunnen bijvoorbeeld een impedantiematrix gebruiken om het gedrag aan de klemmen te beschrijven:

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

- Bepaal nu de parameter Z_{11} van deze matrix.

Opgave 6.

Zie onderstaande schakeling.

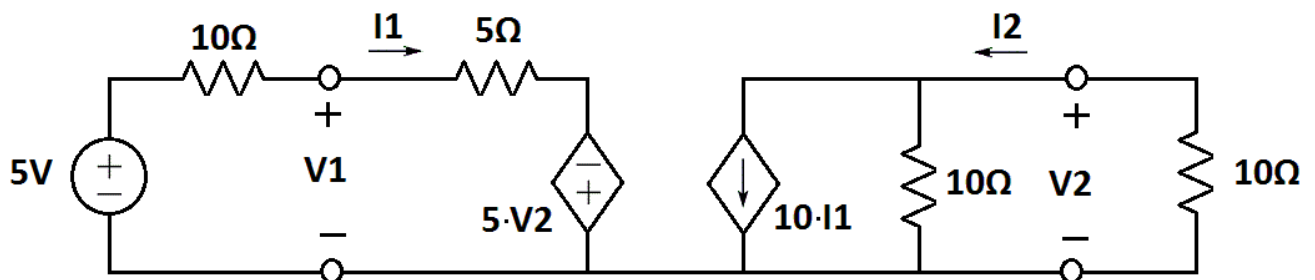


Gegeven: $I_1 = y_{11} \cdot V_1 + y_{12} \cdot V_2$
 $I_2 = y_{21} \cdot V_1 + y_{22} \cdot V_2$

- pak een nieuw vel -

a) Bepaal de admittantie-parameters voor bovenstaande schakeling.

Op de bovenstaande schakeling wordt nu aan de ingang een spanningsbron van 5 V en een resistentie van 10 Ω aangesloten en aan de uitgang een resistentie van 10 Ω. Dit resulteert in onderstaande schakeling.



b) Bereken met behulp van de in a) bepaalde admittantie-parameters de stromen I_1 en I_2 in bovenstaande nieuwe schakeling.