DE HAAGSE HOGESCHOOL
FACULTEIT TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING

VOORBLAD SCHRIFTELIJKE TOETSEN

OPLEIDING	:	**MECHATRONICA**
TOETSCODE	:	**MECH5-T1**
GROEP	:	**MEH2**
TOETSDATUM	:	**4 APRIL 2016**
TIJD	:	**11:00 – 12:30**
AANTAL PAGINA'S (incl. voorblad)	:	**5**
DEZE TOETS BESTAAT UIT	:	**9 open vragen** **0 meerkeuzevragen**
GEBRUIK HULPMIDDELEN	:	**JA**
TOEGESTANE HULPMIDDELEN	:	**(grafische) rekenmachines**
TOETSOPGAVE INLEVEREN	:	**JA**
OVERIGE OPMERKINGEN	:	**Beoordeling tentamen: bij elke vraag staat het maximaal aantal te behalen punten.** **In totaal zijn maximaal 100 punten te behalen.** **Eindcijfer = aantal behaalde punten / 10**
OPSTELLER VAN DEZE TOETS	:	**P.R. Fraanje**
TWEEDE LEZER VAN DEZE TOETS	:	**E. Kouwe**

BELANGRIJKSTE PUNTEN UIT DE TOETSREGELING VAN DE ONDERWIJS- EN EXAMENREGELING:

- Je dient je via Osiris ingeschreven te hebben voor deze toets.
- Schrijf je naam, je studentnummer, de toetscode en de naam van de docent meteen op het tentamenpapier.
- Leg je identiteitsbewijs op de hoek van de tafel.
- Zet alle elektronische communicatiemiddelen (mobiele telefoon, PDA, etc.) en horloges uit en stop deze in je tas; deze mogen niet als calculator of klok worden gebruikt.
- Je mag het lokaal het eerste halfuur van een toets niet verlaten.
- Volg de instructies op het toetsvoorblad.
- Steek je hand op als je een vraag hebt.

versie 1 oktober 2014 TEX

Tabel 1: *Operaties in t- en s-domein*

Regel	t**-domein**	s**-domein**
lineariteit	$a \cdot f(t) + b \cdot g(t)$	$a \cdot F(s) + b \cdot G(s)$
demping	$e^{-at} \cdot f(t)$	$F(s+a)$
verschuiving in de tijd	$f(t-a)$	$e^{-as} \cdot F(s)$
afgeleiden (alle beginwaarden zijn nul)	$\frac{\mathrm{d}^n f(t)}{\mathrm{d}t^n}$	$s^n \cdot F(s)$
beginwaardetheorema	$f(0) = \lim_{t \to 0} f(t)$	$f(0) = \lim_{s \to \infty} s \cdot F(s)$
eindwaardetheorema	$f(\infty) = \lim_{t \to \infty} f(t)$	$f(\infty) = \lim_{s \to 0} s \cdot F(s)$

Tabel 2: *Signalen in t- en s-domein*

Signaaltype	t**-domein**	s**-domein**
eenheidsstapfunctie	$\mathbb{1}(t)$	$\frac{1}{s}$
deltafunctie	$\delta(t)$	1
n^{e}-machts functie	$t^n \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
e-macht	$e^{-at} \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{1}{s+a}$
sinus	$\sin(\omega t) \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$
cosinus	$\cos(\omega t) \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{s}{s^2+\omega^2}$
gedempte sinus	$e^{-at} \cdot \sin(\omega t) \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{\omega}{(s+a)^2+\omega^2}$
gedempte cosinus	$e^{-at} \cdot \cos(\omega t) \cdot \mathbb{1}(t)$	$\frac{s+a}{(s+a)^2+\omega^2}$

Opgave 1 (15 pt)
Een gelijkstroommotor drijft een wiel aan van een mobiel robotplatform. De volgende vragen gaan over dit systeem, waarbij de spanning over de motor de ingang is en de snelheid van het wiel de uitgang.

a) Leg uit waarom dit systeem dynamisch is.

b) Leg uit wat we bedoelen met stationair gedrag, en geef aan wanneer dit systeem stationair gedrag vertoont.

c) Door de stroom, die gaat lopen door de spoel in de motor, verandert de weerstand van het koperdraad. Meestal kan dit effect worden verwaarloosd. Als we dit gedrag toch modelleren, geef aan wat voor type systeem we dan hebben. Motiveer je antwoord.

Opgave 2 (5 pt)
Wat zijn de weerstandscomponenten in de volgende domeinen:

- elektrisch
- lineair mechanisch
- hydraulisch
- pneumatisch
- thermisch

Opgave 3 (10 pt)
Als er een spanning $u_L(t)$ over een spoel met zelfinductie L wordt gezet, verandert de stroom $i_L(t)$ door de spoel volgens de volgende vergelijking:

$$\frac{\mathrm{d}i_L(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{u_L(t)}{L}$$

Gegeven een spoel met zelfinductie $L = 3.3$ mH. Op tijdstip $t = 0$ s is de stroom door deze spoel $i_L(0) = 2.5$ A.

a) Bereken hoe groot de spanning $u_L(t)$ moet zijn om de stroom in 1 ms naar 0 A te brengen (hierbij mag je uitgaan van een constante spanning tussen 0 s en 1 ms).

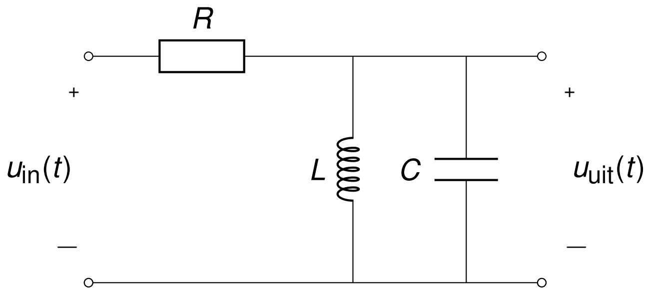
b) Stel er wordt een spanning van $u_L(t) = \sin(10t)$ op de spoel gezet. Bepaal de functie $i_L(t)$.

Opgave 4 (20 pt)
Figuur 1 toont een elektrische circuit, waarvan we de relatie tussen de ingang $u_{\text{in}}(t)$ en de uitgang $u_{\text{uit}}(t)$ willen modelleren. Het circuit bestaat uit een spoel met zelfinductie L, een weerstand R en een condensator met capaciteit C.
Merk op dat, dat in het algemeen geldt:

- voor een spoel: $u_L(t) = L\dfrac{di_L(t)}{dt}$
- voor een condensator: $u_C(t) = u_C(0) + \dfrac{1}{C}\displaystyle\int_0^t i_C(\tau)\mathrm{d}\tau$ en dus ook $i_C(t) = C\dfrac{du_C(t)}{dt}$

- voor een weerstand: $u_R = Ri_R$

Leidt de differentiaalvergelijking af die de relatie tussen de ingang $u_{\text{in}}(t)$ en de uitgang $u_{\text{uit}}(t)$ geeft. Werk systematisch! (Hint: Start vanuit de vergelijking $u_{\text{uit}}(t) = L\frac{\mathrm{d}i_L(t)}{\mathrm{d}t}$, en houd goed bij welke vergelijkingen je verwerkt hebt.)



Figuur 1: *Elektrische circuit behorend bij vraag 4.*

Opgave 5 (10 pt)
Van een systeem met ingang $x(t)$ en uitgang $y(t)$ wordt de differentiaalvergelijking gegeven door:

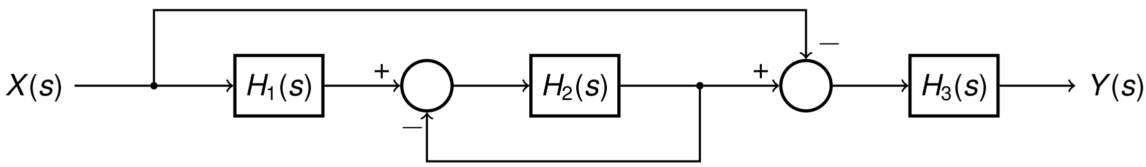
$$0.1\frac{\mathrm{d}^2y(t)}{\mathrm{d}t^2} = -20\frac{\mathrm{d}y(t)}{\mathrm{d}t} - 5000\Big(y(t) - x(t)\Big)$$

Bepaal de overbrengingsfunctie van dit systeem.

Opgave 6 (10 pt)
Figuur 2 geeft het blokschema van een systeem, waarbij $H_1(s)$, $H_2(s)$ en $H_3(s)$ overbrengingsfuncties die bekend verondersteld zijn. Bepaal de overbrengingsfunctie

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$$

in termen van $H_1(s)$, $H_2(s)$ en $H_3(s)$.



Figuur 2: *Het blokschema van het systeem uit vraag 6.*

Opgave 7 (10 pt)
Zet het signaal in het s-domein

$$Y(s) = \frac{s+7}{s^2+6s+25}$$

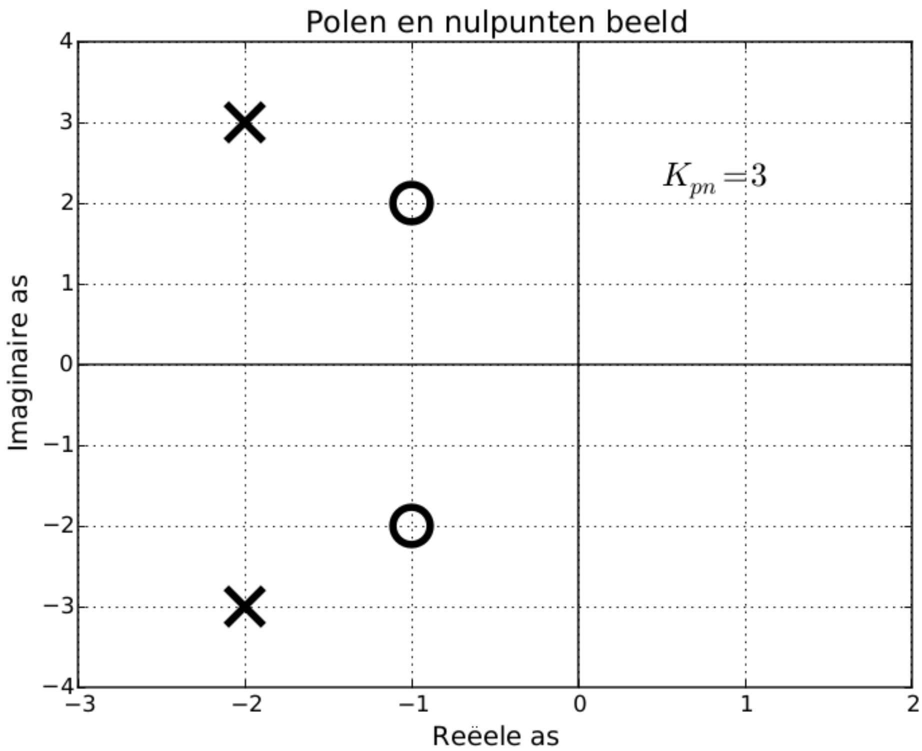
om naar het tijdsdomein. Oftewel, bepaal $y(t)$.

Opgave 8 (10 pt)
Gegeven een systeem met de overbrengingsfunctie:

$$H(s) = \frac{s}{(s+2)(s+3)}$$

Bereken de stapresponsie van dit systeem.

Opgave 9 (10 pt)
Figuur 3 toont het polen- en nulpuntenbeeld van een 2e-orde systeem. Leid de bijbehorende overbrengingsfunctie $H(s)$ af. Vergeet niet K_{pn} in je antwoord te verwerken.



Figuur 3: *Polen- en nulpuntenbeeld van het systeem uit vraag 9.*