DE HAAGSE HOGESCHOOL

Faculteit Technologie, Innovatie & Samenleving

VOORBLAD SCHRIFTELIJKE TOETSEN

OPLEIDING	:	**Mechatronica**
TOETSCODE	:	**MECH5-T1**
GROEP	:	**MEH2_OUD**
TOETSDATUM	:	**7 APRIL 2015**
TIJD	:	**9:00 – 10:30**
AANTAL PAGINA'S (incl. voorblad)	:	**5**
DEZE TOETS BESTAAT UIT	:	**8 open vragen** **0 meerkeuzevragen**
GEBRUIK HULPMIDDELEN	:	**JA**
TOEGESTANE HULPMIDDELEN	:	**(grafische) rekenmachines**
TOETSOPGAVE INLEVEREN	:	**NEE**
OVERIGE OPMERKINGEN	:	**Beoordeling tentamen: bij elke vraag staat het maximaal aantal te behalen punten.** **In totaal zijn maximaal 90 punten te behalen.** **Eindcijfer = 1 + 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 en je horloge (mobiele telefoon, PDA, etc.) 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 April 2015 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 (10 pt)

a) Leg uit wat een statisch systeem is, en geef een voorbeeld.

b) Leg uit wat een dynamisch systeem is, en geef een voorbeeld.

Opgave 2 (10 pt)

a) In welk component en op welke manier wordt potentiële energie opgeslagen in het hydraulische, elektrische, en lineair mechanische domein?

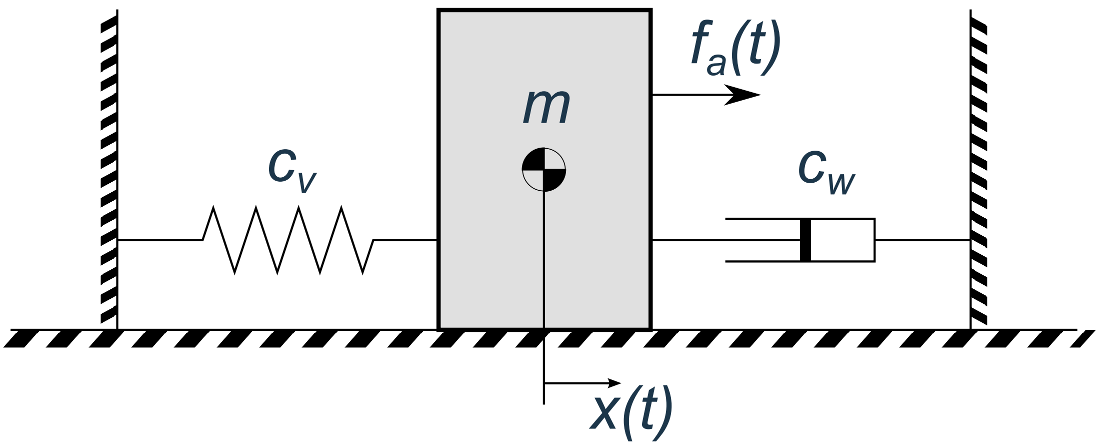
b) Wat zijn de elektrische equivalenten van de volgende mechanische componenten:

   a) massa

   b) veer

   c) demper

Opgave 3 (20 pt)
Figuur 1 toont een massa-veer-demper systeem, waarbij de massa van m = 100 kg via een veer met veerconstante c_v = 50 N/m en een demper met dempingsconstante c_w = 1 Ns/m is verbonden met de vaste wereld. Aangenomen wordt dat er geen wrijving is tussen de massa en de ondergrond. Op tijdstip $t = 0$ s bevindt de massa zich op $x(t) = 0$ m (meter) en is dan in rust. De veren en de dempers oefenen dan geen kracht uit op de massa. Op de massa werkt nog een externe kracht $f_a(t)$, waarbij $f_a(t) = 0$ N voor $t < 0$ s en voor $t \geq 0$ kan deze kracht bijvoorbeeld constant of sinus-vormig zijn.



Figuur 1: *Massa-veer-demper systeem behorend bij vraag 3.*

a) Teken het vrije lichaamsschema van de massa. Geef voor elk van de krachten de richting aan. (10 pt)

b) Leid de differentiaalvergelijking (bewegingsvergelijking) af die de relatie tussen de externe kracht $f_a(t)$ en de positie $x(t)$ beschrijft. Laat zien welke stappen je hierbij maakt. (10 pt)

Opgave 4 (10 pt)
Een banddoorlaat filter is een elektrisch filter dat frequenties in een bepaalde band doorlaat en frequenties daarbuiten onderdrukt. De volgende differentiaalvergelijking beschrijft de relatie tussen de ingang en de uitgang van een filter die frequenties tussen 10 Hz en 100 Hz doorlaat:

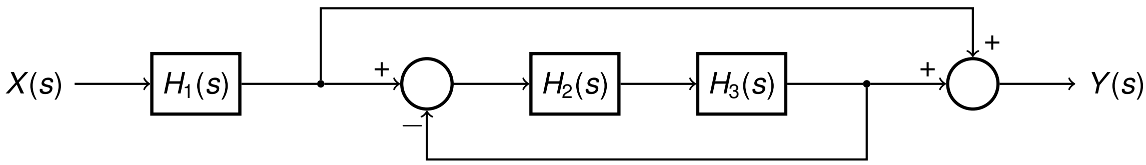
$$\frac{d^2u_o(t)}{dt^2} + 700\frac{du_o(t)}{dt} + 40000u_o(t) - 40000\frac{du_i(t)}{dt} = 0$$

hierin is $u_i(t)$ de ingangsspanning van het filter en $u_o(t)$ de uitgangsspanning. Zet de differentiaalvergelijking om naar het s-domein en leidt de overbrengingsfunctie van dit banddoorlaat filter af.

Opgave 5 (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 5.*

Opgave 6 (10 pt)
Zet het signaal

$$Y(s) = \frac{5}{s} - \frac{5s+5}{s^2+2s+5}$$

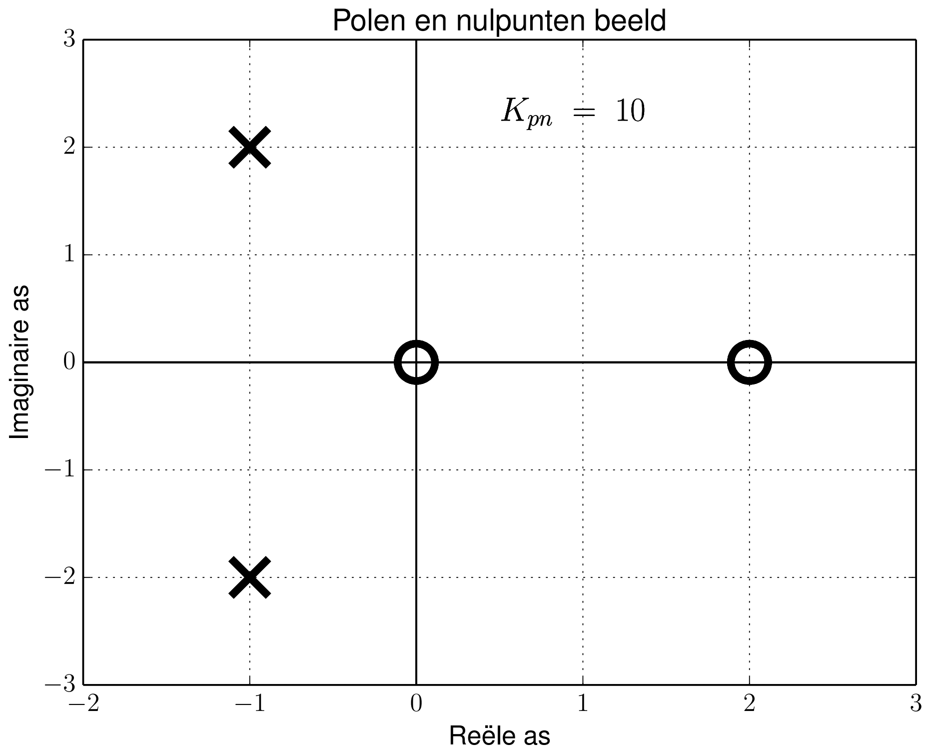
in het s-domein, om naar het tijdsdomein. Ofwel, bepaal $y(t)$.

Opgave 7 (10 pt)
Gegeven een systeem met de overbrengingsfunctie:

$$H(s) = \frac{2s}{s^2+6s+8}$$

Bereken de stapresponsie van dit systeem (hint: gebruik de techniek van breuksplitsen).

Opgave 8 (10 pt)
Figuur 3 toont het polen- en nulpuntenbeeld van een 2e-orde systeem. Leidt 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 8.*