

VOORBLAD SCHRIFTELIJKE TOETSEN

OPLEIDING	: MECHATRONICA
TOETSCODE	: REG2-T1
GROEP	: MEH2
TOETSDATUM	: 17/06/2013
TIJD	: 9:00 - 10:30
AANTAL PAGINA'S (incl voorblad)	: 7
DEZE TOETS BESTAAT UIT	: 6 gesloten en 4 open vragen
GEBRUIK HULPMIDDELEN	: JA
TOETSOPGAVE INLEVEREN	: NEE
TOEGESTANE HULPMIDDELEN	: een (programmeerbare) rekenmachine.
OVERIGE OPMERKINGEN	: Bij elke vraag is aangegeven hoeveel punten er behaald kunnen worden. Het cijfer komt tot stand volgens de formule:
	$\text{cijfer} = 1 + \frac{\text{som van aantal behaalde punten}}{10}$
OPSTELLER VAN DEZE TOETS	: P.R. Fraanje
2^E LEZER	: F.C. van Pinxteren

BELANGRIJKSTE PUNTEN UIT ARTIKEL 12 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.) uit en stop deze in je tas; deze mogen niet als calculator of klok worden gebruikt
- je mag het lokaal het eerste halfuur niet verlaten
- volg de instructies op het toetsvoorblad
- steek je hand op als je een vraag hebt

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)	$\frac{d^n f(t)}{dt^n}$	$s^n \cdot F(s)$
beginwaardetheorema	$f(0) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$	$f(0) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot F(s)$
eindwaardetheorema	$f(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$	$f(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s)$

Tabel 2: Signalen in t - en s -domein

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

Vraag 1 (5 punten): Welke van de onderstaande stelling is juist:

- Een lineair systeem is stabiel indien zijn stapresponsie naar nul gaat als de tijd naar oneindig gaat.
- Een lineair systeem is stabiel indien zijn impulsresponsie naar nul gaat als de tijd naar oneindig gaat.
- Een lineair systeem is instabiel indien zijn stapresponsie naar een constante waarde gaat als de tijd naar oneindig gaat.
- Een lineair systeem is instabiel indien zijn impulsresponsie naar een constante waarde gaat als de tijd naar oneindig gaat.

Vraag 2 (5 punten): Het stabiliteitscriterium van Nyquist zegt dat een gesloten systeem alleen stabiel is als

- het punt -1 links ligt van de curve die $H_{\text{rondgaand}}(j\omega)$ maakt gaande van $\omega = 0$ naar $\omega = \infty$
- het punt -1 rechts ligt van de curve die $H_{\text{rondgaand}}(j\omega)$ maakt gaande van $\omega = 0$ naar $\omega = \infty$
- het punt 1 links ligt van de curve die $H_{\text{rondgaand}}(j\omega)$ maakt gaande van $\omega = 0$ naar $\omega = \infty$
- het punt 1 rechts ligt van de curve die $H_{\text{rondgaand}}(j\omega)$ maakt gaande van $\omega = 0$ naar $\omega = \infty$

Vraag 3 (5 punten): Welke van de volgende stellingen is juist. Een gesloten-lus systeem is stabiel als de lusversterking een

- versterkingsmarge groter dan 0 en een fasemarge groter dan 0° heeft;
- versterkingsmarge groter dan 0 en een fasemarge groter dan 1° heeft;
- versterkingsmarge groter dan 1 en een fasemarge groter dan 0° heeft;
- versterkingsmarge groter dan 1 en een fasemarge groter dan 1° heeft.

Vraag 4 (5 punten): Hoe wordt een regelaar van de vorm

$$C(s) = K(1 + \tau s)$$

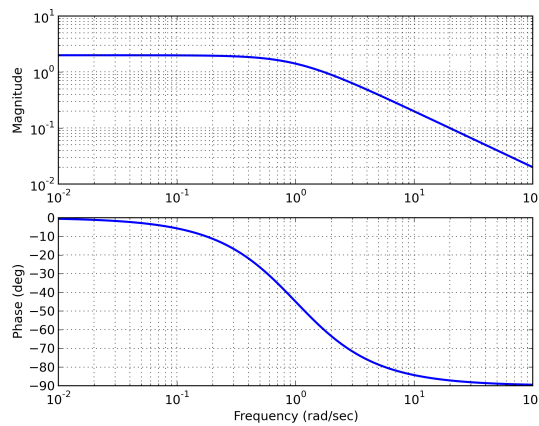
ook wel genoemd?

- Een P regelaar
- Een PI regelaar
- Een PD regelaar
- Een PID regelaar

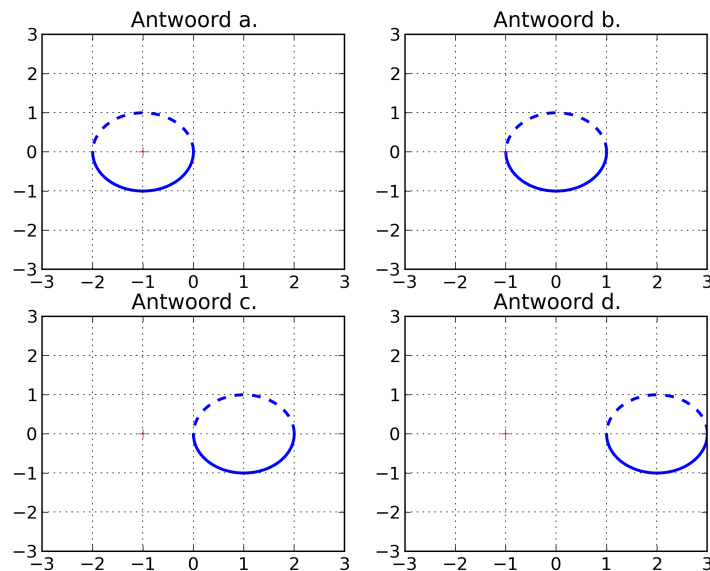
Vraag 5 (5 punten): Wat is de functie van differentiërende actie in een regelsysteem?

- a. De insteltijd verkleinen
- b. De doorschot verkleinen
- c. De statische fout verkleinen
- d. De piektijd verkleinen

Vraag 6 (5 punten): Figuur 1 toont de Bode diagram van een systeem. Welke van de Nyquist diagrammen in Figuur 2 behoort bij dit systeem?



Figuur 1: Bode diagram van het systeem uit vraag 6.



Figuur 2: Keuze mogelijkheden voor het Nyquist diagram van vraag 6.

Vraag 7 (10 punten): Leg in eigen woorden uit, waarom een regelaar een zo groot mogelijke versterking moet hebben. Leg ook uit, wat een beperkende factor is voor de versterking van de regelaar.

Vraag 8 (10 punten): Gegeven is de overbrengingsfunctie van een RC filter

$$H(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{1}{s/10 + 1}$$

Op de ingang van dit filter wordt een sinus van 10rad/s met amplitude 1 aangebracht, dus

$$x(t) = \sin(10t)$$

De uitgang kan ook weer worden geschreven als een sinus,

$$y(t) = A \sin(10t + \phi)$$

Bepaal de amplitude A en de fase ϕ van het uitgangssignaal $y(t)$.

Vraag 9 (20 punten): Schets de bode diagram van het systeem met de overbrengingsfunctie

$$H(s) = \frac{s + 10}{s(s + 100)}$$

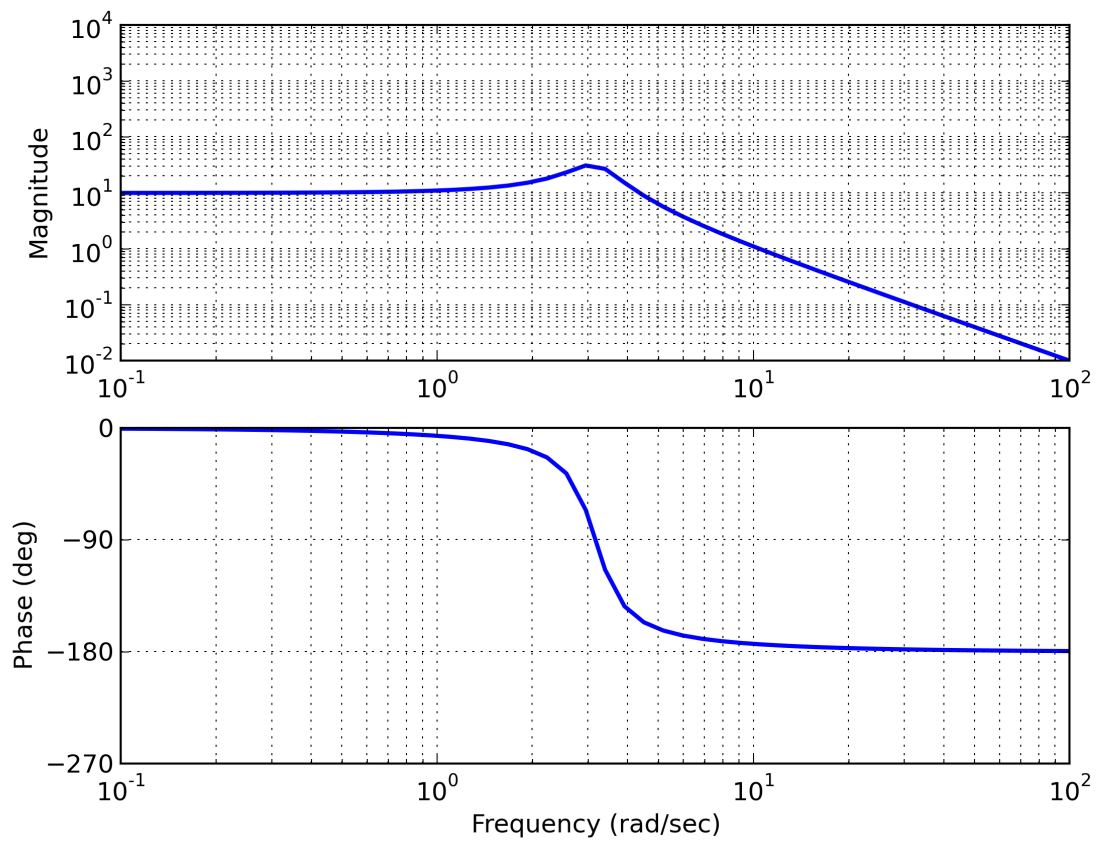
Geef in je figuur duidelijk de breekpunten en de asymptoten aan. Voor je antwoord kun je gebruik maken van het antwoordblad op blz. 7 van de toets.

Vraag 10 (20 punten): Figuur 3 laat de bode diagram zien van een massa-veer-demper systeem. We willen de positie van de massa regelen met een terugkoppelregelaar.

- Wat is de versterkingsmarge van dit systeem?
- Wat is de fasemarge van dit systeem (je antwoord moet op 10° nauwkeurig zijn)?
- De statische fout willen we naar 0 regelen en tegelijkertijd willen we de fasemarge groter dan 45° hebben. Er wordt voorgesteld om hiervoor een zuiver integrerende regelaar

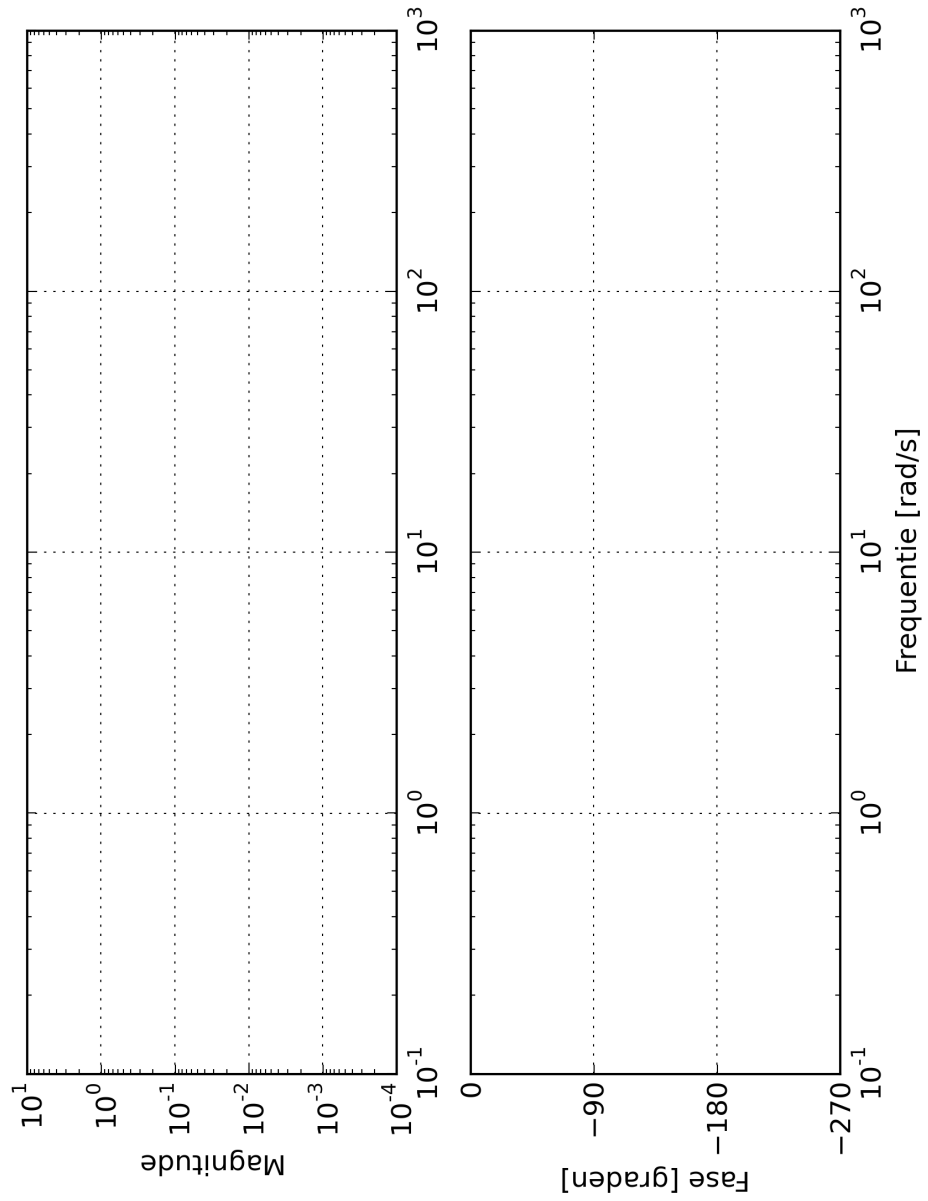
$$C(s) = K_i \frac{1}{s}$$

te gebruiken. Is dat mogelijk? Zo ja, bepaal een waarde voor K_i waarvoor dit mogelijk is. Zo nee, leg uit waarom niet.



Figuur 3: Bode diagram van het massa-veer-demper systeem uit vraag 10.

Dit blad inleveren!



Figuur 4: Ruimte voor antwoord op vraag 9.