



Benodigdhede vir hierdie vraestel/Requirements for this paper:

Multikeusekaarte/
Multi-choice cards:

☐

Nie-programmeerbare sakrekenaar/
Non-programmable calculator:

☒

Grafiekpapier/
Graphic paper:

☐

Draagbare Rekenaar/
Laptop:

☐

Oopboek-eksamen/
Open book examination?

NEE/
NO

EKSAMEN/TOETS
EXAMINATION/TEST:

Eksamen (1e) /
Examination (1st)

KWALIFIKASIE/
QUALIFICATION:

B Ing / B Eng

MODULEKODE/
MODULE CODE:

EERI 418

TYDSDUUR/
DURATION:

3 uur/hour

MODULEBESKRYWING/
MODULE DESCRIPTION:

Beheerteorie II

MAKS/
MAX:

100

EKSAMINATORE(E)/
EXAMINER(S):

DR. KR UREN
PROF. G VAN SCHOOR

DATUM/
DATE:

15/06/2012

TYD/TIME:

14:00

MODERATOR:

PROF. MA VAN WYK

TOTAAL/TOTAL: 100

VRAAG 1/ QUESTION 1

Gegee 'n stelsel / Given a plant

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{10}{(s+1)(s+2)},$$

ontwerp 'n toestandveranderlike terugvoerbeheerder sodat die gekompenseerde stelsel se verbyskiet vir 'n trapinset nie 15 % oorskry nie en die vestigingstyd minder as 0.5 s is. /

design a state variable feedback controller to yield a compensated system with no more than 15 % overshoot and a settling time of no more than 0.5 seconds for a step input.

Addisionele inligting / additional information:

$$PO = 100e^{-\frac{\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}}$$

$$T_s = \frac{4}{\zeta\omega_n}$$

[10]

VRAAG 2 / QUESTION 2

2.1 Die filter in Fig. 1 los die volgende verskilvergelyking op: /

For the system shown in Fig. 1, the filter solves the following difference equation:

$$m(k+1) = 0.5e(k+1) - (0.5)(0.98)e(k) + 0.995m(k).$$

Die monstertempo is 10 Hz, en die aanleg se oordragsfunksie word gegee deur /

The sampling rate is 10 Hz, and the plant transfer function is given by

$$G_p(s) = \frac{5}{(s+1)(s+2)}.$$

Bepaal die stelsel oordragfunksie $C(z)/E(z)$. /

Determine the system transfer function $C(z)/E(z)$.

(4)

2.2 Bepaal die gelykstroomwins van die stelsel deur gebruik te maak van jou resultate in (2.1). /

Find the system direct current gain from the results obtained in (2.1).

(2)

2.3 Bepaal $c(k)$ vir die stelsel in (2.1) in geslote vorm vir 'n eenheidstrapinset deur van partiële breuk uitbreiding gebruik te maak. /

Determine $c(k)$ for the system in (2.1) in closed form for a unit step input using partial fraction expansion.

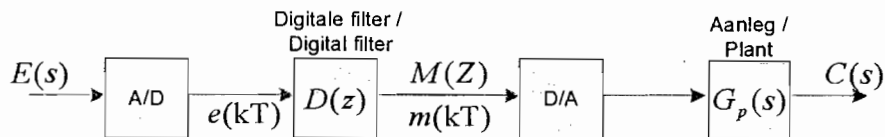
(7)

2.4 Bepaal die z-transform in geslote vorm van die volgende sein: /

Determine the z-transform, in closed form, of the following signal:

$$E(s) = \frac{(0.5s+1)(1-e^{-0.25s})}{0.5s(s+0.25)}, \quad T = 0.25 \text{ s}$$

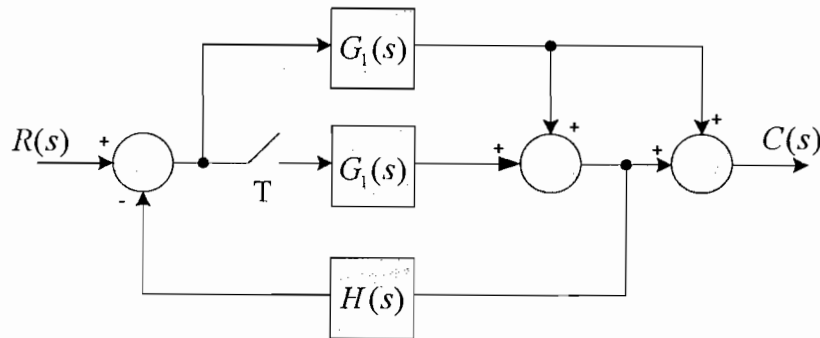
(6)



Figuur / Figure 1

2.5 Lei 'n uitdrukking af vir $C(z)$ vir die stelsel in Fig. 2. /

Derive the expression for $C(z)$ for the system in Fig. 2.

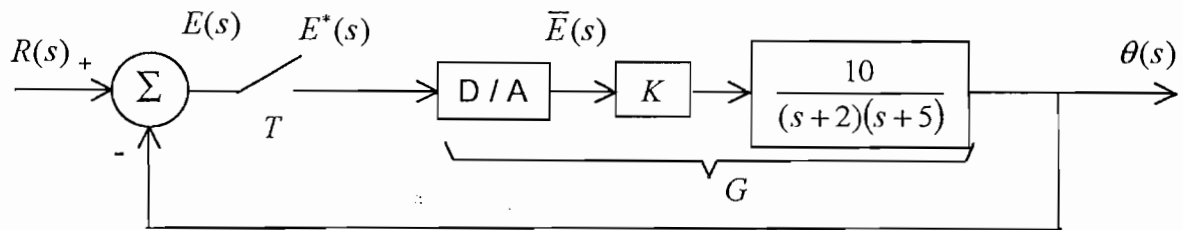


Figuur / Figure 2

(6)

[25]

VRAAG 3 / QUESTION 3



Figuur / Figure 3

Beskou die stelsel in Fig. 3. / Consider the system in Fig. 3.

3.1 Bepaal die stelseloordragsfunksie $\left(\frac{\theta(z)}{R(z)}\right)$ in terme van $G(z)$. /

Determine the system transfer function $\left(\frac{\theta(z)}{R(z)}\right)$ in terms of $G(z)$.

(1)

3.2 Bepaal die oordragsfunksie vir $K = 20$ en $T = 0.03$ s. Wat is die tipe van die stelsel? /

Determine the transfer function for $K = 20$ and $T = 0.03$ s. What is the type of the system?

(5)

3.3 Bepaal die bestendige toestand fout van die diskrete stelsel vir 'n eenheidstrapsinset. /

Determine the steady state error of the discrete system for a unit step input.

(4)

3.4 Bepaal die natuurlike frekwensie en die tydkonstante van die diskrete stelsel. /

Determine the natural frequency and the time constant of the discrete system.

(5)

3.5 Spreek jou uit oor die sinvolheid van die keuse van die monstertempo. Wat sal die effek van 'n hoër monstertempo op die respons van die stelsel wees? Maak 'n aanbeveling oor die monstertempo wat die diskretiseringsfout sal minimeer, maar nie die modelleringsstyd onnodig sal verleng nie. /

Discuss the meaningfulness of the choice of the sampling rate. What will the effect of a higher sampling rate be on the response of the system. Make a recommendation on the sampling rate that would minimise the discretisation error without unnecessarily increasing the modelling time.

(5)

Addisionele inligting / Additional information:

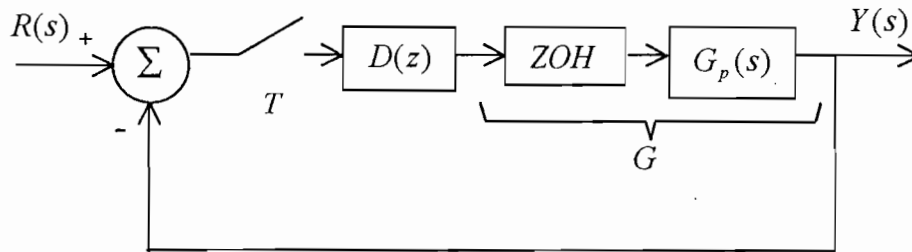
$$\zeta = \frac{-\ln r}{\sqrt{\ln^2 r + \theta^2}}$$

$$\omega_n = \frac{1}{T} \sqrt{\ln^2 r + \theta^2}$$

$$\tau = \frac{1}{\zeta \omega_n}$$

[20]

VRAAG 4 / QUESTION 4



Figuur / Figure 4

Die stelsel in Fig. 4 het die volgende oordragsfunksie: /

The system in Fig. 4 has the following transfer function:

$$G_p(s) = \frac{10K}{(s+1)(s+4)}$$

Die diskrete oordragsfunksie van die stelsel is soos volg: /

The discrete transfer function of the system is as follows:

$$G(z) = \frac{K(0.06379z + 0.0518)}{(z^2 - 1.489z + 0.5353)}, \quad T = 0.125 \text{ s}$$

Fig. 5 toon die bodediagram van $G(j\omega)$ vir $K = 1$. /

Fig. 5 shows the bode diagram of $G(j\omega)$ for $K = 1$.

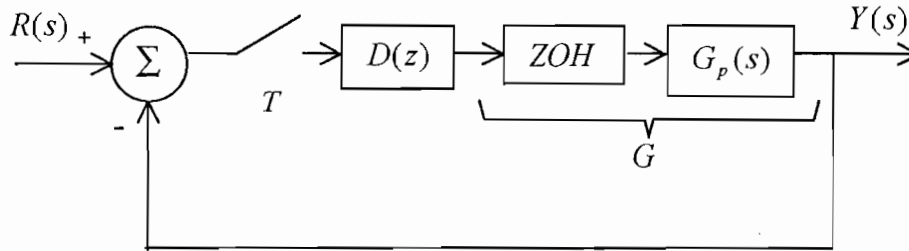
Om die bestendige toestand fout te verminder word K verhoog na 3. /

To reduce steady state errors the gain K is increased to 3.

Gebruik die gegewe bodediagram om 'n eenheidswins fasenaloopnetwerk $D(z)$ te ontwerp wat 'n fasegrens van 40° tot gevolg sal hê. /

Use the given bode diagram to design a unity gain phase lag compensator $D(z)$ that will give a phase margin of 40° for the system.

VRAAG 5 / QUESTION 5



Figuur / Figure 6

Die stelsel in Fig. 6 het die volgende oordragsfunksie: /

The system in Fig. 6 has the following transfer function:

$$G_p(s) = \frac{K}{s(s+4)}$$

Die tydkonstante van die pool by $s = -4$ is 0.25 s. Die monsterperiode word dan as 0.025 s gekies. /

The time constant of the pole at $s = -4$ is 0.25 s. Die sampling period is then chosen as 0.025 s.

Die stelsel moet bedryf word by die punt van kritiese damping. Teken die benaderde wortellokus van die stelsel en bepaal die tydkonstante van die stelsel vir die genoemde kondisie. Slegs die gedeelte van die lokus waar kritiese damping voorkom hoef by benadering bereken te word. /

The system must be operated at the point of critical damping. Draw the approximate root locus of the system and determine the time constant of the system for the mentioned condition. Only the part of the root locus where the system is critically damped needs to be determined by approximation.

Ontwerp 'n eenheidswins fase-voorloopkompensator om die tydkonstante van die stelsel (steeds krities gedemp) met 'n faktor 3 te verminder. Dui aan hoe die kompensasie die wortellokus wysig. Wat is die waarde van die wins K waar die gekompenseerde stelsel die verlange krities gedempte respons en die verlaagde tydkonstante sal lewer. /

Design a unity gain phase lead compensator to reduce the time constant of the system (still critically damped) by a factor 3. Show how the compensation modifies the root locus. What is the value of the system gain K at the point where the compensated system shows the desired critically damped response with the reduced time constant.

[15]

VRAAG 6 / QUESTION 6

Sê of die volgende stellings **WAAR** of **VALS** is. **EEN** punt sal afgetrek word vir elke verkeerde antwoord. Moet dus nie raai nie; los liever oop as jy nie weet nie. / State whether the following statements are **TRUE** or **FALSE**, keeping in mind that **ONE** mark will be deducted for each wrong answer. Therefore do not guess; rather leave blank if you do not know the answer.

6.1 Die effek van die nul-orde houbaan is om die tipe van die stelsel met een te verhoog. /

The effect of the zero order hold circuit is to increase the type of the system by 1. (2)

6.2 As die inset na 'n diskrete tyd stelsel nie gemonster word voordat dit op 'n analoë deel van die stelsel inwerk nie, kan daar nie 'n oordragsfunksie vir die stelsel bepaal word nie. /

If the input to a discrete time system is not sampled before being applied to an analog part of the system, no transfer function can be derived. / (2)

6.3 Die Jury-stabiliteitstoets stel ons in staat om direk in die z -vlak stelselstabiliteit te bepaal. /

The Jury stability test offers a technique for determining system stability directly in the z -plane. (2)

6.4 Met die gebruik van die fase voorloopkompensator het die fasevoorloop 'n stabiliserende effek. /

The phase lead of the phase lead compensator has a stabilising effect. (2)

- 6.5 Die tydkonstantes van die dominante pole in die stelsel kan as maatstaf gebruik word om die geskikte monsterfrekwensie vir die stelsel te bepaal. 'n Goeie reel is om hoogstens teen vyf keer die hoogste dominante poolfrelwensie te monster. /

The time constants of the dominant poles in the system can be used as a measure to determine a suitable sampling frequency for the system. A good rule is to sample at the highest at five times the biggest dominant pole frequencies in the system.

(2)

[10]

VRAAG 7 / QUESTION 7

Tref 'n vergelyking tussen Kunsmatige Neurale Netwerke en Wasige Logiese Stelsels aan die hand van hul funksionaliteit en toepassing. /

Compare artificial neural networks and fuzzy logic systems in terms of their functionality and application.

[10]