TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL: KÅRA, G33

TID: 2019-01-09 kl. 8:00–12:00

KURS: TSIU61 Reglerteknik

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 5

ANSVARIG LÄRARE: Inger Erlander Klein, tel. 013-281665,0730-916919

BESÖKER SALEN: cirka kl. 9:00, 10:00, 11:00

KURSADMINISTRATÖR: Ninna Stensgård, 013-28 22 25,
ninna.stensgard@liu.se

TILLÅTNA HJÄLPMEDEL:
1. *T. Glad & L. Ljung*: "Reglerteknik. Grundläggande teori". Normala anteckningar, dvs ej lösningar till exempelsamlingen eller liknande, är tillåtna i kursboken.
2. Tabeller och formelsamling.
3. Miniräknare

LÖSNINGSFÖRSLAG: Finns på kursens websida efter skrivningens slut.

VISNING av tentan äger rum 2018-01-31, kl. 12.30–13.00 i Ljungeln, B-huset, ingång 27, A-korridoren till höger, bottenvåningen.

PRELIMINÄRA BETYGSGRÄNSER:	betyg 3	12 poäng
	betyg 4	18 poäng
	betyg 5	24 poäng

OBS! Lösningar till samtliga uppgifter ska presenteras så att alla steg (utom triviala beräkningar) kan följas. Bristande motiveringar ger poängavdrag.

Lycka till!

1. (a) Ett linjärt dynamiskt system beskrivs av differentialekvationen

$$\ddot{y}(t) + 2\dot{y}(t) + y(t) = 3\dot{u}(t) + u(t)$$

Vad är systemets överföringsfunktion? (2p)

(b) Ett system beskrivs av sambandet

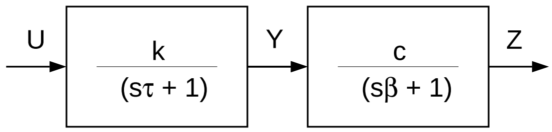
$$Y(s) = G(s)U(s)$$

där

$$G(s) = \frac{\beta}{s + \alpha}$$

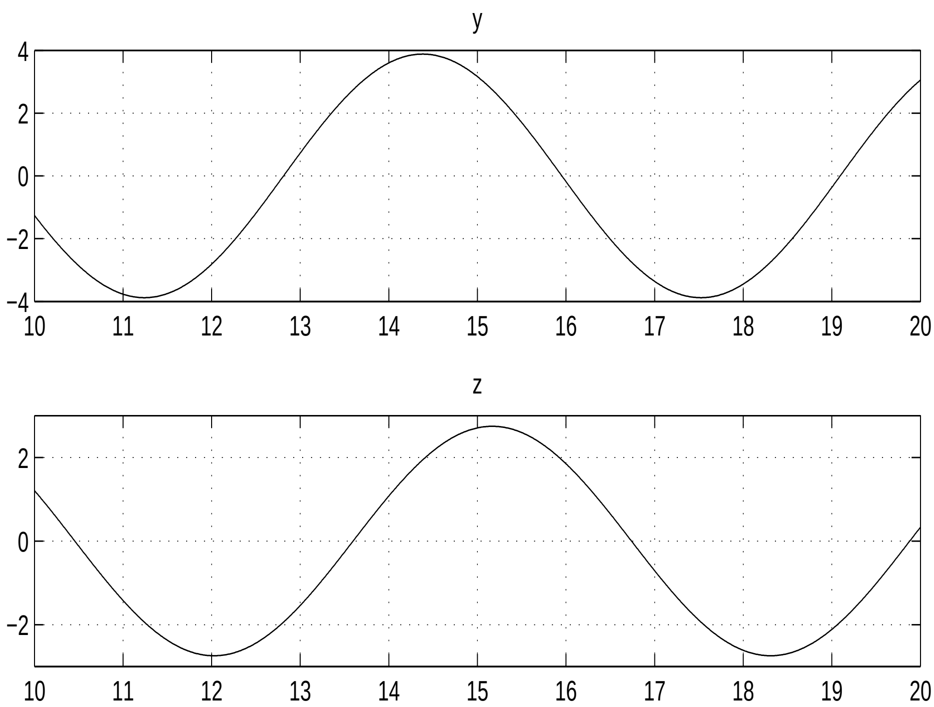
Vi vet att $\alpha > 0$ och $\beta \neq 0$. Antag att insignalen är ett steg med amplituden u_0. Vad blir $y(t)$ då $t \to \infty$? (2p)

(c) Betrakta systemet i figur 1.



Figur 1: Blockschema till uppgift 1 c.

För att bestämma koefficienterna c och β låter vi insignalen u vara en sinussignal med amplituden ett. I figur 2 visas signalerna y och z. Bestäm koefficienterna c och β. (2p)



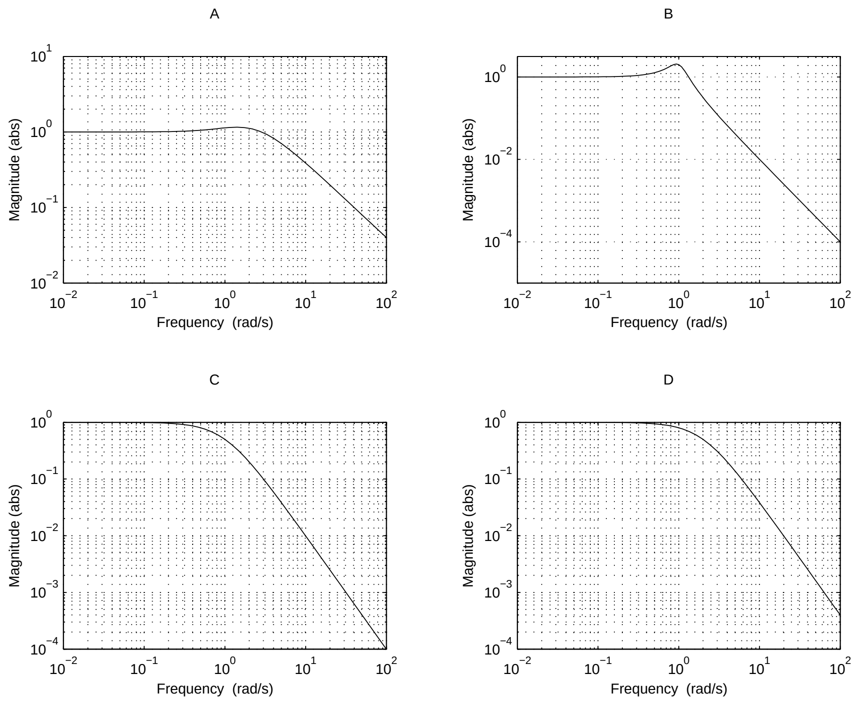
Figur 2: Signaler till uppgift 1 c. Tidsskala sekunder.

2. (a) Betrakta de fyra överföringsfunktionerna nedan.

$$G_1(s) = \frac{4}{(s+2)^2} \qquad G_2(s) = \frac{1}{(s+1)^2}$$

$$G_3(s) = \frac{1}{(s^2+s+1)} \qquad G_4(s) = \frac{4(s+1)}{(s+2)^2}$$

I figur 3 visas amplitudkurvorna för dessa överföringsfunktioner. Kombinera kurvorna med överföringsfunktionerna. Motivera! (4p)



Figur 3: Amplitudkurvor till uppgift 2 a. (Tidsskalan är samma men amplitudskalan är olika.

(b) Ett mekaniskt system består av en massa och en fjäder. Massan rör sig på ett plan och rörelsen beskrivs av differentialekvationen

$$m\ddot{y}(t) = u(t) - f\dot{y}(t) - ky(t)$$

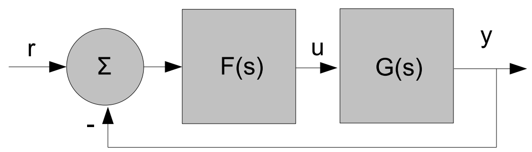
där $u(t)$ är kraften som verkar på massan och $y(t)$ är massans position. m, f och k betecknar massa, friktionskoefficient respektive fjäderkonstant. Inför tillståndsvariablerna $x_1(t) = y(t)$ och $x_2(t) = \dot{y}(t)$ och ställ upp modellen på tillståndsform. Antag att $m = k = 1$ och $f = 0.2$. (2p)

3. (a) Ett system beskrivs med modellen

$$Y(s) = G(s)U(s)$$

där

$$G(s) = \frac{5}{(s+1)^2}$$



Figur 4: Reglersystem i uppgift 3.

Antag att det styrs enligt figur 4 där

$$F(s) = K$$

Bestäm K så att känslighetsfunktionens absolutbelopp vid $\omega = 0$ blir mindre än 0.01. (3p)

(b) Varför är det önskvärt att känslighetsfunktionens frekvenssvar har litet belopp för alla frekvenser? (2p)

4. Ett mekaniskt system beskrivs med modellen

$$Y(s) = G(s)U(s)$$

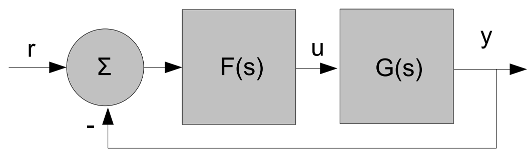
där

$$G(s) = \frac{1}{s^2}$$

Systemet ska styras med återkopplingen

$$U(s) = F(s)(R(s) - Y(s))$$

enligt figur 5.



Figur 5: Reglersystem i uppgift 4.

$F(s)$ är en (approximativ) PD-återkoppling med överföringsfunktionen

$$F(s) = K_P + K_D \frac{s}{1 + sT}$$

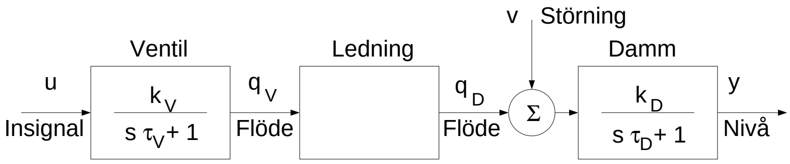
där koefficienten $T > 0$ används för att göra PD-återkopplingen realiserbar i praktiken.

(a) Ange det återkopplade systemets karakteristiska ekvation. (2p)

(b) Antag att $T = 0$. Bestäm koefficienterna K_P och K_D så att det återkopplade systemets poler placeras i -2. (3p)

(c) Antag nu att de koefficienter som bestämdes ovan används i fallet att $T > 0$. Hur påverkas det återkopplade systemets poler av $T > 0$? (1p)

5. En förenklad beskrivning av ett system för reglering av vattennivån i en damm ges av figur 6.



Figur 6: Dammsystem i uppgift 5.

Antag att inverkan av ledningen försummas, d v s $q(t) = q_V(t) = q_D(t)$. Med hjälp av tillståndsvariablerna $x_1(t) = y(t)$ och $x_2(t) = q(t)$ kan systemet skrivas på tillståndsform som

$$\dot{x}(t) = \begin{pmatrix} -\frac{1}{\tau_D} & \frac{k_D}{\tau_D} \\ 0 & -\frac{1}{\tau_V} \end{pmatrix} x(t) + \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{k_V}{\tau_V} \end{pmatrix} u(t) + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} v(t) \qquad y(t) = (1 \quad 0)x(t)$$

Sätt $k_V = 5, \tau_V = 1, k_D = 2, \tau_D = 3$.

(a) Antag att man kan mäta både flöde och dammnivå. Bestäm en tillståndsåterkoppling sådan att det återkopplade systemets poler placeras i $-\alpha$. (4p)

(b) Antag att referenssignalen är noll, d v s $r(t) = 0$, och att systemet påverkas av en konstant störning, d v s $v(t) = v_0$. Vad blir nivån $y(t)$ i stationärt tillstånd? (3p)