TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL: TER4

TID: 2018-10-22 kl. 8:00–12:00

KURS: TSIU61 Reglerteknik

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 5

ANSVARIG LÄRARE: Gustaf Hendeby, tel. 013-285815

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 2018-11-09, 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) En process ges av $Y(s) = G(s)U(s)$ där

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

Ange systemets poler och nollställen. (2p)

(b) Vilket av följamde system har den kortaste stigtiden vid ett steg i insignalen? Varför?

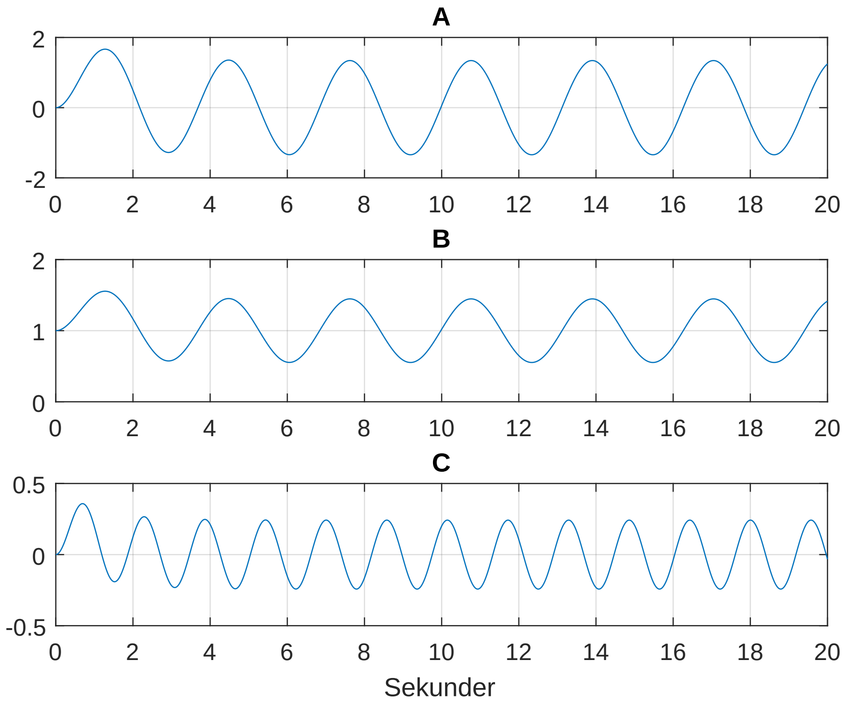
$$G_1(s) = \frac{5}{s+1} \qquad G_2(s) = \frac{1}{s+0.1} \qquad G_3(s) = \frac{2}{s+5}$$
$$G_4(s) = \frac{0.1}{s+100} \qquad G_5(s) = \frac{-2}{s+10}$$

(1p)

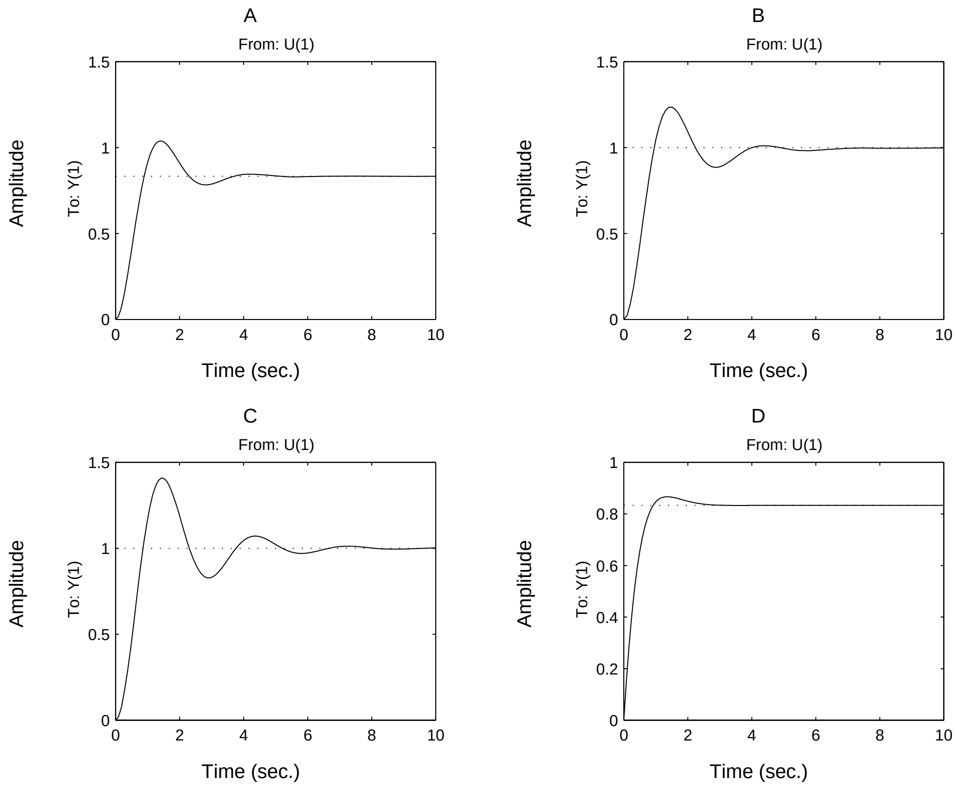
(c) Linus och Linnea har gjort några experiment med ett system som beskrivs med modellen

$$Y(s) = \frac{a}{s+a}U(s)$$

På grund av datorproblem har figurer från olika experiment blandats ihop, och de behöver nu din hjälp att hitta rätt figur till deras senaste experiment. Då använde de en insignal som var $u(t) = \sin 2t$. Ange för var och en av kurvorna i figur 1 varför de **inte** kan vara utsignal från systemet vid detta experiment. (3p)



Figur 1: Utsignaler till uppgift c.



Figur 2: Stegsvar till uppgift 2.

2. (a) Antag att ett system

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

styrs med PID-återkopplingen

$$U(s) = (K_P + K_I\frac{1}{s} + K_D s)(R(s) - Y(s))$$

I figur 2 visas det återkopplade systemets stegsvar för följande fyra inställningar på parametrarna K_P, K_I respektive K_D.

$(i)\ \ K_P = 5\ \ K_I = 4\ \ K_D = 0 \qquad (ii)\ \ K_P = 5\ \ K_I = 2\ \ K_D = 0$

$(iii)\ \ K_P = 5\ \ K_I = 0\ \ K_D = 2 \qquad (iv)\ \ K_P = 5\ \ K_I = 0\ \ K_D = 0$

Kombinera stegsvaren med parametervärdena. Motivera ditt svar. (4p)

(b) Implementera med hjälp av Eulers approximationsformel en tidsdiskret variant av regulatorn som beskrivs av

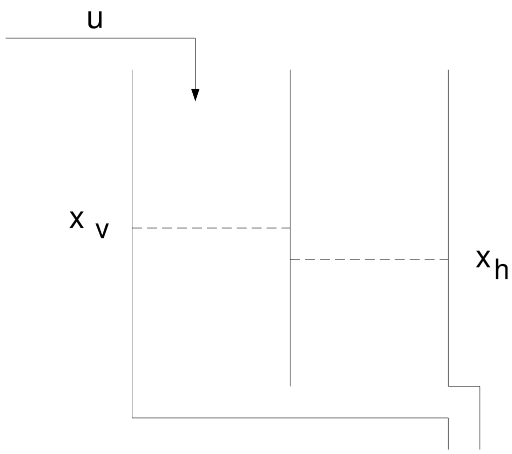
$$U(s) = \frac{s+1}{4s+2}E(s).$$

Samplingstiden är $T = 0.1\,\mathrm{s}$. Svaret ska anges på formen

$$u(t) = a_1 u(t-T) + a_2 u(t-2T) + \cdots + b_0 e(t) + b_1 e(t-T) + \ldots.$$

(2p)

3. Betrakta ett system bestående av två tankar enligt figur 3. Om man



Figur 3: Tanksystem i uppgift 3.

låter nivå i de båda tankarna betecknas med $x_v(t)$ (vänstra) respektive $x_h(t)$ (högra) kan systemet approximativt beskrivas på tillståndsform med ekvationerna

$$\dot{x}(t) = \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} x(t) + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} u(t)$$
$$y(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \end{pmatrix} x(t)$$

där

$$x(t) = \begin{pmatrix} x_v(t) \\ x_h(t) \end{pmatrix}$$

I modellen är även koefficienter som beskriver hålet mellan tankarna och utloppshålet satta till ett.

(a) Antag att båda nivåerna (tillståndsvariablerna) kan mätas. Bestäm en tillståndsåterkoppling på formen

$$u(t) = -Lx(t) + r(t)$$

sådan att det återkopplade systemets poler placeras i -2. (4p)

(b) Antag att inflödet är konstant, d v s $u(t) = \bar{u}$, och att de båda tanknivåerna gått mot konstanta värden $\bar{x}_v$ respektive $\bar{x}_h$. Verifiera att det då alltid gäller att $\bar{x}_v = 2\bar{x}_h$ d v s att det alltid är högre nivå i den vänstra tanken än i den högra tanken. Varför är detta fysikaliskt rimligt? (2p)

4. För ett system enligt figur 4 ges bodediagrammet för det återkopplade systemet i figur 5(a) och bodediagrammet för $S(s) = \frac{1}{1+F(s)G(s)}$ i figur 5(b).

   (a) Vilka störningar v kommer undertryckas av regulatorn? (2p)

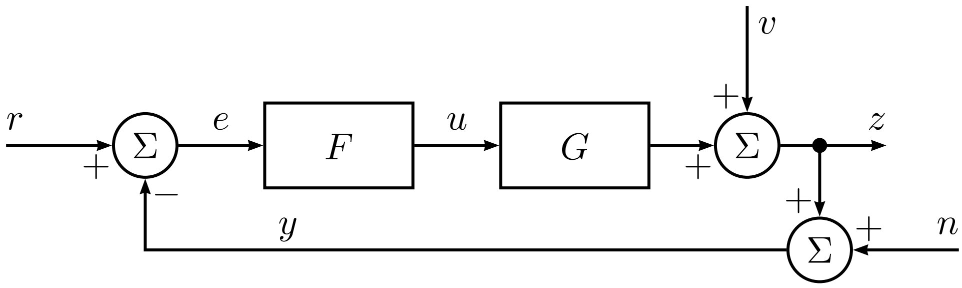
   (b) Antag att det additiva mätbruset n har frekvensen 10. Kommer detta förstärkas eller undertryckas av regulatorn? (2p)

   (c) Antag att det sanna systemet beskrivs av

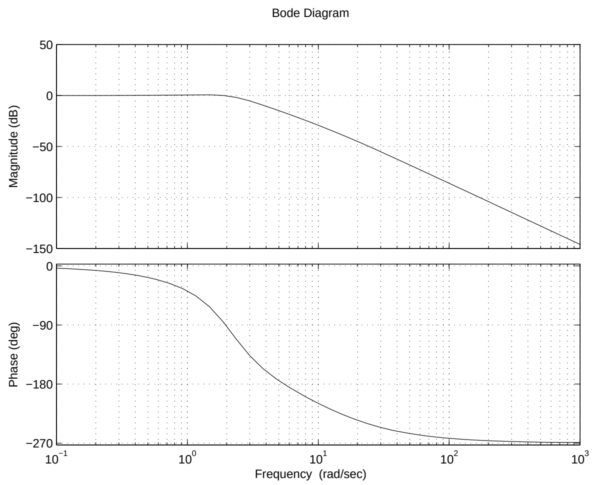
   $$G^0(s) = G(s)(1 + \Delta_G)$$

   där $\Delta_G = 0.1\alpha$ och $|\alpha| < 0.1$. Kan stabilitet för det sanna återkopplade systemet garanteras? (2p)

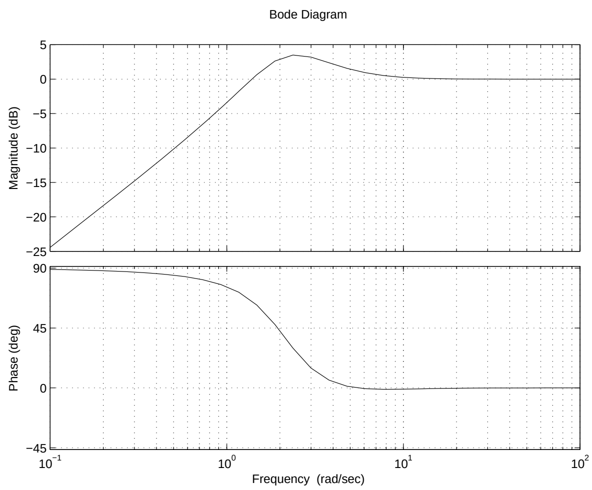
   Om du mäter något i figuren, markera detta i figuren och bifoga med tentan när du lämnar in (annars ges poängavdrag).



Figur 4: Blockdiagram till uppgift 4.



(a) Återkopplade systemet $G_c(s)$



(b) $S = \frac{1}{1+FG}$

Figur 5: Bodediagram till uppgift 4.

5. En elektrisk motor antas kunna beskrivas av modellen

$$G(s) = \frac{k_0}{s(\tau s + 1)}$$

där man experimentellt bestämt koefficientvärdena till $k_0 = 50$ och $\tau = 0.25$.

Antag att motorn styrs med proportionell återkoppling

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

(a) Rita blockschema för systemet och markera $R(s)$, $U(s)$, $Y(s)$, $G(s)$ och $F(s) = K$. Ta fram det återkopplade systemets överföringsfunktion. (3p)

(b) Kan det återkopplade systemet bli instabilt för något $K > 0$? Ange i så fall för vilka värden. (3p)