TENTAMEN I DYNAMISKA SYSTEM OCH REGLERING

TID: 13 mars 2018, klockan 8 - 12

KURS: TSRT21

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 6

ANSVARIG LÄRARE: Johan Löfberg, 070-3113019

BESÖKER SALEN: 09.30, 11.00

KURSADMINISTRATÖR: Ninna Stensgård, tel 013-284725, ninna.stensgard@liu.se

TILLÅTNA HJÄLPMEDEL: Läroboken Glad-Ljung: ”Reglerteknik, grundläggande teori” med inläsningsanteckningar, Kompendium Dynamiska system och reglering med inläsningsanteckningar tabeller, formelsamling, räknedosa utan färdiga program.

LÖSNINGSFÖRSLAG: Anslås efter tentamen på kursens hemsida.

PRELIMINÄRA BETYGSGRÄNSER:	betyg 3	14 poäng
	betyg 4	19 poäng
	betyg 5	23 poäng

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

Lycka till!

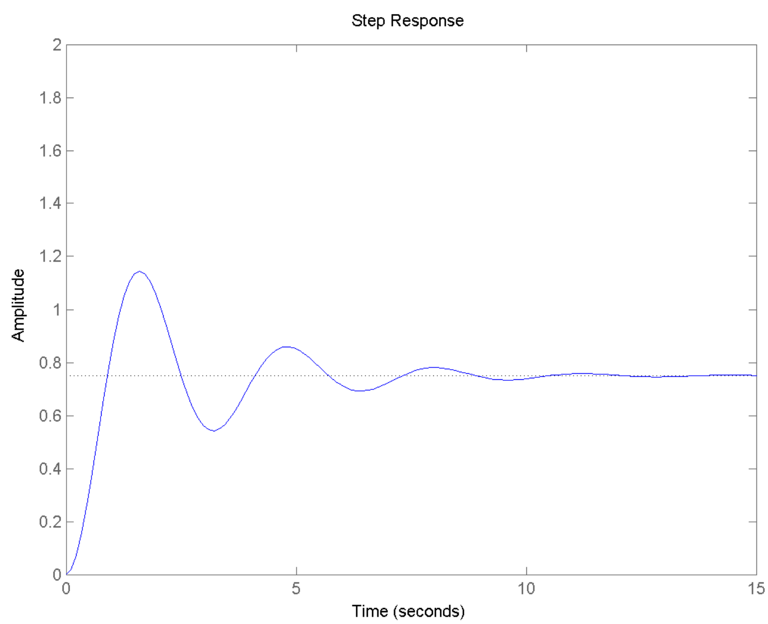
1. (a) Betrakta ett reglersystem bestående av en cyklande student, där cykeln är det styrda systemet, och studenten utgör regulatorn. Ange två styrsignaler, två utsignaler och två störsignaler för detta reglersystem. (3p)

   (b) Ett gyro skall användas för att uppskatta hur mycket ett objekt vrider sig. Tyvärr så kan vi inte mäta vinkelhastigheten perfekt med gyrot utan har $\omega_m(t) = \omega(t) + \delta$ där $\omega_m(t)$ är mätsignalen, $\omega(t)$ är den sanna hastigheten och δ är ett biasfel. Gyrot läggs helt silla på ett bord och signalen integreras för att skapa ett estimat av vinkelförändring. Efter 100 sekunder visar beräkningarna en vinkel på $34°$. Hur stort biasfel har gyrot? (2p)

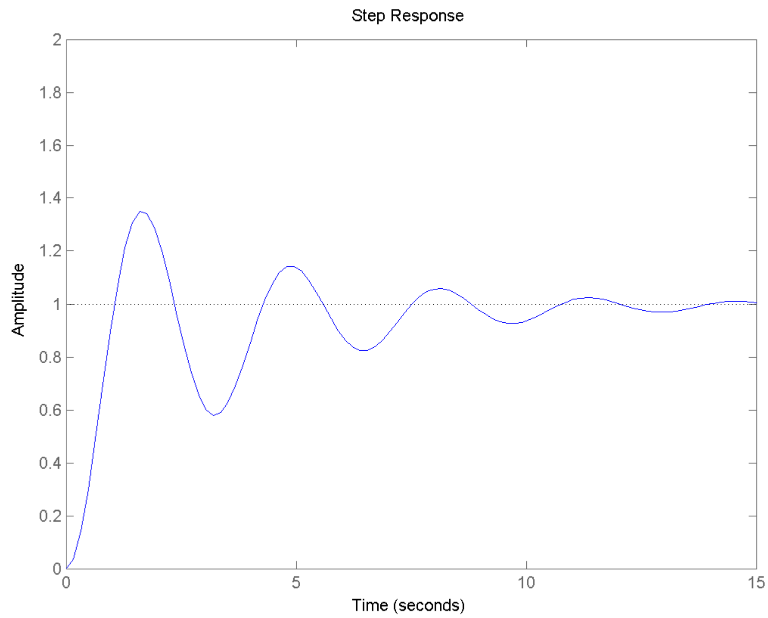
2. (a) I figurerna 1-3 finns visas tre stycken stegsvar då tre olika PID-regulatorer använts. Koppla figurerna till följande tre använda regulatorer (3p)

   i. $K_P = 3, K_I = 1, K_D = 0$
   ii. $K_P = 3, K_I = 0, K_D = 0$
   iii. $K_P = 3, K_I = 0, K_D = 2$

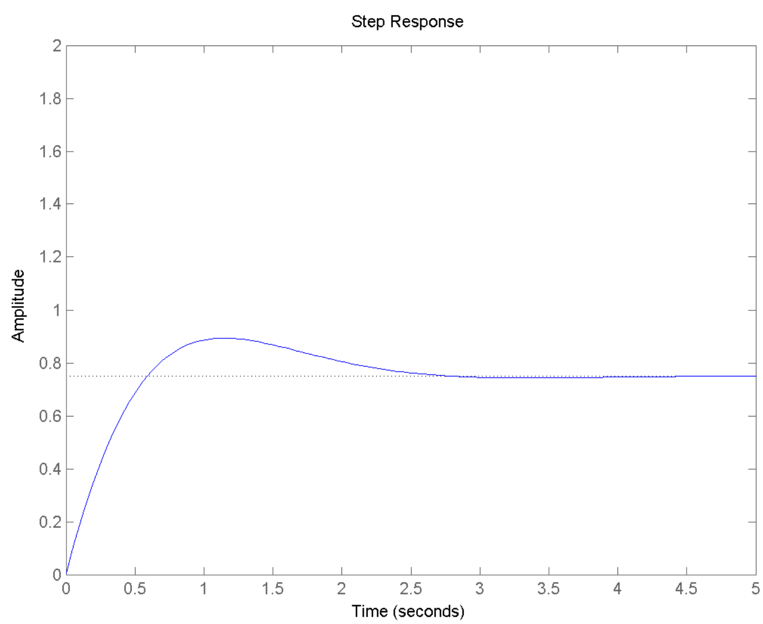
   (b) Vilka problem kan uppstå med en för stor I-del respektive D-del i en regulator? (2p)



Figur 1: Slutet system A



Figur 2: Slutet system B



Figur 3: Slutet system C

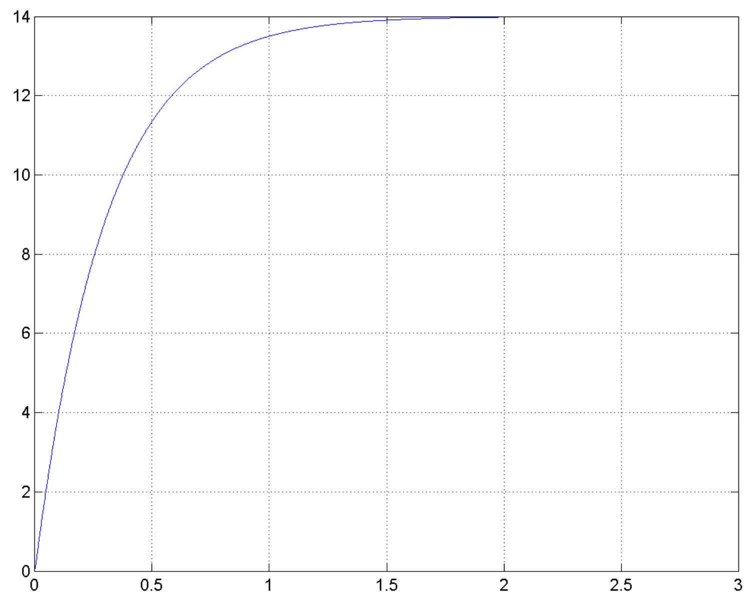
3. (a) Givet differentialekvationerna $\ddot{y}(t) + 7\dot{y}(t) = \dot{z}(t) + z(t) + \dot{u}(t)$ och $\ddot{z}(t) + \dot{z}(t) + 4z(t) = u(t)$, tag fram överföringsfunktionen från u till y. (2p)

(b) Vid test av en ny medicin injicerar man ett preparat på en försöksperson och mäter sedan koncentrationen av ett protein i blodet. Koncentrationen $y(t)$ (i mikrogram/liter) mot tiden (i timmar) ges av figuren nedan. Insignal i experimentet kallas $u(t)$ och är den kontinuerliga tillförseln av preparatet. I lämplig omskalning av signaler kan insignalen antas vara konstant $u(t) = 1$ efter experimentets påbörjande vid $t = 0$.

Beskriv dynamiken mellan $y(t)$ och $u(t)$ via en differentialekvation i formen

$$a\dot{y}(t) + y(t) = bu(t)$$

dvs identifiera konstanterna a och b. (3p)



Figur 4: Proteinkoncentration i blodet under experiment

4. (a) En enkel model av vinkelförändringen på en satellit kring en axel ges av

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

där $U(s)$ är det applicerade momentet och $Y(s)$ är vinkel och

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

Positionen regleras med PD-återkopplingen

$$U(s) = (K_P + K_D s)(R(s) - Y(s))$$

där $R(s)$ är den referenspositionen, och $K_P = 4$ och $K_D = 3$. Vilka poler får det återkopplade systemet? (3p)

(b) Diskretisera PD-återkopplingen med Euler bakåt med samplingshastighet 0.1 sekunder. (2p)

5. (a) Rita ett blockschema med tydligt markerade signaler $Y, \hat{Y}, Z, U, R, W$ och delsystem av följande model (3p)

$$
\begin{aligned}
Y(s) &= G(s)U(s)\\
\hat{Y}(s) &= \hat{G}(s)U(s)\\
U(s) &= Q(s)(Z(s) - \hat{Y}(s)) + F(s)R(s)\\
Z(s) &= Y(s) + W(s)
\end{aligned}
$$

(b) Meteorologen Inge Rusk tycker om att samla statistik över väder. Han gör dagligen en temperaturmätning för att spara i sin anteckningsbok. Inge Rusk är dock intresserad av väder på lite längre sikt och tycker att dagliga mätningar ger lite väl mycket fluktuationer upp och ned, och väljer istället att varje dag skriva ner medelvärdet av de fem senaste dagarnas väder. Beskriv Inge Rusks metodik med hjälp av en differensekvation i uppmätta temperaturer och nedskriven information, och den överföringsfunktion som den ger upphov till. (2p)

6. Ett system beskrivs av

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

där

$$G(s) = \frac{4}{s^2 + s + 4}$$

(a) Verifiera att systemet med tillståndsvariablerna $x_1 = y$ och $x_2 = \dot{y}$ kan beskrivas med tillståndsmodellen (2p)

$$\dot{x}(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -1 \end{pmatrix} x(t) + \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \end{pmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix} x(t)$$

(b) Beräkna en tillståndsåterkoppling på formen

$$u(t) = -Lx(t) + l_0 r(t)$$

sådan att det återkopplade systemet poler uppfyller kraven:

- Slutna systemets poler hamnar i -2 och -3.
- Konstanta referenssignaler kan följas utan något kvarvarande reglerfel.

(3p)