TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL:

TID: 2017-01-03 kl. 08:00–12:00

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 och 11:00

KURSADMINISTRATÖR: Ninna Stensgård, 013-282225, 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

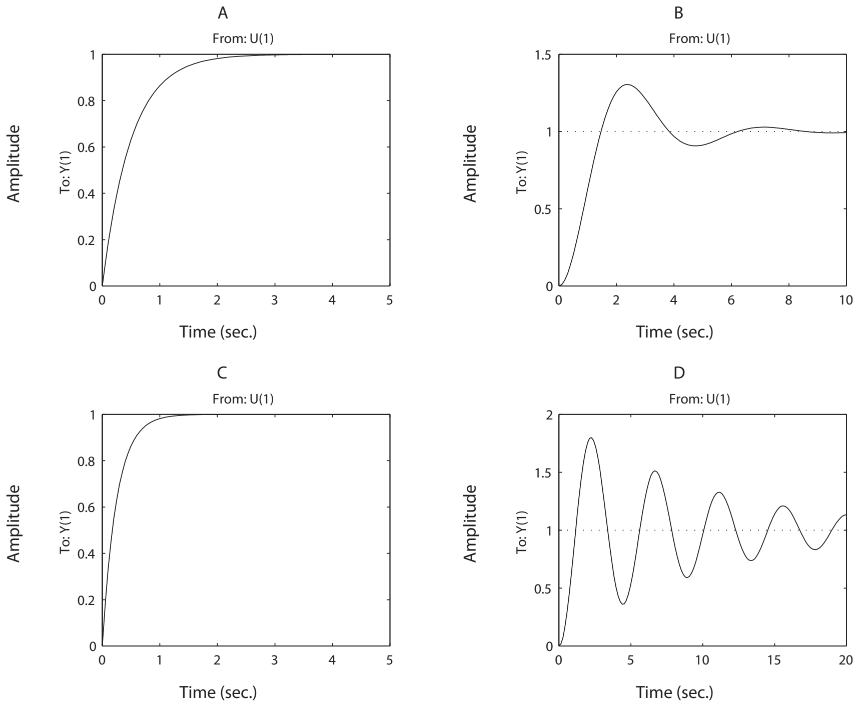
LÖSNINGSFÖRSLAG: Finns på kursens websida efter skrivningens slut.

VISNING av tentan äger rum 2017-01-25, kl. 12.30–13.00 i examinators tjänsterum, 2A:503 i Ljungeln, B-huset, ingång 27, A-korridoren till höger.

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. All egen skriven kod som används ska skrivas ut och lämnas in med tentan. Bristande motiveringar ger poängavdrag.

Lycka till!



Figur 1: Stegsvar till uppgift 1.

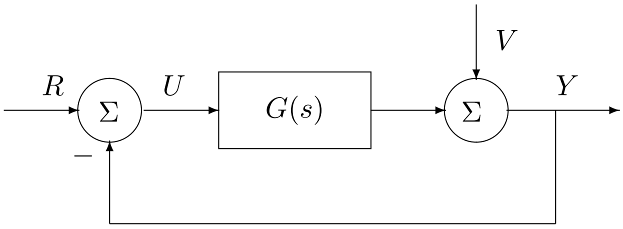
1. I figur 1 visas stegsvaren för fyra olika system. Välj, för varje stegsvar, en överföringsfunktion som passar till kurvan. Motivera ditt svar tydligt!

(I) $G(s) = \dfrac{1}{(s+10)}$ (II) $G(s) = \dfrac{2}{(s^2+s+2)}$

(III) $G(s) = \dfrac{2}{(s^2-s+2)}$ (IV) $G(s) = \dfrac{2}{(s+2)}$

(V) $G(s) = \dfrac{4}{(s+4)}$ (VI) $G(s) = \dfrac{2}{(s^2+0.1s+2)}$

(6 p)



Figur 2: System för uppgift 2b.

2. (a) Ge två exempel på faktorer som i praktiken förhindrar att man kan skapa ett reglersystem med godtyckligt bra prestanda med avseende på dels utsignalens förmåga att följa referenssignaler och dels att systemet ska vara okänsligt för störning? (2p)

(b) Betrakta det återkopplade systemet enligt figur 2, där systemet ges av

$$G(s) = \frac{2}{s^2 + 2s + 3}.$$

Antag att $r(t) = 0$ och $v(t) = \sin 3t$. Vad blir amplituden för $y(t)$ i stationärt tillstånd? (2p)

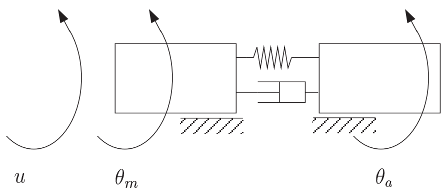
(c) Implementera regulatorn

$$U(s) = 3\frac{2s + 3}{s + 4}E(s)$$

i en tidsdiskret form där sampeltiden är $T = 1\,\mathrm{s}$. Använd Tustins approximationsformel och ange regulatorn på formen

$$u(t) = \alpha_1 u(t - T) + \beta_0 e(t) + \beta_1 e(t - T),$$

där e är reglerfelet. (2p)



Figur 3: Motor

3. Ett system bestående av en motor som driver en last via en elastisk axel kan schematiskt beskrivas enligt figur 3.

   Med momentet u som insignal och vinkelläget hos lasten θ_a som utsignal ges systemets bodediagram, inom det intressanta frekvensintervallet, av figur 4 och av överföringsfunktionen

$$G(s) = \frac{152.7s + 1.313 \cdot 10^5}{s^4 + 17s^3 + 1.057 \cdot 10^4 s^2 + 3282s}$$

   Bestäm en återkoppling på formen

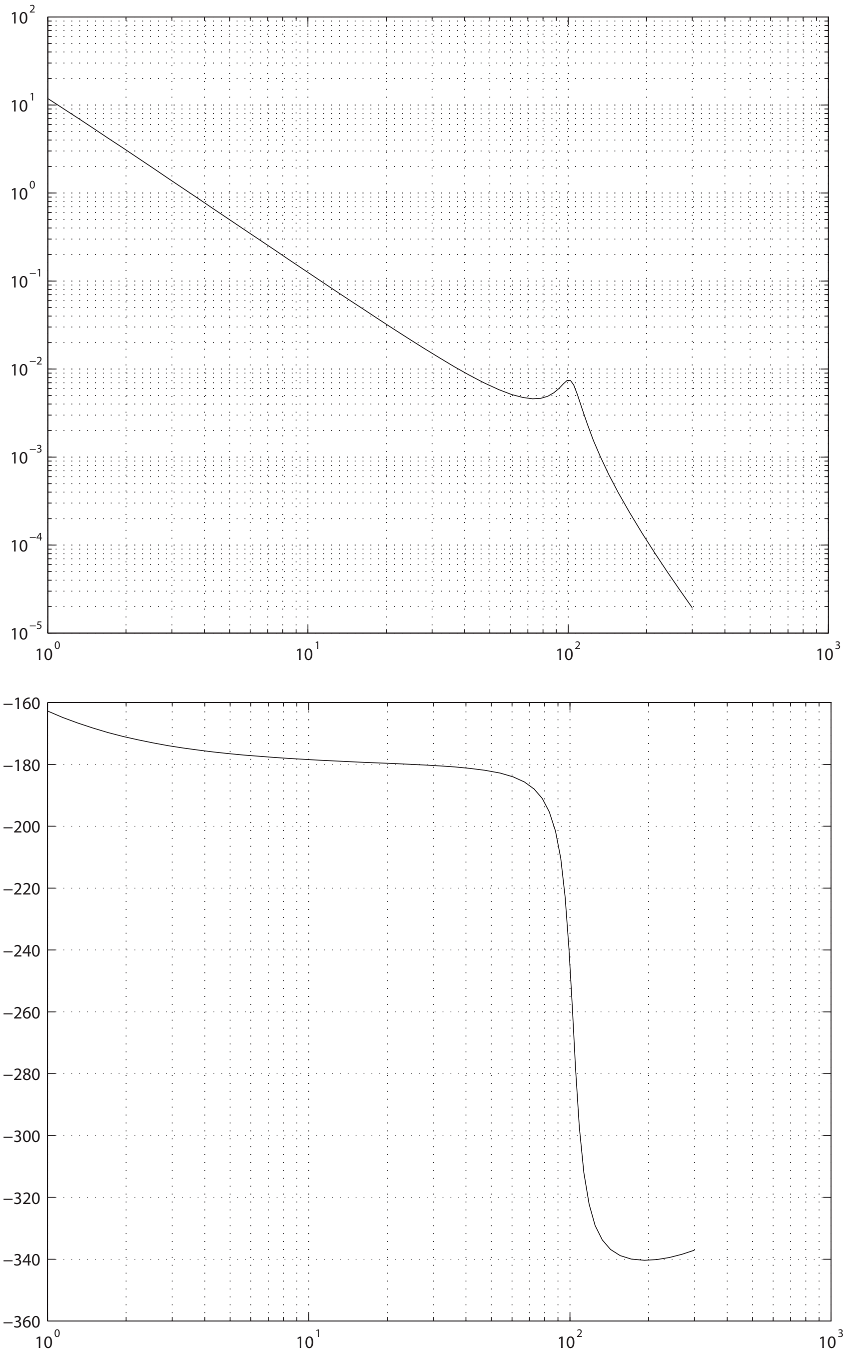
$$U(s) = F(s)(R(s) - \Theta_a(s))$$

   sådan att reglersystemet uppfyller följande krav.

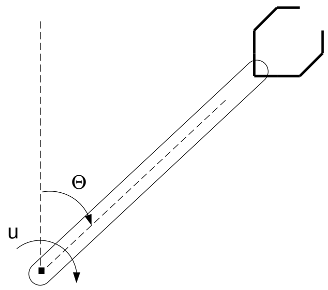
   - Skärfrekvens 10 rad/s.
   - Fasmarginal 50°.
   - Det stationära reglerfelet för steg i insignalen är max 1%.

   Av implementationstekniska skäl bör kompenseringslänken inte ha för stor förstärkning för någon frekvens.

   Om du mäter något i figuren, markera detta i figuren och bifoga med tentan när du lämnar in (saknad figur ger poängavdrag). (6 p)



Figur 4: Bodediagram till uppgift 3



Figur 5: Robotarm.

4. Betrakta en robotarm enligt figur 5, där θ betecknar armens vridningsvinkel (utsignal) och u betecknar momentet (insignal).

   Robotarmen kan förenklat beskrivas med differentialekvationen

   $$J\ddot{\theta} = u$$

   där J betecknar armens tröghetsmoment.

   (a) Inför tillstånden $x_1 = \theta$ och $x_2 = \dot{\theta}$ och ställ upp systemet på tillståndsform. Antag att $J = 1$. (2p)

   (b) Bestäm en styrlag

   $$u(t) = -\ell_1 x_1(t) - \ell_2 x_2(t) + \ell_0 r(t)$$

   så att systemets poler hamnar i -5 och den statiska förstärkningen blir 1. (4p)

5. (a) Det relativa modellfelet är

$$\Delta G(i\omega) = \frac{1}{2}$$

för alla frekvenser, $F_y(s)$ stabiliserar $G(s)$ och $F_y(s)G(s)$ går mot noll då $|s|$ går mot oändligheten. Vad måste då gälla för frekvenssvaret av

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

för att vi, med hjälp av robusthetskriteriet, ska kunna garantera att det återkopplade systemet som erhålls då det verkliga systemet, $G^0(s)$, återkopplat med $F_y(s)$ är stabilt? (2p)

(b) Vi vill reglera det instabila systemet

$$G(s) = \frac{10}{s - 5}$$

med PI-regulatorn

$$F(s) = 1 + \frac{K_I}{s}$$

Välj K_I så att det återkopplade systemets poler får, till beloppet, lika stor realdel som imaginärdel. (4p)