

TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL: TERE

TID: 2017-08-18 kl. 8:00–12:00

KURS: TSIU61 Reglerteknik

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 5

ANSVARIG LÄRARE: Gustaf Hendeby, tel. 013-28 58 15

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 2017-09-08, kl. 12.30–13.00 i examinatorns tjänsterum 2A:503, ingång B27 direct till höger. 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!

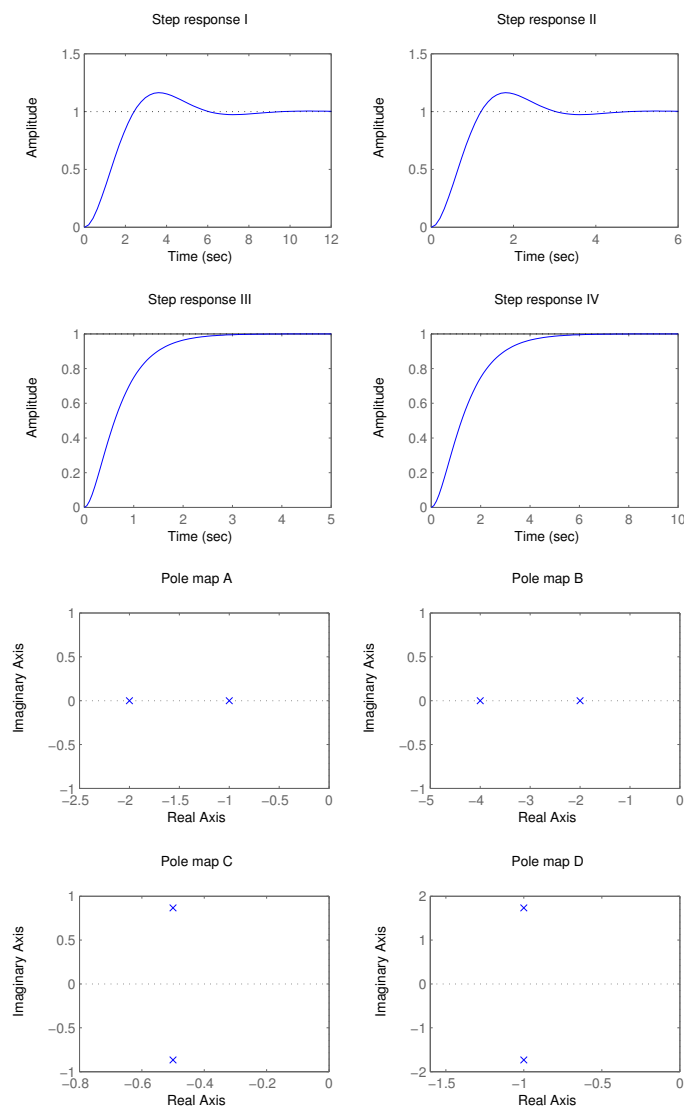
1. (a) Ett linjärt dynamiskt system beskrivs av differentialekvationen

$$\ddot{y}(t) + 7\dot{y}(t) + y(t) = 2\dot{u}(t) + 3u(t)$$

Vad är systemets överföringsfunktion? (2p)

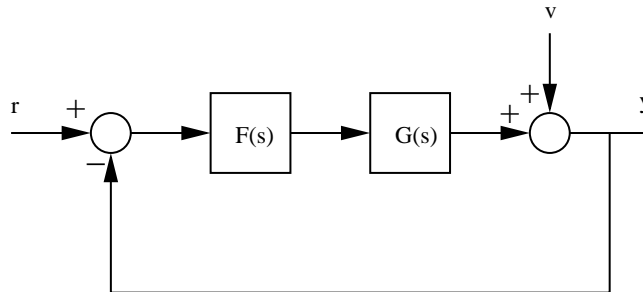
- (b) Para ihop stegsvaren som visas i I–IV figur 1 med polerna som visas i A–D figur 1. (2p)

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



Figur 1: Figurer för uppgift 1.

2. Systemet $G(s) = \frac{s+10}{s+2}$ styrs av PI-regulatorn $F(s) = \frac{3(s+4)}{s}$ enligt figur 2.



Figur 2: Blockschema till uppgift 3.

- (a) Vad blir överföringsfunktionen från v till y ? (3p)
- (b) Antag att $r = 0$ och att störningen $v(t) = 3 \sin(10t)$. Vad blir $y(t)$ då alla transienter har dött ut? (3p)
- (c) Vilka är det återkopplade systemets poler? (3p)

3. Implementera med hjälp av Euler bakåt en tidsdiskret variant av regulatorn som beskrivs av

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

Samplingstiden är 0.5 s. Svaret ska vara på formen

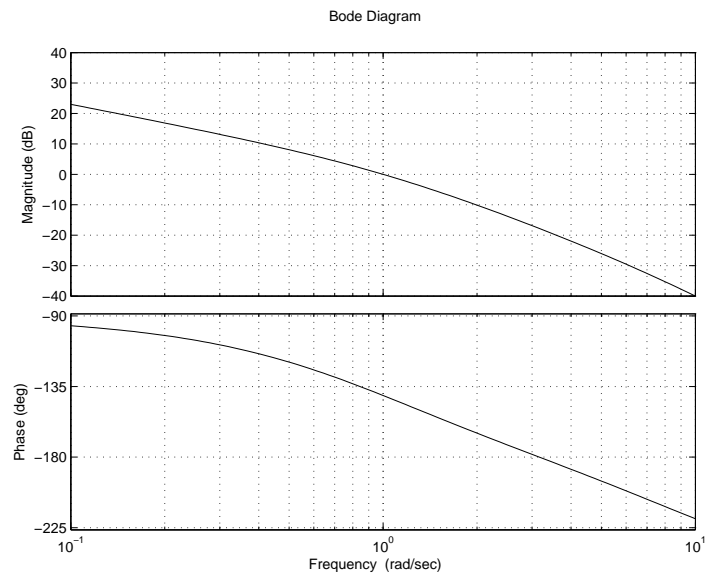
$$u(t) = a_1 u(t-T) + a_2 u(t-2T) + \dots + b_0 e(t) + b_1 e(t-T) + b_2 e(t-2T) + \dots$$

(3p)

4. Systemet $G(s)$ har Bodediagrammet i figur 3. ($|G(i\omega)|_{\text{dB}} = 20 \log_{10}(|G(i\omega)|)$)
 Ange en regulator $F(s)$ så att

- Skärfrekvensen blir 1 rad/s.
- Fasmarginalen blir 65°
- Felet då referenssignalen är ett steg blir mindre än 5%
- Förstärkningen vid låga och höga frekvenser inte blir större än nödvändigt.

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



Figur 3: Bodediagram uppgift 4.

5. Vi har ett system på tillståndsform

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

(a) Är systemet asymptotiskt stabilt? (2p)

(b) Hitta en tillståndsåterkoppling

$$u(t) = -Lx(t) + \ell_0 r(t) = -\begin{pmatrix} \ell_1 & \ell_2 \end{pmatrix} x(t) + \ell_0 r(t)$$

så att det återkopplade systemet får båda polerna i $s = -3$ och den statiska förstärkningen blir ett. (4p)