

TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL: TERE,TER1,TER3

TID: 2019-10-21 kl. 14:00-18:00

KURS: TSIU61 Reglerteknik

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 5

ANSVARIG LÄRARE: Gustaf Hendeby, tel. 013-285815

BESÖKER SALEN: cirka kl. 15:00, 16:00 och 17:00

KURSDADMINISTRATÖR: 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 2019-11-12, kl. 12.30–13.00 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. Betrakta systemet $Y(s) = G(s)U(s)$ där

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

(a) Ange systemets poler. (1p)

(b) Låt insignalen $u(t) = \sin(t)$. Vad blir utsignalen från systemet efter att transienter försvunnit? (2p)

(c) Antag att $u(t)$ är ett enhetssteg. Vad blir utsignalen från systemet efter att transienter försvunnit? (2p)

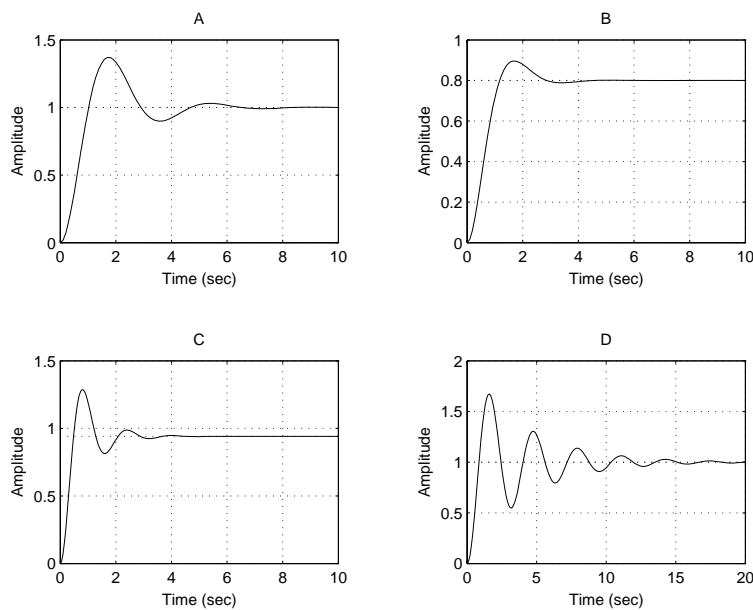
2. (a) Att värma mjölk utan att få mjölken att koka över är ett problem som har försvårat vardagen för mänskligheten sedan urminnes tider. Beskriv problemet och en tänkbar lösningsmetod ur ett reglertekniskt perspektiv. Vad är insignal $u(t)$, utsignal $y(t)$ och referenssignal $r(t)$ i din reglertekniska uppfinning som löser problemet? (2p)
- (b) Antag att ett system $Y(s) = G(s)U(s)$ regleras med en PI-reglering på formen

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

Reglersystemet testas för några olika kombinationer av koefficienter i PI-regulatorn. Förklara hur de olika inställningarna kan kopplas ihop med de olika stegsvaren i figuren.

- 1: $K_P = 1, K_I = 0$ 2: $K_P = 1, K_I = 1$
- 3: $K_P = 1, K_I = 2$ 4: $K_P = 4, K_I = 0$

(4p)



Figur 1: Stegsvär uppgift 2

3. Betrakta ett system $Y(s) = G(s)U(s)$ där

$$Y(s) = \frac{1}{s(s+1)}U(s)$$

(a) Vad blir motsvarande differentialekvation i $y(t)$ och $u(t)$? (2p)

(b) Antag att systemet skall regleras med en PD-liknande regulator

$$u(t) = r(t) - K_P y(t) - K_D \frac{d}{dt} y(t)$$

Vad blir den karakteristiska ekvation för det slutna systemet? (2p)

(c) Bestäm K_P och K_D så att det slutna systemet får polerna i -1 . (2p)

4. Ett system beskrivs av

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) \end{cases}$$

där

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$C = (1 \ 1)$$

(a) Vilka poler har systemet? Är systemet stabilt? (3p)

(b) Ta fram en tillståndsåterkoppling

$$u(t) = -Lx(t) + l_0r(t)$$

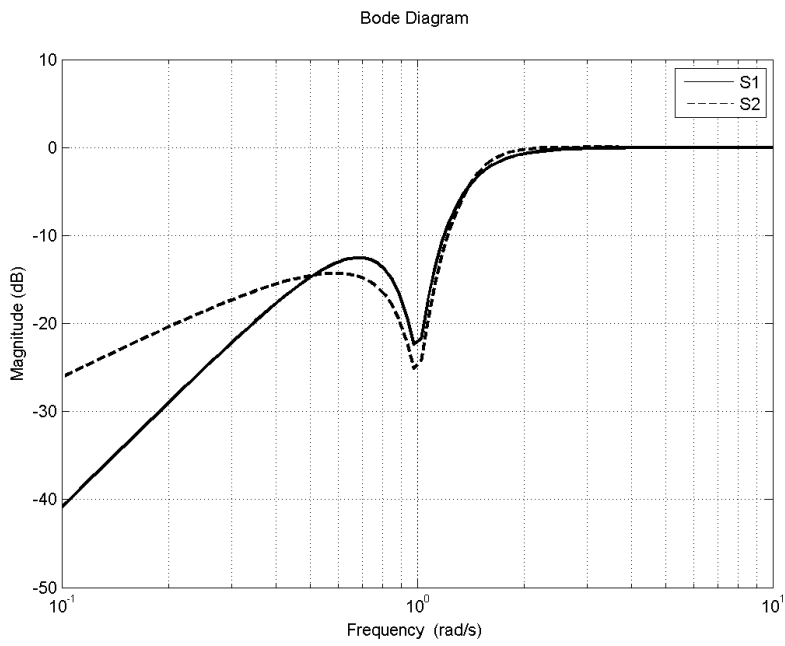
så att det återkopplade systemets poler placeras i -1 och -2 och $y = r$ då $t \rightarrow \infty$. (4p)

5. (a) Vid design av en regulator till en ny produkt har man tagit fram två förslag $F_1(s)$ och $F_2(s)$. Amplitudkurvor för de känslighetsfunktioner $S_1(s)$ och $S_2(s)$ som dessa regulatorer ger upphov till är återgivna i Figur 2. I Figur 3 ges motsvarande komplementära känslighetsfunktioner $T_1(s)$ och $T_2(s)$.

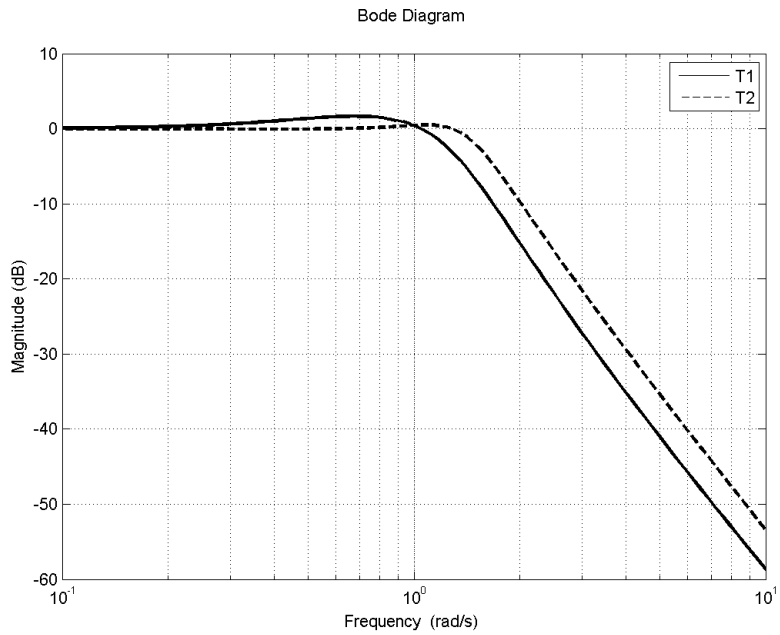
Produkten som skall regleras har kraftiga utsignalsstörningar med energi främst i frekvensen 0.5 rad/s. Mätutrustningen som kommer att användas har väldigt mycket mätfel med frekvensinnehåll ovan 2 rad/s. Vilken av regulatorerna är att föredra, och varför? (2p)

- (b) Vid försäljningen av produkten till en annan kund är det absolut viktigaste kravet att man skall kunna följa referenssignaler i frekvensintervallet 0.5-1 rad/s väl. Vilken av de två regulatorerna är då att föredra? (2p)

- (c) Vilken av regulatorerna är att föredra om man vet att man har mycket modellfel i frekvensintervallet 0.5-1 rad/s och främst vill vara robust mot detta? (2p)



Figur 2: Känslighetsfunktioner till uppgift 5.



Figur 3: Komplementära känslighetsfunktioner till uppgift 5.