TENTAMEN I REGLERTEKNIK III, 5hp

TID: 16 december 2014, klockan 8 – 13

SKRIVSAL: Polacksbacken, skrivsal

ANSVARIG LÄRARE: Thomas Schön, tel: 471 2594.

TILLÅTNA HJÄLPMEDEL: Kursböcker i Reglerteknik, Reglerteori av Glad/Ljung, miniräknare, tabeller.

LÖSNINGSFÖRSLAG: Anslås efter tentamen på kurshemsidan.

PRELIMINÄRA BETYGSGRÄNSER:	betyg 4	18 p
	betyg 5	24 p

Använd separata blad för varje problem, d.v.s. inte mer än ett problem per blad. Skriv er examinationskod på varje blad.

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

Lycka till!

1. (a) Låt

$$G(s) = \begin{pmatrix} \frac{1}{(s+1)(s+2)} & \frac{5(s+2)}{s+1} \\ \frac{s+1}{s+5} e^{-0.2s} & \frac{5}{s+3} \end{pmatrix}$$

Vad är systemets förstärkning vid frekvensen noll? (2p)

(b) Ett system har ett nollställe i $s = 4$ och en tidsfördröjning på 2.0 sekunder. Vad är den högsta realistiska skärfrekvensen om det öppna systemets amplitukurva är monotont avtagande? (2p)

(c) Hur många poler i -1 har systemet

$$G_1(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & \frac{1}{s+1} \\ \frac{1}{s+1} & \frac{1}{s+1} \end{bmatrix}, \quad \text{respektive} \quad G_2(s) = \begin{bmatrix} \frac{2}{s+1} & \frac{1}{s+1} \\ \frac{1}{s+1} & \frac{1}{s+1} \end{bmatrix}$$

(2p)

(d) Betrakta systemet

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1} & \frac{10}{s+2} \\ \frac{9}{s+3} & \frac{4}{s+4} \end{bmatrix}$$

Man vill reglera systemet med två P-regulatorer och väljer mellan

$$u_1 = K_1(r_1 - y_1), \quad u_2 = K_2(r_2 - y_2)$$

och

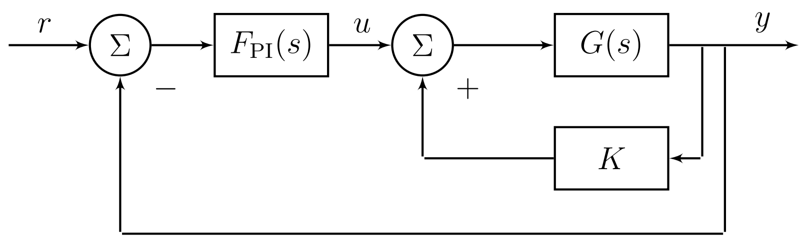
$$u_1 = K_1(r_2 - y_2), \quad u_2 = K_2(r_1 - y_1)$$

Förklara vilket av dessa alternativ som är att föredra. (2p)

2. (a) Ett sätt att åstadkomma frikoppling är att använda en regulator $F(s)$ som inverterar processen $G(s)$, d.v.s.

$$F(s) = \frac{\alpha}{s} G^{-1}(s)$$

Ett alternativ är att införa en inre positiv återkoppling enligt figur 1.



Figur 1: Reglersystem till uppgift 2a.

Inför följande beteckning

$$P(s) = G^{-1}(s) = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{pmatrix}$$

Visa att valet

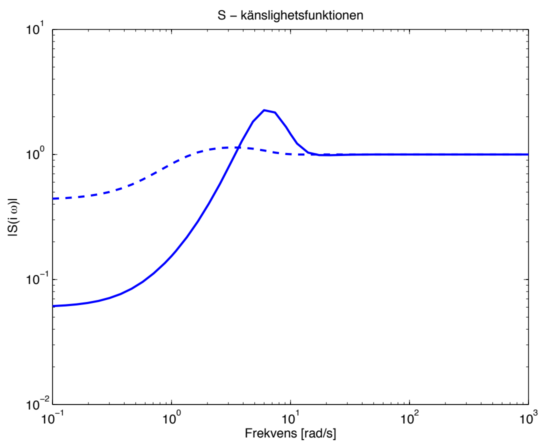
$$K = \begin{pmatrix} 0 & p_{12} \\ p_{21} & 0 \end{pmatrix}$$

ger en perfekt frikoppling av systemet från u yill y. (3p)

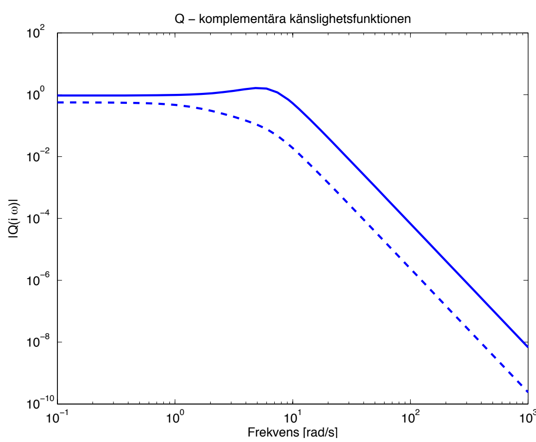
(b) Genom någon designmetod har vi kommit fram till två olika regulatorer. Dessa två val ger samma överföringsfunktion för slutna systemet, men känslighetsfunktioner och komplementära känslighetsfunktioner enligt figurerna 2 och 3. Utgå ifrån aspekterna

- robusthet,
- undertryckning av systemstörningar,
- påverkan från mätstörningar

och ange för- och nackdelar med de två designerna. (4p)



Figur 2: Känslighetsfunktionen, design I (heldragen) och II (streckad).

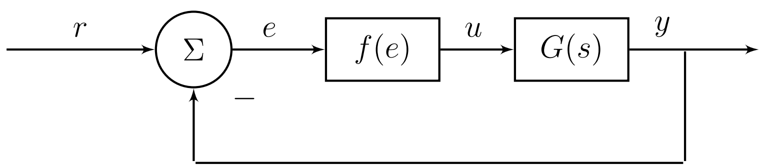


Figur 3: Komplementära känslighetsfunktionen, design I (heldragen) och II (streckad).

3. (a) Betrakta ett reglersystem enligt figur 4, där

$$f(e) = \begin{cases} 1 & e > 1 \\ 0 & |e| \le 1 \\ -1 & e < -1 \end{cases} \quad \text{och} \quad G(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

Vilka krav ställs på K om ingen periodisk självsvängning ska kunna uppstå (approximativ metod räcker)? (6p)



Figur 4: Reglersystem till uppgift 3.

(b) Antag att man kan acceptera en svängning med amplituden 3 enheter hos reglerfelet e. Hur stort K kan man då tillåta? Vad blir motsvarande vinkelfrekvens hos självsvängningen? (3p)

4. Betrakta systemet

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= x_2 \\ \dot{x}_2 &= -x_1 - x_2 - x_1^3 - (e^{x_1} - 1) \end{aligned}$$

(a) Använd Lyapunovfunktionen

$$V = \frac{x_1^2}{2} + \frac{x_2^2}{2} + \frac{x_1^4}{4} + e^{x_1} - x_1 - 1$$

för att visa att origo är en asymptotiskt stabil jämviktspunkt. Inom vilken del av tillståndsrummet kan stabilitet garanteras? (4p)

(b) Visa att man kan betrakta systemet som sammansatt av ett linjärt system och en statisk olinjär återkoppling på ett sådant sätt att cirkelkriteriet i princip skulle kunna användas (obs: du behöver inte använda cirkelkriteriet). (2p)