

Reglerteknik Z/Kf/F/E

Kurskod: SSY 051, ERE 091, ESS 015

Tentamen 2009-05-28

Tid: 8:30-12:30,

Lokal: M-huset

Lärare: Bengt Lennartson 3722

Tentamen omfattar 25 poäng, där betyg tre fordrar 10 poäng, betyg fyra 15 poäng och betyg fem 20 poäng.

Tentamensresultat anslås senast den 15 juni på avdelningens anslagstavla i ED-huset våning 5. *Granskning* av rättning sker den 15 och 16 juni kl 12:30-13:00 på avdelningen.

Tillåtna hjälpmedel:

- Formelsamling i reglerteknik (gammal och ny). Anteckningar är tillåtna i formelsamlingen.
- Bodediagram (finns längst bak i tentatesen).
- Matematiska och fysikaliska tabeller, t ex Beta och Physics handbook.
- Valfri kalkylator.

Lycka till!

Institutionen för signaler och system
Avdelningen för reglerteknik, automation och mekatronik
Chalmers tekniska högskola



1

En process som ges av överföringsfunktionen

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

där parametrarna K och a antas vara positiva, ska regleras med en P-regulator $F(s) = K_p$.

- a) För vilka värden på förstärkningen K_p (som funktion av K och a) är det återkopplade systemet stabilt.

(2 p)

- b) Välj specifikt K_p så att processförstärkningen K tillåts minska och öka med en faktor 2 innan det återkopplade systemet blir instabilt.

(1 p)

- c) Bekräfta stabiliteten för det återkopplade systemet med hjälp av Nyquists generella stabilitetskriteriet för fallet $a = 1$ och $K = 1$ och den valda P-regulatorn i uppgift b).

(2 p)

2

En process med överföringsfunktionen

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

ska regleras med en PI-regulator

$$F_{PI}(s) = K_i \frac{1 + T_i s}{s}$$

- a) Dimensionera PI-regulatorn för en godtycklig överkorsningsfrekvens ω_c så att fasmarginen $\varphi_m = 50^\circ$.

(3 p)

- b) Välj ω_c så att lågfrekventa laststörningar kompenseras så effektivt som möjligt. Optimum ligger i intervallet $1.2 < \omega_c < 1.6$. För full poäng krävs att föreslaget ω_c är mindre än 10% från optimalt värde.

(2 p)

3

För det återkopplade systemet i föregående uppgift blir insvängningstiden från referenssignalen r drygt 4 sek. En snabbare insvängning önskas utan att stabilitetsmarginer och känsligheten för mätstörningar i återkopplingen ökar.

Ett referenssignalfilter $F_r(s)$ ska därför dimensioneras, där den filtrerade referenssignalen $R_f(s) = F_r(s)R(s)$ jämförs med processens uppmätta utsignal $Y_m(s)$. Reglerfelet som är insignal till PI-regulatorn blir följaktligen $R_f(s) - Y_m(s)$.

a) Välj $F_r(s)$ så att insvängningstiden vid en stegändring i referenssignalen blir c:a 1 sek.
(3 p)

b) Hur mycket ökar styrsignalens begynnelsevärde $u(0)$ vid en sådan stegändring, då referenssignalfiltret införs?
(2 p)

4

En tidsdiskret regulator ska dimensioneras för en dödtidsprocess med överföringsfunktionen

$$G(s) = \frac{e^{-hs}}{s}$$

där dödtiden motsvarar ett samplingsintervall h . Antag att datorn som ska styra denna process lägger ut en styckvis konstant styrsignal $u(t)$.

a) Bestäm motsvarande tidsdiskreta överföringsfunktion $G_d(z)$ för ett godtyckligt samplingsintervall h .
(1 p)

b) Bestäm en tidsdiskret P-regulator så att de båda polerna för det tidsdiskreta återkopplade systemet placeras som en dubbelpol.
(2 p)

c) Hur effektivt kompenseras lågfrekventa processtörningar v som adderas till styrsignalen, d.v.s. bestäm lågfrekvensförstärkningen för det återkopplade systemet från v till processens utsignal y
(2 p)

5

Betrakta den olinjära tillståndsmodellen

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sqrt{x_1(t)} + x_2(t) \\ x_1(t)u(t) - x_2(t) \end{bmatrix}$$

$$y(t) = [x_1^2(t) + u(t) \sin x_2(t)]$$

a) Linjärisera denna tillståndsmodell vid en godtycklig arbetspunkt (jämviktpunkt) (x_{10}, x_{20}, u_0)
(2 p)

b) Bestäm arbetspunkten som funktion av insignalens nivå u_0
(1 p)

c) För vilka värden på insignalen u_0 är den linjäriserade modellen stabil?
(2 p)

