Sluttprøve
Fag A3494 Prosessregulering
tirsdag 15. desember 2005
kl. 9.00-12.00

Sluttprøven består av: 3 oppgaver.
Oppgaven teller 70 % av sluttkarakteren.
Det er 3 sider i delprøven.
Tillatte hjelpemidler: ark og skrivesaker

Faglig kontakt under eksamen:
Navn: David Di Ruscio
Tlf: 51 68, Rom: B249

Kybernetikk og industriell IT
Institutt for elektro, IT og kybernetikk
Avdeling for teknologiske fag
Høgskolen i Telemark
N-3914 Porsgrunn

Oppgave 1 (40%): Frekvensplananalyse

Gitt et reguleringssystem som vist i figur 1.

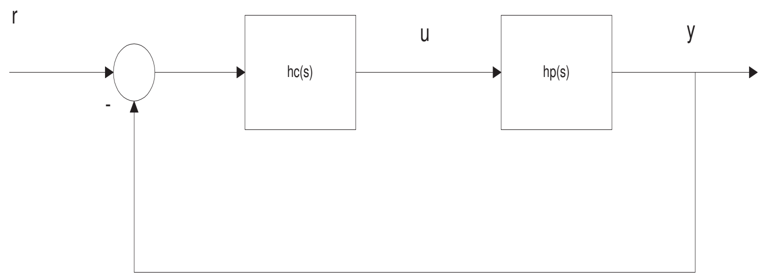

Figure 1: Standard tilbakekoblet reguleringssystem.

a) Sett opp et uttrykk for sløyfetransferfunksjonen, $h_0(s)$.

b) Vi antar nå en PID regulator på kaskadeform, $h_c(s)$, samt en prosess, $h_p(s)$, gitt ved

$$h_c(s) = K_p \frac{1 + T_i s}{T_i s}(1 + T_d s), \quad h_p(s) = k \frac{e^{-\tau s}}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)}, \tag{1}$$

der $T_1 > T_2 > 0$. Foreslå et valg for integraltiden, T_i, og derivattiden T_d, slik at sløyfetransferfunksjonen kan skrives

$$h_0(s) = k_0 \frac{e^{-\tau s}}{s}. \tag{2}$$

Sett også opp uttrykket for k_0.

c)

- Skriv frekvensresponsen til sløyfetransferfunksjonen i (2) på polar form slik at

$$h_0(j\omega) = |h_0(j\omega)| e^{j\angle h_0(j\omega)}. \tag{3}$$

- Hva kalles størrelsen $|h_0(j\omega)|$?
- Hva kalles størrelsen $\angle h_0(j\omega)$?

d) Finn fase kryssfrekvensen, ω_{180}, for dette systemet.

e) Finn en proporsjonalforsterkning, K_p, slik at systemet får en forsterkningsmargin, $GM = 2$.

f)

- Hvordan defineres og beregnes forsterknings kryssfrekvensen, ω_c?
- Hva blir forsterknings kryssfrekvensen, w_c, for det regulerte systemet over?

g)

- Hvordan defineres og beregnes begrepet fasemargin, PM ?
- Hva blir fasemarginen for det regulerte systemet over?

h) Vi antar nå en PI regulator, $h_c(s)$, samt en prosess $h_p(s)$ gitt ved

$$h_c(s) = K_p \frac{1+T_i s}{T_i s}, \quad h_p(s) = k \frac{(1-\tau s)}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)(1+T_3 s)}. \tag{4}$$

der $T_1 > T_2 > T_3$.

- Foreslå et valg for integraltiden, T_i, slik at sløyfetransferfunksjonen kan skrives

$$h_0(s) = k_0 \frac{1-\tau s)}{s(1+T_2 s)(1+T_3 s)}. \tag{5}$$

  Sett også opp uttrykket for k_0.
- Skriv sløyfetransferfunksjonen på polar form som gitt i ligning (2).

Oppgave 2 (20%): PID regulator

Gitt en PID-regulator i Laplaceplanet

$$h_c(s) = K_p \frac{1+T_i s}{T_i s} + K_p T_d s, \tag{6}$$

slik at pådraget genereres ved

$$u(s) = h_c(s) e(s) \tag{7}$$

der $e(s) = r - y(s)$ er reguleringsavviket. Vi antar konstant referanse, r, i denne oppgaven.

a) Sett opp en kontinuerlig tilstandsrommodell for PID regulatoren i (6) og (7).

b) Diskretiser PID regulatoren i punkt 2a) over med eksplisitt Eulers metode.

c) Skriv den diskrete PI-regulatoren i punkt 2b) over på endringsform slik at pådraget genereres av formelen

$$u_k = u_{k-1} + g_0 e_k + g_1 e_{k-1} + g_2(y_k - 2y_{k-1} + y_{k-2}). \tag{8}$$

Du skal komme frem til uttrykk for parametrene g_0, g_1 og g_2.

d) Vis at løsningen av den kontinuerlige tilstandsrommodellen for PID regulatoren i punkt 2a) (over tidsintervallet fra t_0 til t) kan skrives

$$u(t) = K_p e + z(t_0) + \frac{K_p}{T_i}\int_{t_0}^{t} e(\tau)d\tau + K_p T_d \dot{e} \tag{9}$$

der $z(t_0)$ er initialverdien for tilstandsligningen for PID regulatoren funnet i punkt 2a).

Oppgave 3 (10%): Diverse spørsmål

a) Hva menes med en Smith prediktor og når kan det være hensiktsmessig å benytte en slik? Tegn blokkdiagram.

b) Hva menes med RGA analyse? Oppgi en formel for hvordan RGA matrisen beregnes og hva vi kan benytte denne til.