Delprøve
Fag A3494 Prosessregulering
fredag 21. oktober 2005
kl. 10.15-12.15, rom A272

Delprøven består av: 3 oppgaver.
Oppgaven teller 30 % av sluttkarakteren.
Det er 3 sider i delprøven.
Tillatte hjelpemidler: kalkulator, ark og skrivesaker

Faglig kontakt under Prøven:
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 (12%): Systemteori

Gitt et system beskrevet med en tilstandsrommodell

$$\dot{x} = Ax + Bu, \tag{1}$$
$$y = Dx \tag{2}$$

der matrisene i tilstandsrommodellen er gitt som følger:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -2 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \tag{3}$$

og der $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ er systemets tilstandsvektor.

a) Finn egenverdiene til systemmatrisen, A, og tidskonstantene til systemet.

b) Finn transferfunksjonen fra pådraget, u, til utgangen, y. Dvs. finn transferfunksjonen $h_p(s)$ i transferfunksjonsmodellen $y = h_p(s)u$. Du kan anta at initialverdiene til tilstandene er lik null.

c) Finn nullpunktene til systemet og systemets statiske forsterkning.

d) Sett opp en formel for beregning av transisjonsmatrisen $\Phi = e^{At}$. Det finnes mange metoder for å beregne transisjonsmatrisen. Du skal beskrive en metode.

Oppgave 2 (3%): Halveringsregelen og modellreduksjon

Gitt en 4. ordens prosess $y = h_p(s)u$ der prosessens transferfunksjon er gitt ved

$$h_p(s) = k\frac{e^{-\tau s}}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)(1+T_3 s)(1+T_4 s)} \tag{4}$$

der $T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 > 0$ og τ er transportforsinkelse.

- Benytt halveringsregelen for modellreduksjon og finn en 1. ordens modellapproksimasjon til (4) av formen

$$h_p(s) = k\frac{1-\tau s}{1+T_1 s} \tag{5}$$

- Benytt halveringsregelen for modellreduksjon og finn en 2. ordens modellapproksimasjon til (4) av formen

$$h_p(s) = k\frac{1-\tau s}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)} \tag{6}$$

Oppgave 3 (15%): PID-regulering, Skogestads metode

Vi skal i denne oppgaven studere en prosess

$$y = h_p(s)u. \tag{7}$$

Prosessen ønskes regulert med en regulator av formen

$$u = h_c(s)(r - y). \tag{8}$$

Reguleringssystemet er vis i Figur (1).

Figure 1: Standard tilbakekoblet reguleringssystem.

a) Ta utgangspunkt i reguleringssystemet som vist i Figur (1). Transferfunksjonen fra referansen, r, til utgangen, y, er gitt ved

$$\frac{y}{r} = \frac{h_p h_c}{1 + h_p h_c} \tag{9}$$

Finn et uttrykk for transferfunksjonene, $h_c(s)$, for regulatoren som funksjon av forholdet $\frac{y}{r}$ og $h_p(s)$.

I de følgende oppgavene spesifiserer vi at settpunktsresponsen fra referansen, r, til utgangen, y, skal være

$$\frac{y}{r} = \frac{1 - \tau s}{1 + T_c s} \tag{10}$$

der T_c er en spesifisert tidskonstant.

b) Anta at prosessen, $h_p(s)$, modelleres med en 2. ordens transferfunksjon av formen

$$h_p(s) = k\frac{1 - \tau s}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)}, \tag{11}$$

der $T_1 > T_2 > 0$.

Finn regulatoren $h_c(s)$ ved hjelp av Skogestads metode. Hva slags regulator blir dette?

c) Anta at prosessen, $h_p(s)$, modelleres med en 1. ordens transferfunksjon av formen

$$h_p(s) = k\frac{1-\tau s}{1+T_1 s}, \tag{12}$$

Finn regulatoren $h_c(s)$, ved hjelp av Skogestads metode. Hva slags regulator blir dette?

d) Anta at prosessen, $h_p(s)$, modelleres med en 2. ordens oscillatorisk transferfunksjon av formen

$$h_p(s) = k\frac{1-\tau s}{\tau_0^2 s^2 + 2\tau_0 \xi s + 1}, \tag{13}$$

Finn regulatoren $h_c(s)$ ved hjelp av Skogestads metode. Hva slags regulator blir dette?

e) Anta at prosessen, $h_p(s)$, modelleres med en ren transportforsinkelse med transferfunksjon av formen

$$h_p(s) = ke^{-\tau s}, \tag{14}$$

Finn regulatoren $h_c(s)$ ved hjelp av Skogestads metode. Hva slags regulator blir dette?

f) Foreslå et valg for den spesifiserte tidskonstanten T_c for settpunktsresponsen.