Delprøve
Fag A3494 Prosessregulering
fredag 15. oktober 2004
kl. 10.15-12.15, rom F29

Delprøven består av: 3 oppgaver.
Oppgaven teller 30 % av sluttkarakteren.
Det er 4 sider i delprøven.
Tillatte hjelpemidler: kalkulator, 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 (10%): Systemteori

Gitt et system beskrevet med en tilstandsrommodell

$$\dot{x} = Ax + Bu, \quad (1)$$
$$y = Dx \quad (2)$$

a)

- Hvordan beregnes egenverdiene til systemmatrisen, A? Tips: determinant, karakteristisk ligning, polynom!
- Hvordan beregnes tidskonstantene til systemet? Anta reelle og negative egenverdier.

b) Finn en formel for transferfunksjonen, $h_p(s)$, til systemet (1) og (2) uttrykt ved matrisene A, B og D. Tips: $y = h_p(s)u$!

Anta nå et system som i (1) og (2) der matrisene i tilstandsrommodellen er gitt som følger:

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ 2 & -3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} 3 & 4 \end{bmatrix} \quad (3)$$

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

c) Finn egenverdiene til systemmatrisen A og tidskonstantene til systemet.

d) 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.

e) Finn nullpunktene til systemet.

Oppgave 2 (8%): Halveringsregelen og modellreduksjon

Gitt en 3. ordens prosess $y = h_p(s)u$ der prosessens transferfunksjon er gitt ved

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

og der $T_1 > T_2 > T_3$.

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

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

b) 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 (12%):
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). Sett opp transferfunksjonen fra referansen, r, til utgangen, y. Dvs. finn transferfunksjonen

$$\frac{y}{r} = \cdots \tag{9}$$

uttrykt som en funksjon av transferfunksjonene $h_c(s)$ og $h_p(s)$.

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

$$h_p(s) = k\frac{1 - \tau s}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)}, \tag{10}$$

og $T_1 > T_2$.

Anta videre at vi spesifiserer at settpunktsresponsen fra referansen, r, til utgangen, y, skal være

$$\frac{y}{r} = \frac{1 - \tau s}{1 + T_c s} \tag{11}$$

der T_c er en spesifisert tidskonstant.

- Basert på punkt a) og b) over skal du vise at transferfunksjonen for regulatoren, $h_c(s)$, blir en PID-regulator på serie (kaskade) form

$$h_c(s) = K_p \frac{1 + T_i s}{T_i s}(1 + T_d s) \tag{12}$$

  ved hjelp av Skogestads metode.

  Du skal og sette opp formler for K_p, T_i og T_d som funksjon av modellparametrene k, T_1, T_2 og τ samt den spesifiserte tidskonstanten T_c.

- Foreslå et valg for tidskonstanten, T_c, for det lukkede systemet.