

**Sluttprøve**  
**Fag A3494 Prosesregulering**  
**tirsdag 16. desember 2003**  
**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 (20%): Frekvensplananalyse

Med utgangspunkt i en sløyfe-transferfunksjon,  $h_0(s)$ , skal du besvare følgende:

- a) Hva menes med begrepet frekvensrespons?
- b) Hvordan defineres og beregnes fase kryssfrekvensen,  $\omega_{180}$  ?
- c) Hvordan defineres og beregnes forsterkningsmarginen,  $GM$ ?
- d) Hvordan defineres og beregnes forsterknings kryssfrekvensen,  $\omega_c$ ?
- e) Hvordan defineres og beregnes begrepet fasemargin,  $PM$  ?

## Oppgave 2 (30%): Frekvensplananalyse

Gitt et reguleringsystem som vist i figur 1.

Figure 1: Standard tilbakekoblet reguleringsystem.

- a) Sett opp et uttrykk for sløyfetransferfunksjonen,  $h_0(s)$ .
- b) Vi antar nå en PI regulator,  $h_c(s)$ , samt en prosess  $h_p(s)$  gitt ved

$$h_c(s) = K_p \frac{1 + T_i s}{T_i s}, \quad h_p(s) = k \frac{e^{-\tau s}}{1 + T s}. \quad (1)$$

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

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

Sett også opp uttrykket for  $k_0$ .

- c) Skriv frekvensresponsen til sløyfetransferfunksjonen i (5) på polar form slik at

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

Angi uttrykk for amplitudeforholdet  $|h_0(j\omega)|$  og fasevinkelen  $\angle h_0(j\omega)$ .

- d) Finn fase kryssfrekvensen,  $\omega_{180}$ , for dette systemet.
- e) Finn en proporsjonalforsterkning,  $K_p$ , slik at systemet får en forsterkningsmargin,  $GM = 2$ .

### Oppgave 3 (20%): Diverse spørsmål

- a) Hva er en Pade approksimasjon.
- b) Hva er et ikke-minimum-fase system.
- c) Hva menes med RGA analyse? Oppgi også en formel for hvordan RGA matrisen beregnes.
- d) Gitt en PI-regulator

$$h_c(s) = K_p \frac{1 + T_i s}{T_i s}, \quad (4)$$

slik at pådraget genereres ved

$$u(s) = h_c(s)e(s) \quad (5)$$

der  $e(s)$  er reguleringsavviket.

- Sett opp en kontinuerlig tilstandsrommodell for PI regulatoren i (4) og (5).
- Diskretiser denne med eksplisitt Euler.
- Skriv den diskrete PI-regulatoren på endringsform slik at pådraget genereres av formen

$$u_k = u_{k-1} + g(e_k, e_{k-1}). \quad (6)$$

Du skal komme frem til et uttrykk for funksjonen  $g(e_k, e_{k-1})$ .