

Norges landbrukshøgskole, IMT-instituttet

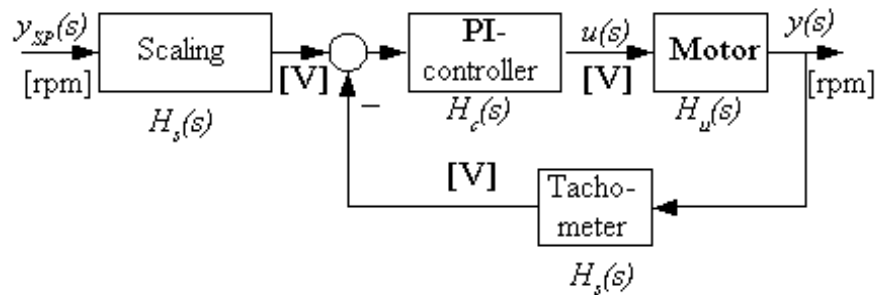
Sluttprøve (60%) i kurs TEL230 Reguleringssteknikk

Tid: 13.12 2004 kl. 14 – 17 (3 timer). Antall oppgaver: 8 (nr. 1–8).

Hjelpemidler: A1. Ingen kalkulator, ingen andre hjelpemidler.

Kontakt under eksamen: Finn Haugen (faglærer), tlf. 9701 9215.

1. (5% vekt ved sensur av dette oppgavesettet.) Forklar hvorfor integralvirkningen i en PID-regulator sørger for null statisk reguleringsavvik (du kan da gjerne anta at det er et sprang i forstyrrelsen, mens referansen er konstant).
2. (15%) Beskriv Ziegler-Nichols' lukket sløyfe-metode for innstilling av parametrene i en PID-regulator. Formler: $K_p = 0,6K_{pk}$, $T_i = T_k/2$, $T_d = T_k/8$.
3. (15%) Gitt en prosessstreng bestående av 2 væsketanker med inn- og utløp. Massestrømmen i prosessstrengen skal reguleres med en massestrømsregulator. Det skal være massebalanseregulering av tankene. Tegn et instrumenteringsskjema (også kalt teknisk flytskjema) for prosessen med reguleringsystemer inntegnet.
4. Figur 1 viser et blokkdiagram av et turtallsreguleringssystem. Anta



Figur 1:

følgende modeller:

$$H_c(s) = K_p \frac{T_i s + 1}{T_i s} \quad (1)$$

$$H_u(s) = \frac{K_u}{T_u s + 1} \quad (2)$$

$$H_s(s) = K_s \quad (3)$$

- (a) (10%) Vis at reguleringsystemets følgeforhold er

$$M(s) = \frac{y(s)}{y_{SP}(s)} = \frac{K_p K_u K_s}{T_i T_u s^2 + (K_p K_u K_s + 1) s + K_p K_u K_s} \quad (4)$$

- (b) (10%) Anta at referansen (settpunktet) y_{SP} er konstant, Y_0 .
Beregn den stasjonære verdien av turtallet y . Hvor stort er det stasjonære reguleringsavviket?

Til hjelp (1): Sluttverditeoremet:

$$x_s = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot x(s) \quad (5)$$

Til hjelp (2): Den Laplacetransformerte av et sprang med amplitude A er A/s .

- (c) (10%) Anta at alle motorparametrene har tallverdi 1. Det spesifiseres at den regulerede motoren skal være omtrent like rask som den uregulerede motoren. Still inn PI-regulatoren ihht. Skogestads metode med $k_1 = 1.44$. Figur 2 viser Skogestads tabell for prosesser uten tidsforsinkelse.

$H_p(s)$ (prosess)	K_p	T_i	T_d
$\frac{K}{s}$	$\frac{1}{KT_C}$	$k_1 T_C$	0
$\frac{K}{Ts+1}$	$\frac{T}{KT_C}$	$\min[T, k_1 T_C]$	0
$\frac{K}{(Ts+1)s}$	$\frac{1}{KT_C}$	$k_1 T_C$	T
$\frac{K}{(T_1 s+1)(T_2 s+1)}$	$\frac{T_1}{KT_C}$	$\min[T_1, k_1 T_C]$	T_2

Figur 2:

- (10%) Finn transferfunksjonen for en PI-regulator (vis utledningen).
Til hjelp: Transferfunksjonen for en integrator er $1/s$.
- (10%) Hva er gain scheduling eller parameterstyrt regulering?
Beskriv kort et eksempel på bruk av parameterstyrt regulering.
- (5%) Forklar kort prinsippet for og hensikten med pulsbredde-modulert pådrag.
- (10%) Hva gir sensitivitetsfunksjonen, $N(s)$, uttrykk for?