

Høgskolen i Agder

Eksamen i emnet MAS107 Reguleringssteknikk torsdag 31. mai 2007

Varighet: 4 timer. Hjelpemidler: Ingen (heller ikke kalkulator).

Kontaktperson: Finn Haugen (emnets lærer), tlf. 97019215.

1. (10% vekt) Gitt et tilbakekoplet reguleringsystem der prosessen bl.a. er påvirket av forstyrrelsen v . Referansen (settpunktet) y_r er konstant. Skisser i ett og samme diagram den prinsipielle responsen i prosessutgangen y etter et sprang i v for følgende 5 regulatorfunksjoner (du trenger ikke foreta beregninger eller gi noen utdypende forklaringer). Det antas at det nominelle (manuelt innstilte) pådraget har korrekt verdi før spranget i v (dvs. at det ville ha holdt prosessen i arbeidspunktet dersom dette pådraget virket alene og det ikke kom noe sprang i forstyrrelsen). Det er viktig at du i diagrammet får fram forskjellene i responsene.

- Fast (konstant) pådrag
- Av/på-regulator
- P-regulator
- PI-regulator
- PID-regulator

2. (10%) Gitt følgende differensiallikning som utgjør modellen for prosess:

$$a\dot{y} = by + cu + dv \quad (1)$$

der a , b , c og d er konstanter (parametre), som har kjente verdier. y er prosessutgang. u er pådrag. v er prosessforstyrrelse. Referansen for y er y_r . Anta at forstyrrelsen måles med et måleelement. Måleverdien av v er gitt ved

$$v_m = K_m v \quad (2)$$

Finn foroverkopplingsfunksjonen som beregner foroverkopplingsleddet u_f i det totale pådraget (som ellers vil inneholde et ledd fra en PID-regulator, men dette leddet skal du ikke beskrive nærmere her). Foroverkopplingsfunksjonen skal ha bl.a. v_m som argument.

3. (10%) Bruk Skogestads metode for å stille inn en PI(D)-regulator for en 1. ordens prosess med dødtid der forsterkningen er 2, tidskonstanten er 5 sek og dødtiden er 3 sek. Skogestads formel er vist i figur 1. Bruk $k_1 = 1,44$ og $T_C = \tau$.

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

Tabell 8.1: Skogestads metode for PID-innstilling. Standardvalg for k_1 er 4, men f.eks. $k_1 = 1,44$ kan gi hurtigere forstyrrelseskompensering.

Figur 1:

- (10%) Tegn strukturen (blokkdiagram) av et kaskadereguleringssystem. Hva er vanligvis hensikten med kaskaderegulering? Beskriv prosedyren for innstilling av regulatorene i et kaskadereguleringssystem. Beskriv også et konkret eksempel på kaskaderegulering (tegn teknisk flytskjema), og angi hva hensikten med kaskaderegulering er i ditt eksempel.
- (10%) Skriv følgende differensiallikningsmodell på tilstandsrommodellform med matriser og vektorer.

$$m\ddot{y} = Ky + D\dot{y} + u \quad (3)$$

der m , K og D er konstanter (parametre). y er utgangsvariabel, og u er inngangsvariabel.

- (10%) Finn transferfunksjonen fra u til y for modellen (3).
- (10%) Beskriv Ziegler-Nichols' lukket sløyfe-metode for innstilling av parametrene i en PID-regulator. Formler: $K_p = 0,6K_{pk}$, $T_i = T_k/2$, $T_d = T_k/8$.
- (10%) Gitt en væsketank med væskeinnstrømning og væskeutstrømning (via rør). Anta at nivået i tanken skal reguleres. Pådraget er styresignalet til en pumpe som står i utløpsrøret. Tegn et teknisk flytskjema for reguleringssystemet. Skal regulatoren ha direktevirkning eller reversvirkning? (Gi en kort begrunnelse for svaret. Det er ikke tilstrekkelig kun å skrive direktevirkning eller reversvirkning i svaret.)
- (10%) Tegn mulige Bodeplott for sløyfetransferfunksjonens amplitudeforsterkningsfunksjon og faseforskyvningsfunksjon for et reguleringssystem som har forsterkningsmargin lik 6dB, fasemargin

45 grader og båndbredde 0,1Hz. Generelt: Hva er vanligvis rimelige (fornuftige) verdiområder for forsterkningsmarginen og fasemarginen for et reguleringsystem?

10. (10%) Beregn (utled) båndbredden for følgende transferfunksjon:

$$H(s) = \frac{a}{s + a} \quad (4)$$

(Med båndbredde menes her $1/\sqrt{2}$ -båndbredden, som vanligvis betegnes -3dB -båndbredden.)