

DATO: 11. juni 2009

EKSAMEN I: BIE 240 Regleringsteknikk

VARIGHET: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDLER: Bestemt enkel kalkulator

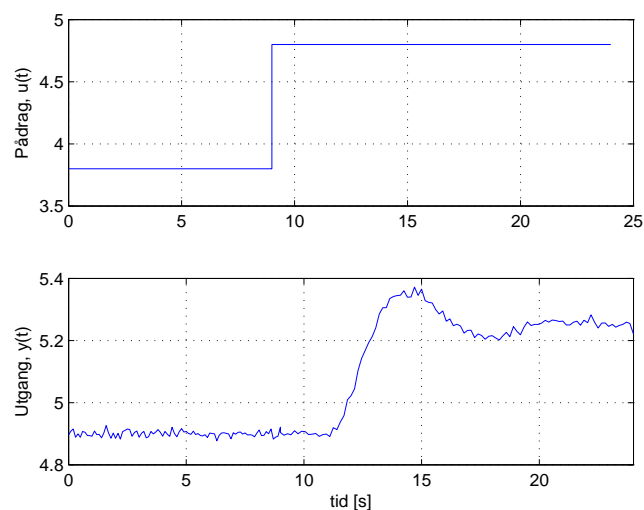
OPPGAVESETTET BESTÅR AV 2 OPPGAVER PÅ 3 SIDER

Delspørsmålene har lik vekt. Formelsamling vedlagt.
Legg ved side 5 sammen med besvarelsen.

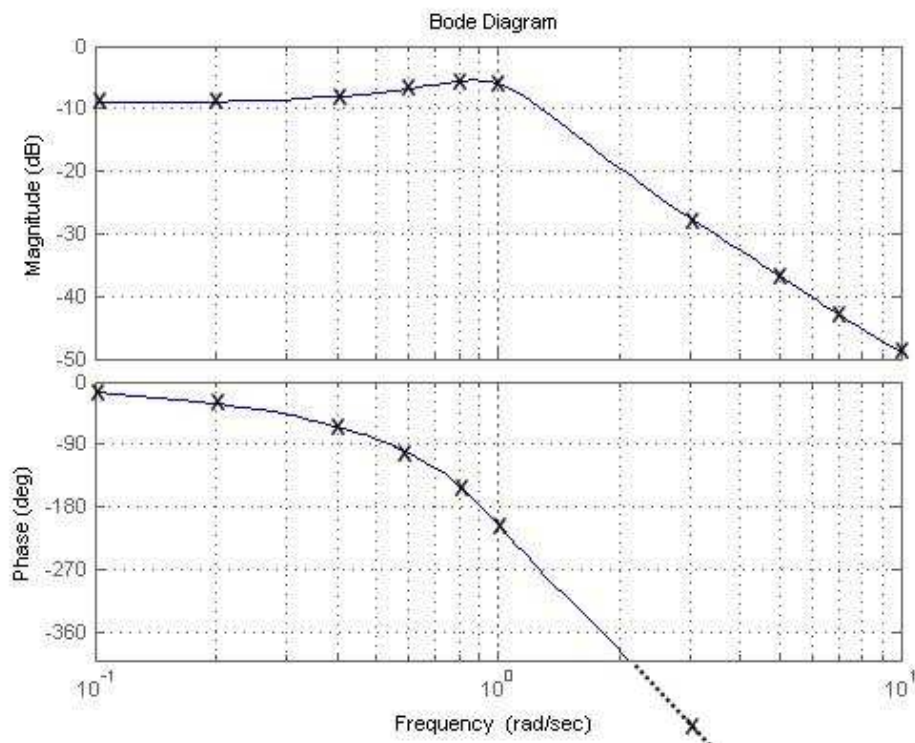
KONTAKTPERSON: Tormod Drengstig, E-423a, tlf. (518)32025/93885533.

1 Estimering av prosessmodell

Anta at du er ansatt i en bedrift som produserer deler til prosessindustrien, og for en av disse prosessdelene skal du utvikle en regulator til. Du har dårlig tid, og har derfor ikke anledning å lage en matematisk modell av prosesskomponenten. Du gjør derfor et forsøk på å identifisere prosessmodellen ved å utføre både sprangresponstest og frekvensresponstest på prosesskomponenten. Resultatet av disse testene er vist i figur 1 og figur 2.



Figur 1: Sprangrespons for prosessenheten.



Figur 2: Frekvensresponsen til prosessenheten.

- Ut fra figur 1, avles arbeidspunktet u_A og y_A til prosessen?
Forklar hva du gjorde (eksperimentelt) for å få tak i sprangresponsen i figur 1. Forklar gjerne med henvisning til hvordan du har gjort tilsvarende på lab'en.
- Forklar deretter hva du gjorde eksperimentelt for å få tak i frekvensresponsen i figur 2. For hver frekvens du benyttet, skriv ned det matematiske uttrykket for pådrag og måling. Husk at pådraget kan variere mellom 0 og 10.
- Skisser relativt nøyaktig hvordan *hele* pådraget og utgangen så ut for *en* av frekvensene du benyttet for å finne frekvensresponsen. Velg selv hvilken frekvens du vil benytte. Husk at periodetiden T_p for en sinusfunksjon er $T_p = \frac{2\pi}{\omega}$.
- Ut fra figur 1 og figur 2, hvor mye du si om prosessen? Du trenger ikke å benytte konkrete tall, men beskriv heller prosessen med ord, f.eks. med utgangspunkt i hvordan transferfunksjonen typisk vil se ut?
- Bakerst i eksamensoppgave er figur 1 og figur 2 gjengitt. Benytt disse figurene til å estimere transferfunksjonen $H_p(s) = \frac{y(s)}{u(s)}$ til prosessen. For at dere skal få dokumentert hvordan dere bruker figurene, skal disse leveres inn sammen med besvarelsen.

2 Regulering

Gitt en ny prosess med følgende prosessmodell

$$H_p(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{0.4}{10s + 2} \quad (1)$$

Målet er å bestemme PI-regulatorparametre til denne ved bruk av polplasseringsmetoden.

- a) Hva er forsterkningen K og tidskonstanten T til prosessen?
- b) Bestem polen(e) til prosessen og benytt dette til å bestemme stabilitetsegenskapene til systemet (marginalt stabilt, ustabilt, asymptotisk stabilt).
- c) Finn et uttrykk for prosessens frekvensrespons, dvs. amplitudeforsterkning $|H_p(j\omega)|$ og faseforskyvning $\angle H_p(j\omega)$.
- d) La pådraget $u(t)$ være en sinusfunksjon $u(t) = 2 \sin(0.4t)$. Fra forrige deloppgave, bestem $y(t)$. Skisser $u(t)$ og $y(t)$ i samme diagram (beregnet og indiker perioden for svingningen).
- e) Skisser asymptotisk Bodeplott (forsterkning og fase) av $H_p(s)$.
- f) Anta at måleinstrumentet vi skal benytte i reguleringen har forsterkning 0.5 og at responstiden T_r er 1 sekund og at det er av 1 orden. Finn transferfunksjonen $H_m(s)$ til måleinstrumentet.
- g) Utled transferfunksjonen $H_r(s)$ til en generell PI-regulator.
- h) Benytt polplasseringsmetoden (se vedlegg) og bestem K_p og T_i i en PI-regulator. Der hvor kvalifiserte valg må gjøres, argumenter for valgene du gjør.
- i) Finn sløyfetransferfunksjonen $H_0(s)$
- j) Bestem deretter følgeforholdet $M(s)$
- k) Basert på følgeforholdet $M(s)$, skisser sprangresponsen til reguleringssystemet.

Er dette som forventet i forhold til valgene du gjorde ved regulatorparameterinnstillingen over?

Formelsamling

- Polplassering for 1 ordens system (PI-regulator):

$$K_p = \frac{2\zeta w_0 T - 1}{K} \quad (2)$$

$$T_i = \frac{2\zeta w_0 T - 1}{w_0^2 T} \quad (3)$$

- Pol-nullpunktkansellering 1 ordens system (PI-regulator):

$$K_p = \frac{T}{T_M \cdot K} \quad (4)$$

$$T_i = T \quad (5)$$

- Løsning på annengradslikningen $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (6)$$

- Et generelt 2-ordens system kan skrives som

$$H(s) = \frac{K}{(\frac{s}{\omega_0})^2 + 2\frac{\zeta}{\omega_0}s + 1} \quad (7)$$

- Et komplekst tall z kan skrives på kartesisk form slik:

$$z = \text{Re}(z) + j\text{Im}(z) \quad (8)$$

eller på polar form slik:

$$z = |z|e^{j\angle z} \quad (9)$$

- Sammenheng mellom kartesisk og polar form er:

$$|z| = \sqrt{\text{Re}(z)^2 + \text{Im}(z)^2} \quad (10)$$

$$\angle z = \arctan \frac{\text{Im}(z)}{\text{Re}(z)} \quad (11)$$

- Sluttverditeorem

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot f(s) \quad (12)$$

Fag: BIE240, Reguleringsteknikk

Dato: 11. juni 2009

Kandidatnr:

Sidenr:

