Høgskolen i Sør-Trøndelag
Avdeling for teknologi
Program for Elektro- og datateknikk

HØGSKOLEN
I SØR-TRØNDELAG

GO325A Matematikk 2
Case

Generelt

Caset skal utføres og innleveres *gruppevis.* Husk å ta tilstrekkelig mange kopier før innlevering. Vi beholder det innleverte eksemplar.

Caset er relativt åpent. Problemstillingene inviterer til flere mulige vinklinger og bruk av ulike matematiske metoder. Du bør konsentrere deg om de matematiske metoder du finner mest relevante.

Caset dekker for øvrig store deler av pensum. Et godt arbeid med caset er derfor en glimrende måte å forberede seg til eksamen.

Dessuten vil en stor andel av oppavene til eksamen (inntil 50%) være caserelaterte og egen caserapport kan brukes som tillatt hjelpemiddel.

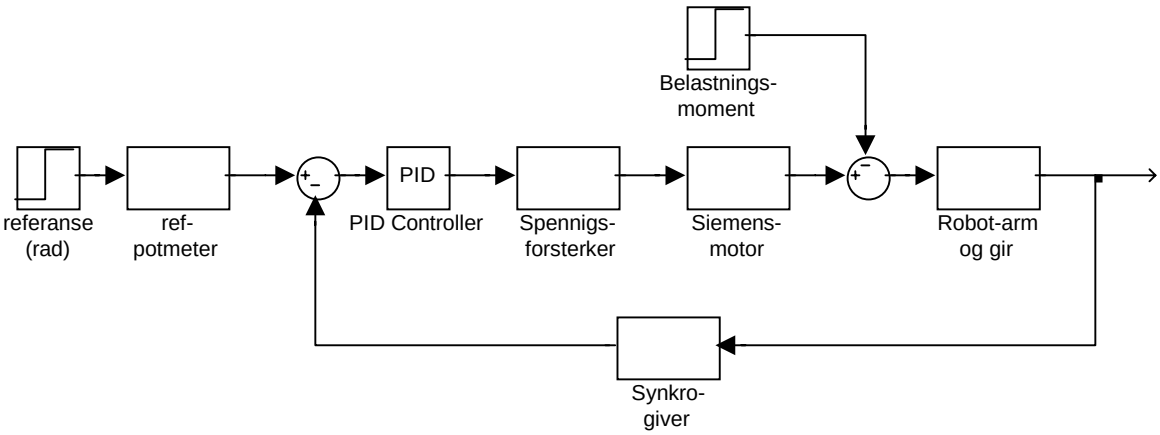
Uansett hvordan dere fordeler gruppearbeidet er det avgjørende at alle tilegner seg innsikt i problemstillingene, *og forstår de analysemetoder som brukes og hvordan resultatene skal fortolkes.*

Arbeidet med caset bør foregå både for hånd og med programvare (Matlab/Simulink).

Case: Posisjons-servo for robot-arm.

Innledning
En robot-arm skal kunne følge gitte referanse-signaler best mulig. (Dette kalles "tracking".)
Referanse-signalene kan være av varierende hurtighet (frekvens), amplitude og form. En servo skal dimensjoneres.
Gruppene skal ta utgangspunkt i hver sin motor og disse står angitt bakerst i oppgaveteksten.

Problemstillinger
Siemens motor **1HC5 136-…** skal brukes som hoved komponent til konstruksjon av posisjons-servo for en robotarm. Servoen skal bygges opp som vist på følgende blokkdiagram:



Komponent-data

Signalene til PID-regulatoren er spenninger i området ± 5 Volt.
Robotarmene skal kunne beveges fritt i området ± $\pi/2$ (± 90^o)

Omsettingsforhold synkrogiver:	K_S = ?	[V/rad]
Omsettingsforhold ref-potmeter:	K_S = ?	[V/rad]
Spenningsforsterkning før motoren:	A_V = ?	[V/V]
Treghetsmoment robotarm:	J_L = 2,0	[kgm^2]
Friksjonskonstant robotarm:	b_L = 0,05	[Nms]

A *Modellering*

Det naturlige utgangspunkt blir å lage en matematisk modell av DC-motor m/last og gir.
Girene bør også dimensjoneres slik at de gir *maksimal vinkelakselleresjon for robotarmen.*
Lag både tilstandsrommodell og blokkdiagrammodell. Modellene bør gjøres *generelle* dvs. man bør komme fram til *bokstavuttrykk.* Dette gjør det lettere å forandre på enkelte parametre seinere, for eksempel omsettingsforholdet *n* for girutvekslingen.
Husk å ta ta med belastningsmoment i modellen.

B *Uttesting av matematisk modell*

For å sikre seg at modellen er fornuftig bør denne testes. Dette gjøre ved simulering og/eller utregning. Deretter sjekkes at resultatene er fornuftige og gir god overenstemmelse med datablad. Man kan f.eks påtrykke et sprang i ankerspenningen som tilsvarer oppgitt merkespenning. Gjør beregninger/simuleringer for følgende tilfeller:

1. motor uten last
2. motor med last men uten gir
3. motor med last og "riktig" girutveksling *n*
4. motor med last og girutveksling 4 ganger større.

Under dette punktet bør følgende løsningsmetoder prøves ut:

1. Klassisk løsning av differensiallikninger
2. Løsning med transferfunksjoner og Laplacetransformasjon
3. Simulering med blokkdiagram i Simulink
4. Bruk av tilstandsrom-modell i Matlab

Dere trenger ikke nødvendigvis bruke alle fire metodene på de fire tilfellene men hver metode skal brukes minst en gang. *Se også på systemenes polbeliggenheter og jamfør med responsene dere får.*

C *Dimensjonering av servo vha Ziegler-Nichols metode*

Først må spenningsforsterkeren mellom regulator og motor, A_V dimensjoneres. Den bør dimensjoneres slik at 5V ut fra regulatoren gir merkespenning inn på motoren. Dessuten må dere finne omsettingsforholdet for synkrogiver og referanse-potmeter, K_S . Maks vinkel ($\pm \pi/2$) skal gi maks spenning ut ($\pm$5V)

Deretter skal PID-regulatoren dimensjoneres for servoen Dette gjøres med Ziegler-Nichols metode.

D *Regulator-dimensjonering i Bode-diagram*

Krav til servoen:

1. Null stasjonæravvik ved sprang eller rampe i referansen
2. Maks (20%) oversving på sprangresponsen
3. Raskest mulig stigetid ved sprangrespons

Dimensjoner PID-regulatorene for servoen vha. Bode-Nyquist-metoden.

E *Simulerings-oppsett – klargjøring for testing*

Dere har nå laget to forslag til regulator-parametre til servoen. Disse skal nå sammenliknes med forskjellige test-signaler, så det kan være greit å lage et simuleringsoppsett på forhånd som kan brukes for forskjellige test-signaler. Lag en Simulink-modell for begge-servoene. (De er praktisk talt identiske så den ene kan derfor kopieres fra den andre). La servo-utgangene gå via en Mux inn på et felles skop.

F ***Testing av regulator-design med standard test-signaler***

Simuler resultatene for sprang og rampe i referansen og for sprang i belastningsmoment.
(et belastninggsmoment opptrer når robotarmen møter motstand).
Sammenlikn resultatene for de to servoene.
Under slike simuleringer kan det være lurt ikke bare å studere arm-posisjon men også klemmespenning og ankerstrøm i motoren.

G ***Testing med tracking signaler / Fourier-analyse***

Servoene skal så testes med trackingsignaler på 0,2 Hz 1,0 Hz og 5,0 Hz.
La trackingsignalene være sinus, sagtann, og firkant. Undersøkelsene gjøres med Simulink.
Dette punktet bør munne ut i en konklusjon om servoenes egenskaper/begrensninger.

H ***Fourier-analyse***

Bruk Bode-diagram og Fourier-analyse for å analysere firkantsignalet ved 1,0 Hz. Dette gjøres for begge servoene. Sammenlikn med simuleringsresultatet i pkt. G.

I ***Realisering med operasjonsforsterkere***

Velg den servoen du foretrekker ut fra pkt F og G og lag kretsløsning for PID-regulatoren med operasjonsforsterker-koplinger. Bruk komponenter i E-12 serien.

Innleveringsfrist
Fredag 03.12.04

Lykke til !!

HiST 20.10.2004
Dag Aune/Kurt-Even Kristensen

Diverse tips og opplysninger

Matematiske/tekniske emner som du får bruk for i caset

- Matematisk modellering
- Blokkskjemaregning, transferfunksjoner
- Laplacetransformasjonen
- Dimensjonering av PID-regulator
- Frekvensanalyse, Bodediagram
- Fourierrekker
- Matlab/Simulink
- Op-amp koplinger

Regulatorene
Bruk de regulatorene dere vil, men for å få størst mulig samsvar med de dimensjonerings-metoder dere har lært kan det være en fordel å lage sin egen PID-blokk. Den skal da ha følgende transferfunksjon:

$$h_R(s) = K_P \cdot \frac{1+T_I s}{T_I s} \cdot \frac{1+T_D s}{1+T_F s}$$

hvor $T_F = 0{,}1 \cdot T_D$

Frekvensanalyse / Bodediagram / Fourieranalyse
Best trening får dere ved å benytte muligheten for arbeidsdeling i gruppa og gjør analysene både manuelt og med Matlab. Deretter kan dere komme sammen og lære av hverandre i gruppa. Det oppfordres også til samarbeid på tvers av gruppene.

Andre tester
Dere står fritt til å bruke andre tester enn de som jeg har foreslått. Mest aktuelt kan det *kanskje* være under pkt. G å prøve frekvenser som ligger utenom det oppgitte frekvensområdet. (0,2 – 5 Hz)

Simulink og Matlab
Det lønner seg å lese inn prosessparametre via **script-fil** i Matlab (som har direkte kopling til Simulink), framfor å skrive inn tallverdier direkte i Simulink blokkene. Da blir det også enklere å gjøre forandringer.

Under testingen av servoene (pkt. G) bør en simulere ca 5 perioder. Husk å øke antall lagringspunkter i skopet til minst 5000. Husk også å velge liten nok steglengde (minst 100 ganger mindre enn periodetiden til signalet). Velg min og max steglengde like stor.

Gruppeinndeling

Gruppe 1: (Siemens motor 1HC5 136 0DC..-4FU1)

Aleksander Gulbrandsen
Dagfinn Jensen
Anne Hilde Moldver

Gruppe 2: (Siemens motor 1HC5 136 0FD..-6JU1)

Anders Stadheim
Stig Are Søvik
Håkon Ruud Veflingstad