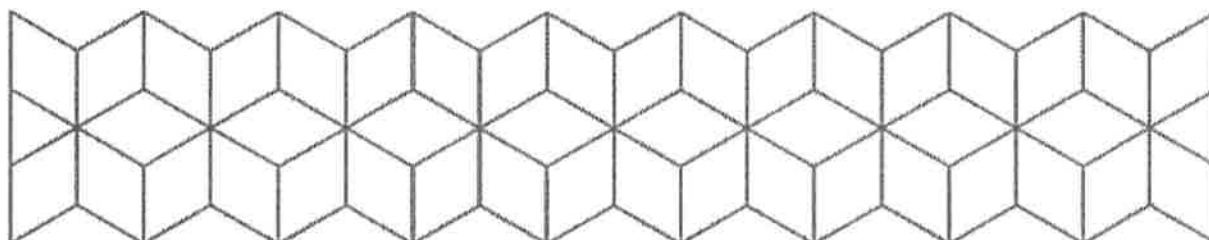


EKSAMEN

Emnekode: ITD30005	Emnenavn: Industriell IT
Dato: 7.12.2017	Eksamenstid: 4 timer
Hjelpemidler: To (2) A4-ark (fire sider) med egne notater. HIØ-kalkulator som kan lånes under eksamen.	Faglærer: Robert Roppestad
Om eksamensoppgaven og poengberegning: Oppgavesettet består totalt av 8 sider inklusiv denne forsiden. Det er et lite vedlegg på side 7. Kontroller at oppgaven er komplett før du begynner å besvare spørsmålene. Alle oppgavene skal besvares og teller som angitt ved sensurering. Ta med utregninger i besvarelsen for å vise hvordan du har kommet fram til svaret.	
Sensurfrist: 5.1.2018 Karakterene er tilgjengelige for studenter på Studentweb senest 2 virkedager etter oppgitt sensurfrist. www.hiof.no/studentweb	



Oppgave 1. (27%)

A. (8%)

Begrepene styring og regulering benyttes ofte med ulik mening.

Forklar hva som menes med styring. Tegn en figur/skisse som viser prinsippet.

Beskriv to eksempler på systemer som styres.

Forklar hva som menes med regulering. Tegn en figur/skisse som viser prinsippet.

Beskriv to eksempler på systemer som reguleres.

B. (7%)

Segway er et batteridrevet kjøretøy på 2 hjul som balanserer og kjører en person.

(se figur 1). Den regulerer en prosess som virker som en invertert pendel.

Vis med et blokkskjema hvordan du antar reguleringsystemet i Segway'en må virke.

Forklar hva blokkene/enhetene som inngår utfører.

Hvordan vil du karakterisere tidskonstantene/treggheten i denne prosessen, og hvordan vil det påvirke samplingstiden som bør benyttes i reguleringsalgoritmen?

Hva vil skje hvis en velger for lav samplingsfrekvens?



Figur 1. Eksempel på Segway

C. (5%)

Beskriv hva en feltbuss er, og hvor de inngår i industrielle styringssystemer.

Hvorfor er standard Ethernet problematisk å benytte som en feltbuss?

Nyere biler benytter CAN-bus og ODB-2 (On Board Diagnostics system).

Forklar/beskriv hva CAN-bus og ODB-2 har som oppgave i en bil.

D. (7%)

Forklar hva en transferfunksjon er.

Gitt at du har en differensialligning som beskrevet nedenfor der $y(t)$ er utgangen og $u(t)$ er inngangen. Hva blir transferfunksjonen til dette systemet?

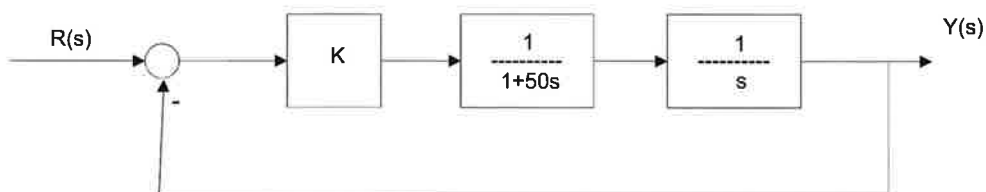
$$10\ddot{y}(t) + 8\dot{y}(t) + 40y(t) = u(t)$$

Hva blir $Y(s)$ gitt at $u(t)$ er et enhetssprang?

Oppgave 2. (19%)

A. (7%)

Figur 2.1 viser blokkskjemaet for et reguleringsystem.

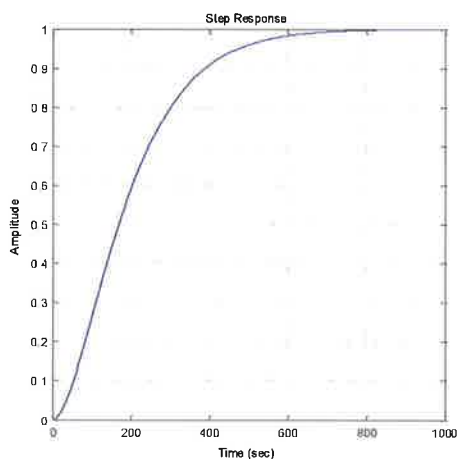


Figur 2.1. Blokkskjema for et reguleringsystem.

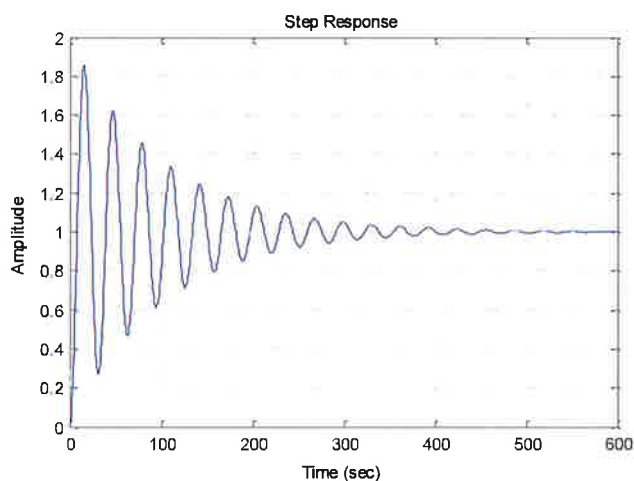
Reduser blokkdiagrammet og vis at transferfunksjonen mellom inngang og utgang blir.

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = M(s) = \frac{K}{50s^2 + s + K}$$

Anta at vi benytter regulatorforsterkning $K=2$, og tester systemet med et enhetsprang i $R(s)$. Under ser du 2 mulige responser. Begrunn hvilken av de 2 responsene som utgangen $y(t)$ vil følge. Se også figur 2.2. Den kan også være til hjelp.



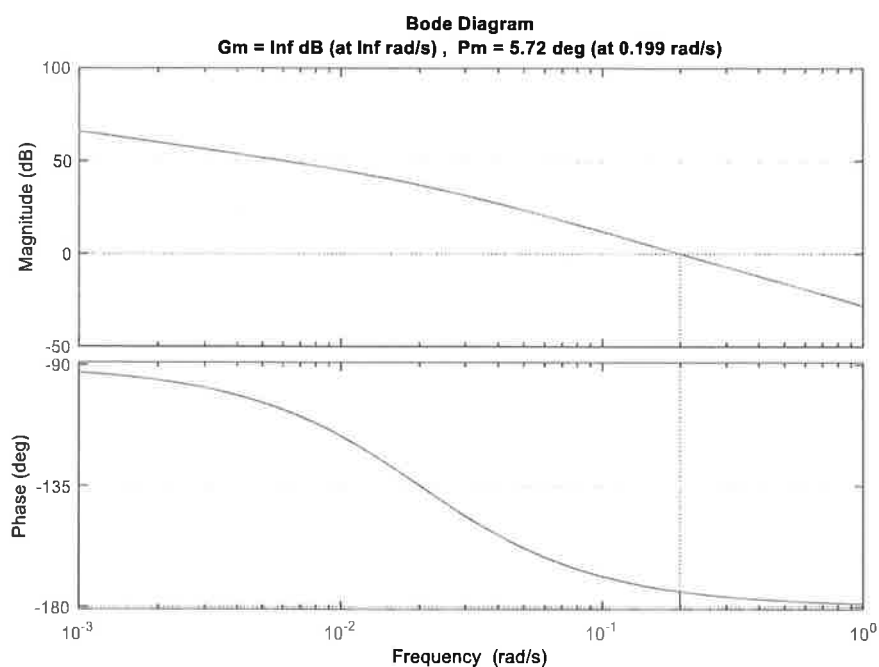
Respons 1.



Respons 2.

B. (6 %)

Figur 2.2 viser frekvensresponsen (åpen sløyfe transferfunksjonen $A(s)$) til reguleringsystemet når regulatorforsterkningen $K=2$.



Figur 2.2 Frekvensresponsen til $A(s)$.

Hvilke stabilitetsmarginer har systemet når $K=2$?

Bør forsterkingen K økes eller reduseres for å gi en god regulering i dette tilfellet?

Begrunn svaret.

Hva vil normalt skje med systemets hurtighet når vi reduserer regulatorforsterkingen K ?

C. (6%)

De fleste regulatorer har auto-tunings funksjoner.

Forklar hva slags metoder/prinsipper som normalt anvendes ved auto-tuning?

Oppgave 3. (32%)

A. (6%)

Du skal benytte et IO-kort med 16 bit A/D og D/A.

De analoge inn/utgangene benytter spenning i området $0 \rightarrow 10$ Volt.

Anta at du leser en A/D kanal, og bitverdien du får inn er: 34500.

Hvilken spenning tilsvarer det?

Hvilken nøyaktighet (i volt) kan vi forvente med dette IO-kortet?

Du ønsker å styre en motor ved å påføre den 7.8 Volt.

Hvilken bit-verdi må du sende til D/A-omformerer for å oppnå dette.

B. (6%)

IO-kortet i 3A skal benyttes for å sample et sensor-signal som har dominerende frekvenser opp til 250 Hz.

Hvilken samplingsfrekvens bør du benytte? Begrunn valget.

Det viser seg at det ligger noen støy-signaler over 250 Hz.

Forklar hva som må gjøres for at disse signalene ikke skal gi problemer.

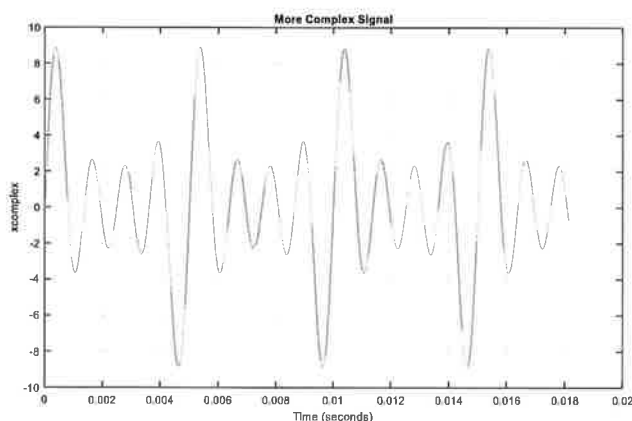
C. (6%)

Et lydsignal samples, og resultatet er vist på figur 3.1

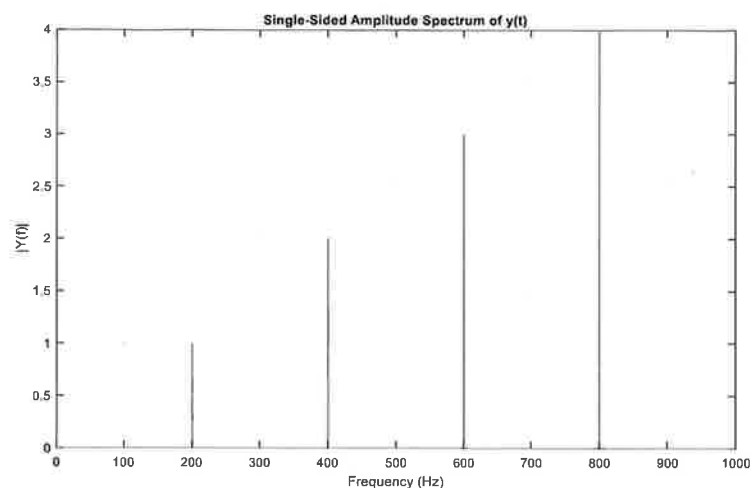
Signalet blir testet med en FFT-rutine, og resultatet er vist i figur 3.2

Benytt figurene, og forklar/beskriv hva slags signal/signaler som er samplet.

Benytt figur 3.2, og sett opp det matematiske uttrykket som beskriver lydsignalet.



Figur 3.1 Et samplet lydsignal.



Figur 3.2 FFT-analyse av signalet.

D. (7%)

Nedenfor er listet kode for en diskret PI-regulator.

$$u_k = u_{k1} + k_p \cdot (1.0 + T_s/T_i) \cdot \text{avvik} - k_p \cdot \text{avvik1};$$

Forklar hva den utfører og alle variablene som inngår i uttrykket.

Hva skjer hvis T_i settes svært stor?

Hva vil skje hvis vi setter T_s svært stor?

Hvorfor må man begrense u_k før verdien benyttes mot en prosess?

E. (7%)

Et analogt høypassfilter er gitt ved følgende transferfunksjon.

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{s}{1+0.5s}$$

$Y(s)$ – Filtret signal (utgang)

$X(s)$ – Signal som skal filteres (inngang)

Du skal lage en diskret ekvivalent.

Benytt Eulers metode med samplingstid T , og finn den programmerbare differensligningen som beskriver filteret.

Filteret testes med et enhetsprang på inngangen.

Bergrn hva responsen blir for $k = 0, 1$ og 2

Oppgave 4. (22%)

A. (6%)

Timere er ofte benyttet i PLS-programmer.

Forklar hvordan de 3 vanligste PLS-Timerne virker, og gi gjerne eksempel på oppgaver de kan anvendes i.

B. (16%)

Avdelingen har en heismodell som kan styres av en PLS. IO er nærmere beskrevet i tabell 4.1

Beskrivelse av modellen.

Heismodellen har 3 etasjer. Den har en heiskabin som kan løftes oppover eller senkes til riktig etasje med en motor. I hver etasje er det en sensor som detekterer når heisen er på riktig plass. Heiskabinen har en dør som kan åpnes og lukkes med en motor.

Det er en sensor som detekterer når heisdøra er helt åpen, og en sensor som detekterer når heisdøra er lukket.

I heiskabinen er det trykkbrytere for å velge etasje (1, 2 eller 3).

Det er også en nødstoppbryter der som skal stoppe heisen umiddelbart hvis den trykkes.

Alle trykkbrytere er av typen touch-bryter som returnerer tilbake til null-tilstand. Det betyr at de gir ut et høyt signal (1) når de holdes inne, og at de er lave (0) ellers.

Alle sensorer og motorstyringer gjøres med digitale **0/1** signaler.

Tabell 4.1 viser hvilke innganger og utganger som benyttes på PLS'en med variabelnavn som du kan benytte i dine løsninger.

*Heismodellen er en **forenklet utgave** av en virkelig heis. Vi styrer kun døra i selve heiskabinen. Dørene som også må åpne lukke i den enkelte etasje er utelatt i modellen.*

Oppgaver.

Du skal lage PLS-program med Ladder og/eller Funksjonsblokker som utfører oppgavene gitt nedenfor. Forklar hvordan du mener din løsning skal virke hvis den ikke er selvforklarende.

B1.

Anta at heiskabinen er i 1. etasje.

Lag et program som får heisen til å flytte seg fra 1. etasje til 2.etasje når trykk-bryter **To_2nd_level** trykkes.

B2.

Utvid programmet i B1, slik at heisen kan flytte seg fra 1. etasje til enten 2 eller 3 etasje avhengig av hva brukeren har trykket på.

Utvid programmet slik at når heisen komme til ønsket etasje skal heisdøren åpne seg 2 sekunder etter at heisen er i riktig etasje. Heisdøren skal være åpen i 10 sekunder før den lukker seg.

B3.

Forklar hvordan du vil implementere nødstopp funksjonen.

Den skal virke slik at alle aktive motorer skal stoppe umiddelbart hvis nødstopp-bryter trykkes.

Beskrivelse av IO	Innganger	Utganger
Nødstop bryter	Em_stop_sw	
Til 3.etasje bryter	To_3rd_level	
Til 2.etasje bryter	To_2nd_level	
Til 1.etasje bryter	To_1st_level	
Dør er lukket sensor	Door_closed	
Dør er åpen sensor	Door_open	
Heis er i 3. etasje sensor	In_3rd_level	
Heis er i 2. etasje sensor	In_2nd_level	
Heis er i 1. etasje sensor	In_1st_level	
Lukke heis-dør motor		Close_door_motor
Åpne heis-dør motor		Open_door_motor
Gå opp heis-motor		Go_up_motor
Gå ned heis-motor		Go_down_motor

Tabell 4.1 Viser hvordan inn- og utganger er navngitt i PLS'en.

Vedlegg

1. Diskretisering.

Betegnelse	
Euler bakovermetode	$\dot{X} \approx \frac{X_k - X_{k-1}}{T} = f_k$