

EKSAMEN

Emnekode: ITD30005	Emne: Industriell IT
Dato: 16.12.2015	Eksamenstid: kl. 0900 til kl. 1300
Hjelpemidler: Tre A4-ark (seks sider) med egne notater. "ikke-kommuniserende" kalkulator.	Faglærer: Robert Roppestad
Eksamensoppgaven: Oppgavesettet består av 6 sider inklusiv denne forsiden, samt 2 vedleggsider. Totalt 8 sider. Kontroller at oppgaven er komplett før du begynner å besvare spørsmålene. Sjekk vedleggene. De kan være til hjelp. Ta med utregninger i besvarelsen for å vise hvordan du har kommet fram til svaret.	
Sensurdato: 15.01.2016	
Karakterene er tilgjengelige for studenter i Studentweb senest to virkedager etter oppgitt sensurfrist. Følg instruksjoner gitt på: http://www.hiof.no/studentweb	

Oppgave 1. (32%)

A. (6%)

I automatiserte systemer benyttes styring og regulering.

Forklar hva det vil si å styre en prosess, og hva det vil si å regulere en prosess.

Beskriv kort 2 systemer der man benytter styring, og 2 systemer der man benytter regulering.

B. (6%)

Hva mener vi med at noen prosesser har store tidskonstanter?

Hva vil det si at en prosess har tidsforsinkelse (dødtid)?

Hvorfor gjør tidsforsinkelse i en reguleringsløyfe en reguleringsoppgave vanskelig?

C. (5%)

Hva vil det si at man har redundans i industriell IT-systemer?

Forklar med et eksempel der det vil være fornuftig å benytte redundans.

D. (8%)

Figur 1.1 viser en vogn påmontert en invertert pendel.

Vogna kan drives med en motor i x-retningen. Motoren vil påvirke vogna med en kraft u .

Pendelen med lengde L er hengslet i vogna, slik at massen m kan bevege seg fritt i x-retningen.

Anta at du skal lage et reguleringsystem som balanserer pendelen slik at vinkelen α holdes mest mulig lik 0 grader. Pendelen vil da stå i oppreist stilling.

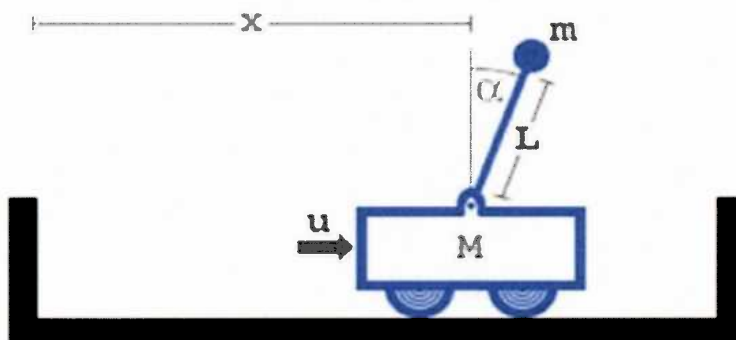
Forklar hva du trenger av enheter for at et slikt reguleringsystem skal virke.

Tegn et blokkdiagram som viser hvordan enhetene/blokkene inngår i reguleringsystemet.

Anta at vi benytter en mikrokontroller for å kjøre reguleringsalgoritmen.

Hvordan vil du vurdere dynamikken (tregheten) til et slikt system med hensyn på samplingstiden som bør benyttes?

Hva vil kunne skje hvis en bruker for langsom sampling?



Figur 1.1. Invertert pendel

E. (7%)

Gitt at du har en differensialligning for en modell som beskrevet nedenfor.
 $x(t)$ er utgangen og $u(t)$ er inngangen.

$$0.5\dot{x}(t) + 2x(t) = u(t)$$

Hva blir transferfunksjonen til dette systemet?
Forklar generelt hva en transferfunksjon beskriver?
Hva blir $X(s)$ gitt at $u(t)$ er et enhetsprang? Hva blir $x(t)$?

Oppgave 2. (27%)

A. (6%)

Vi skal regulere temperaturen på overflaten til en lampe.
Anta at vi har laget en modell som beskriver overføringen fra pådraget u til målt temperatur y (utgangen) som beskrevet med følgende transferfunksjon.

$$H_p(s) = \frac{2}{(20s + 1)(5s + 1)(2s + 1)}$$

Gitt transferfunksjonen over.
Hvilken orden og tidskonstanter har systemet?
Forklar hvordan man **manuelt** (uten datamaskin og programvare) kan finne frekvensresponsen til systemet $H_p(s)$. (Du behøver ikke regne ut dette, holder med forklaring.)
Hvordan kan vi benytte Matlab til å gjøre denne jobben?

B. (6%)

Forklar kort hva Ziegler-Nichols metode for praktisk innstilling av en PID-regulator går ut på.
For prosessen gitt i oppgave 2A har vi med Ziegler-Nichols metode funnet følgende verdier:
Kritisk forstrekning $K_{krit} = 9.6$ og svingeperioden $T_k = 17$ sekunder
Hvilke verdier vil du anbefale å benytte for innstilling av en PI-regulator?
Hva mener vi med at en regulator er tunet/innstilt ved et gitt arbeidspunkt?
Hvorfor bør en regulator tunes på nytt når arbeidspunktet endres vesentlig?

C. (5%)

Forklar generelt hvordan man kan lage et **stabil** reguleringsystem når prosessen som benyttes i utgangspunktet er en **ustabil** prosess?
Forklar hvorfor de fleste reguleringsystemer vil bli ustabile når regulatorforsterkningen K økes.

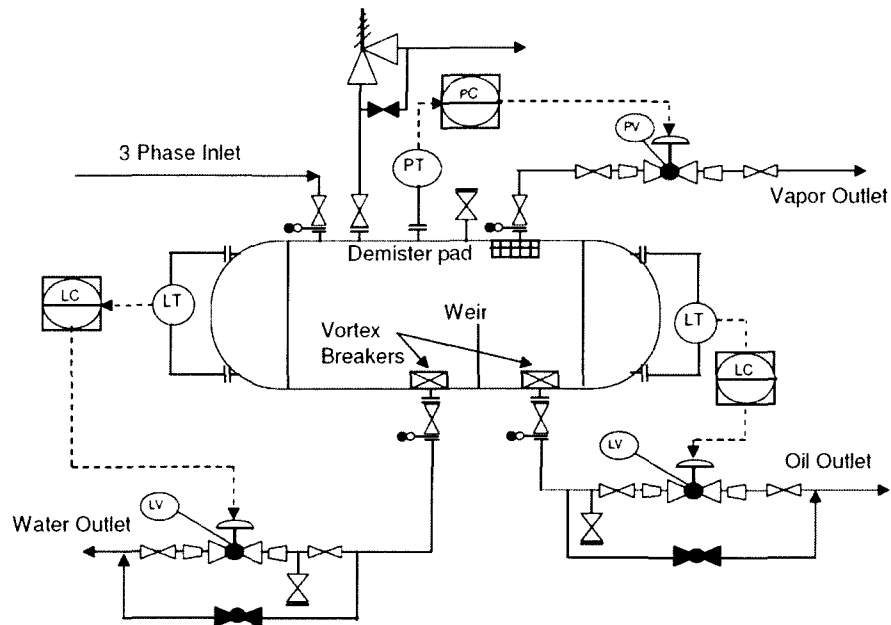
D. (6%)

Hva benyttes P&ID diagrammer til?

Beskriv 4 ulike instrumenter/pådragsorganer som er benyttet i figur 2.1.

I figur 2.1 ser man at det er flere reguleringsløyfer.

Beskriv kort 2 reguleringsløyfer som utfører forskjellige oppgaver i prosess-anlegget.

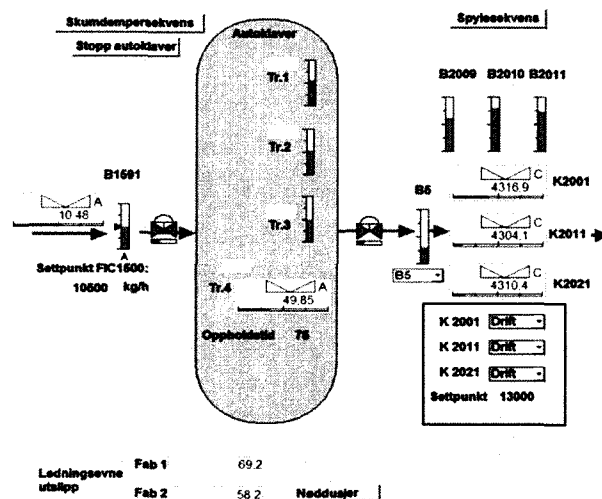


Figur 2.1 Dokumentasjon av et prosess-anlegg

E. (4%)

Figur 2.2 under viser et reelt HMI-bilde fra en operatør-stasjon i en nærliggende bedrift.

Forklar kort (gjærne med en punktliste) hva som anses som god design av slike prosess-bilder.



Figur 2.2 Skjerm-bilde fra operatørstasjon.

Oppgave 3. (26%)

A. (6%)

Du skal benytte en A/D-omformer for digitalisering av et måle-signal.

Hva er det som begrenser nøyaktigheten til A/D-omformeren?

Anta at du benytter en 16 bit A/D-omformer med målområde 0 til 5 Volt.

Du tester systemet med en spenning på 3.2 Volt.

Hvilken bit-verdi bør A/D-omformeren gi ut?

B. (5%)

Et måle-signal som skal digitaliseres har dominerende frekvenser mellom 0 og 150 Hz.

Hva bør samplingsfrekvensen være? Begrunn svaret.

For å unngå aliasfrekvenser velger man å benytte et alias-filter.

Hva slags type filter er et alias-filter?

Hva bør cut-off frekvensen være for et alias-filter i tilfellet beskrevet ovenfor?

Begrunn svaret.

C. (8%)

Fra matematikken er følgende uttrykk kjent for beregning av pi (π).

$$\pi = 4 \cdot \int_0^1 \sqrt{1-x^2} dx$$

Anta at du skal benytte Matlab eller et egenutviklet dataprogram for å beregne π med stor nøyaktighet etter uttrykket ovenfor.

Forklar hvordan metoden for rektangel-integrasjon kan benyttes for å beregne π .

Du trenger ikke skrive selve programmet, men vis/forklar hva metoden går ut på og hvordan beregningen må gjøres.

Hvorfor vil Simpsons metode normalt være bedre enn rektangelintegrasjon?

D. (7%)

Nedenfor er listet kode for en diskret PI-regulator.

```
uk = uk1 + kp*(1.0 + TS/TI)*avvik - kp*avvik1;
```

Forklar kort hvordan man lager slike programmerbare ligninger fra analoge uttrykk.

Påpek spesielt hvilke metoder/prinsipper som gjør dette mulig å utføre integrasjon og derivasjon numerisk.

Forklar hvilken betydning variablene i koden har.

Hvorfor må man begrense **uk** før verdien benyttes mot en prosess?

Oppgave 4. (15%)

A. (5%)

Ved programmering av PLS'er vil man vanligvis kunne benytte ulike Timere.

Forklar hvordan *Off-Delay Timer* virker?

Tegn en skisse som viser relasjonene mellom signalene inn og ut (tids-diagram).

NB! Noen funksjonsblokker som benyttes i PLS-programmering er kort beskrevet i vedlegget under punkt 3.

B. (10%)

I en liten industriprosess er følgende koblet opp mot en PLS.

- En startbryter og en stoppbryter som begge er normalt åpne logisk 0 når de ikke er berørt, men som gir logisk 1 når de holdes inne. De går automatisk til logisk 0 når de slippes, (touch-brytere) .
- To motorer som kan slås av og på.

Tabell 4.1 viser hvilken inn/utganger på PLS'en som benyttes med navn som du kan benytte for å løse oppgaven.

Du skal lage et PLS-program med *ladder* og/eller *funksjonsblokker* som gjør følgende:

Når startbryteren trykkes (startsignal) skal motor 1 kjøres i 2 minutter før den stoppes.

Når motor 1 stopper skal motor 2 kjøres i 4 minutter før den stopper.

Hvis stoppbryteren trykkes (stoppsignal) skal begge motorer stoppe umiddelbart.

Skriv/tegn programmet som løser oppgaven. Forklar kort hvordan ditt program løser dette.

Benytt funksjonsblokker som du mener er nødvendige.

	inngang	Utgang
Startbryter	Start	
Stoppbryter	Stopp	
Motor1		Motor_1
Motor2		Motor_2

Tabell 4.1 som viser hvordan inn- og utganger er navngitt i PLS'en

Vedlegg.

1. Ziegler-Nichols metode for justering av PID-parametre.

Regulatorstype	K	T _i	T _d
P	0.5 K _{krit}		
PI	0.45 K _{krit}	0.85T _k	
PD	0.65 K _{krit}		0.12T _k
PID	0.65 K _{krit}	0.5T _k	0.12T _k

2. Noen Laplace-transformasjoner.

f(s)	f(t), t ≥ 0
1. 1	δ(t), enhetsimpuls ved t = 0
2. $\frac{1}{s}$	u ₁ (t), enhetssprang ved t = 0
3. $\frac{1}{s^2}$	u ₂ (t) = tu ₁ (t), enhetsrampe
4. $\frac{1}{s^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} u_1(t)$, n er et positivt heltall
5. $\frac{1}{s} e^{-as}$	u ₁ (t-a), enhetsprang i t = a
6. $\frac{1}{s}(1 - e^{-as})$	u ₁ (t) - u ₁ (t - a), rektangulær puls
7. $\frac{1}{s+a}$	e ^{-at}
8. $\frac{1}{s(s+a)}$	$\frac{1}{a}(1 - e^{-at})$
9. $\frac{1}{(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{b-a}(e^{-at} - e^{-bt})$
10. $\frac{1}{(s+a)^2 + b^2}$	$\frac{1}{b} e^{-at} \sin bt$
11. $\frac{1}{s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2}$	$\frac{1}{\omega_0 \sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_0 t} \sin \sqrt{1-\zeta^2} \omega_0 t$
12. $\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	sinωt

3. Noen funksjonsblokker i PLS-programmering.

TOF

Description

This timer function block realizes an off-delay timing.

If the input IN changes from TRUE to FALSE, switching off is delayed for the time interval at input PT. After PT has passed, FALSE is issued at the output Q. The time which has already elapsed is indicated at the output ET.

TON

Description

This timer function block realizes an on-delay timing.

If the input IN changes from FALSE to TRUE, switching on is delayed for the time interval at input PT. After PT has passed, TRUE is issued at the output Q. The time which has already elapsed is indicated at the output ET.

F_TRIG

Description

This edge detection function block detects a falling edge. If a falling edge is detected at the input CLK, the output Q changes from FALSE to TRUE. Q remains TRUE until the next execution of the function block.

If the function block is called for the first time, Q is FALSE until the first edge is detected.