

Løsningsforslag til eksamen i

TTK4125 Datastyring, instrumentering og måleteknikk

20. mai 2011

Oppgave 1 Systemutvikling/UML (18%)

- a) Et use case er en "bruksmodus", dvs. en delmengde av systemets funksjonalitet som gjerne brukes samtidig, men mer eller mindre separat fra andre deler av funksjonaliteten. Alle use case til sammen (inkludert alle spesialtilfeller) omfatter hele systemets funksjonalitet.

Use case-modellering brukes under analysen av et (del)system for å skaffe oversikt over den nødvendige funksjonaliteten. Use case-perspektivet representerer en strukturert innfallsvinkel til dekomponering av systemets funksjonalitet med fokus på brukerne (aktørene), deres "behov" og begrepsapparat.

- b) Bare *scenario 1* er forenlig med tilstandsdiagrammet.

Oppgaven spør ikke om detaljer ut over dette, men for helhetens skyld gjengis her argumentene for svaret:

Scenario 1: Dette er et høyst uvanlig scenario i forbindelse med bensinfylling, men absolutt mulig. *Styring* starter i tilstand *klar* som angitt i oppgaven. Etter hendelsen *drivstofftype* går *Styring* over i tilstanden *venterPåPistol*, hendelsen *pistolUt* fører så systemet til tilstanden *pistolUte*, *undertilstand* *venterPåAvtrekker*. *Pistol_Inn* fører deretter til at systemet forlater superstilstanden *pistolUte* og går til tilstanden *klar*. De etterfølgende hendelsene (*pistolUt*, *avtrekkerInn* og *avtrekkerUt*) er ikke assosiert med noen transisjon ut fra tilstanden *klar*, så systemet blir værende i denne tilstanden ut scenariet.

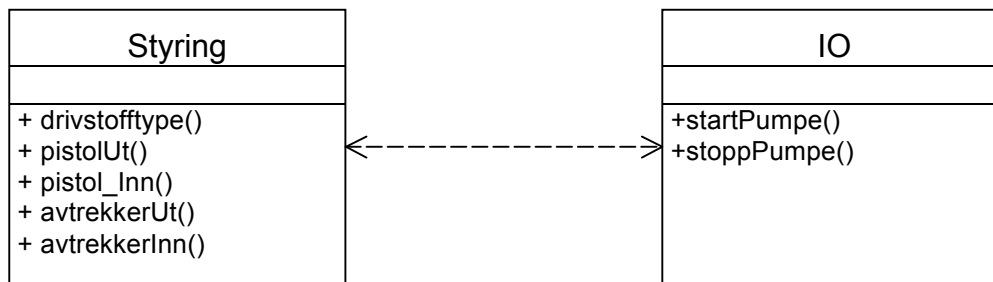
Scenario 2: Hendelsen *drivstofftype* fører oss til tilstand *venterPåPistol*. Påfølgende hendelse (*avtrekkerInn*) har ingen effekt. Hendelsen *pistolUt* fører nå til tilstand *pistolUte* med undertilstanden *venterPåAvtrekker*. Siden hendelsen *avtrekkerInn* ikke inntreffer etter dette, går systemet aldri til tilstanden *fyller*, derfor vil aldri aksjonen *startPumpe* bli iverksatt. Scenariet bryter derfor med tilstandsmaskinen.

Scenario 3: Hendelsen *pistolUt* inntreffer bare én gang, og dette skjer før systemet kommer til tilstanden *venterPåPistol*. Det er bare denne hendelsen som fører bort fra *venterPåPistol*, derfor vil systemet aldri forlate denne tilstanden. Dermed vil heller aldri *startPumpe* og *stoppPumpe* bli iverksatt. Ergo er scenariet ikke forenlig med tilstandsmaskinen.

- c) Når pistolen settes på plass, genereres hendelsen *pistol_Inn*. Dette fører systemet ut av supertilstanden *pistolUte* og derfor også ut av undertilstanden *fyller*. Det siste medfører at exit-aksjonen *stoppPumpe* iverksettes.

Riktig svar er derfor at *pumpa stopper umiddelbart*.

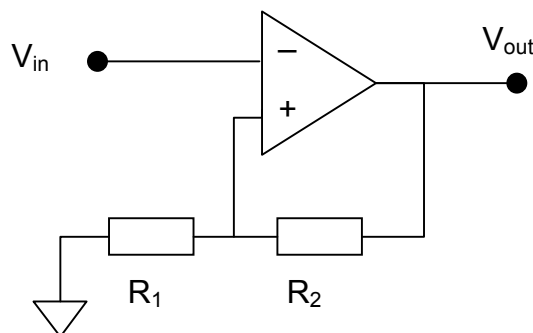
d) Forslag til klassediagram:



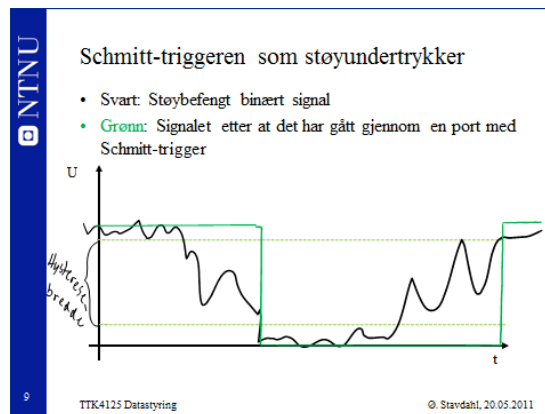
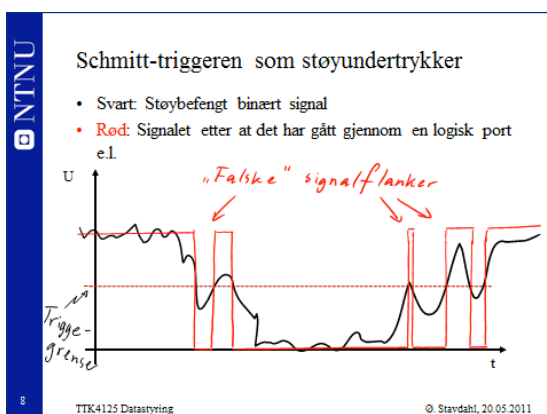
Kommentar: her er det også mulig å representere tilstandene i *Styring* eksplisitt. Dette kan gjøres på mange måter, og det gis full uttelling for dette så sant representasjonen benytter gyldig UML-syntaks.

Oppgave 2 Funksjonsenheter (16%)

a) Kretsskjema for Schmitt-trigger:



b) Figurene nedenfor viser hhv. Problemet og løsningen. Hysteresebredden gjør utgangssignalet immunt mot “falske flanker” forårsaket av støy som ligger innenfor hysteresebåndet. NB: Figurene har feil polaritet i forhold til kretsen ovenfor, som er en *inverterende* Schmitt-trigger.



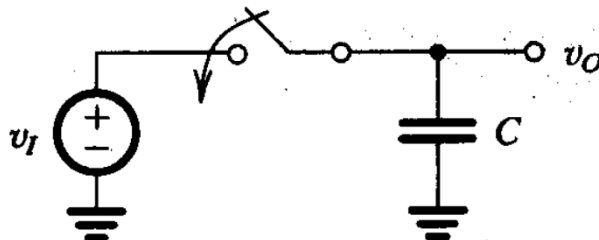
c) Prell er det fenomenet at kontaktene i en mekanisk bryter som lukkes (eller åpnes) kan “sprette” et antall ganger før de faller til ro, og på den måten slutte og bryte kretsen mer enn én gang.

- d) I denne oppgaven må en dels vise at en kjenner *forskjellene* på mekaniske og elektroniske signalbrytere, dels må en også ha en generell forståelse for hva som er *høye* og *lave* verdier.

	Elektromekanisk bryter (relé)	Elektronisk bryter (transistor)
Fysisk størrelse (<i>stor/liten</i>)	<i>Stor</i>	<i>liten</i>
Brytermotstand (motstand i sluttet tilstand) (<i>høy/lav</i>)	<i>Lav</i>	<i>Høy</i>
Brytermotstandens temperaturavhengighet (<i>stor/liten</i>)	<i>Liten</i>	<i>Stor</i>
Isolasjonsmotstand (motstand i åpen tilstand) (<i>høy/lav</i>)	<i>Høy</i>	<i>Høy</i>
Isolasjonsspenning (den høyeste spenningen som bryteren tåler over sine terminaler i åpen tilstand) (<i>høy/lav</i>)	<i>Høy</i>	<i>Lav</i>
Styreeffekt (effekten som trengs for å operere bryteren) (<i>høy/lav</i>)	<i>Høy</i>	<i>Lav</i>
Tiltrekningstid (<i>lang/kort</i>)	<i>Lang</i>	<i>Kort</i>

Oppgave 3 Analog-til-digital (A/D)-omsetting (16%)

- a) Kretsskjema for en typisk tast-og-hold-krets:



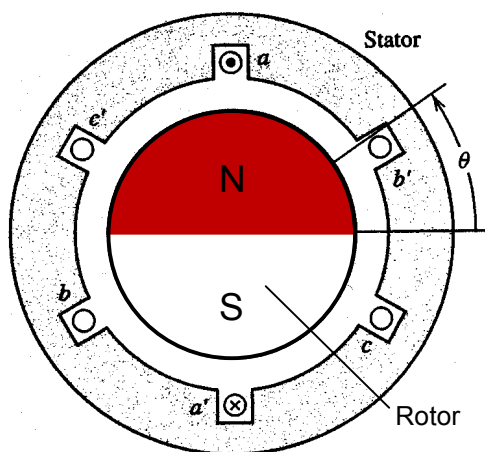
- b) T/H-kretsen brukes fordi det analoge signalet i prinsippet kan forandre seg kontinuerlig, og de fleste A/D-omsettere er avhengig av et konstant analogsignal for å produsere en meningsfull digital verdi.
- c) Innsvingningstid er tiden det tar fra et sprang oppstår på inngangen til T/H-elementet til spenningen over holdekondensatoren har svingt seg inn til riktig verdi (innen en gitt toleranse).
Innsvingningstiden er avhengig av holdekondensatorens kapasitans og bryterens resistans, som til sammen danner en tidskonstant.
- d) Dobbel-rampe-kretsen (dual slope converter) fungerer uten T/H-krets. Årsaken er at den integrerer inngangsspenningen, så det digitale resultatet vil representere gjennomsnittsverdien av inngangssignalet i det aktuelle tidsvinduet (integrasjonstiden).
Alternative riktige svar:
- - Servoomsetter – denne tregner bare å vite om signalnivået i det øyeblikket det “bestemmes” om det skal telles opp eller ned.

Oppgave 4 Produksjon og fordeling av elektrisk energi (16%)

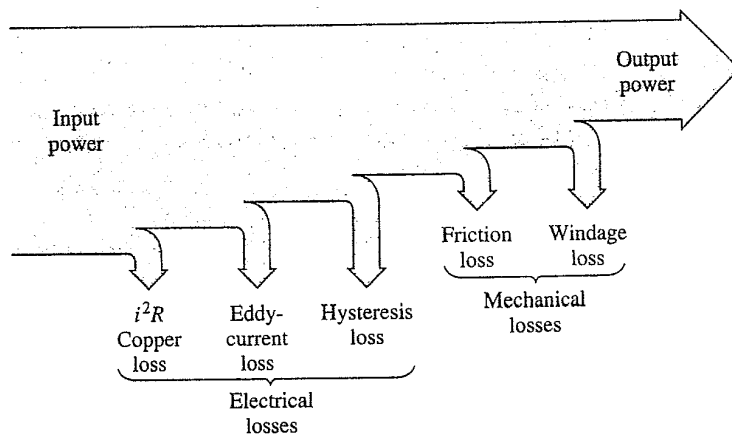
- a) Et vannkraftanlegg av høytrykkstype har typisk relativt liten vannføring og høyt trykk pga. stor høydeforskjell.
Et lavtrykksanlegg har tilsvarende liten høydeforskjell og derfor lavt trykk, men desto høyere vannføring.
- b) El-kraft produseres og distribueres som et trefasesystem av følgende grunner:
- Generatorene bygges enklest i trefase utførelse.
 - Det er teknisk-økonomisk optimalt å overføre den elektriske energien i et trefasesystem. Svært forenklet kan en si at ved å øke antall ledere fra 2 til 3, dvs 50%, klarer man å øke overføringsevnen for effekt med 73.2%.
 - Tre faser gir et konstant, ikke-tidsvarierende moment i elektriske motorer.
 - Større motorer må av tekniske årsaker bygges som trefase for å få tilstrekkelig ytelse.
 - Ved vekselretting er det ønskelig med mange faser på vekselspanningssiden, for å få en så glatt likespenning som mulig.
- c) I en trekantkoplet generator er fase- og linjespenning identiske. Linjespenningen er derfor på 230 V.
- d) Etter omkopling til stjernekonfigurasjon, er fasespenningen den samme: 230 V.
Linjespenningen er $\sqrt{3}$ ganger høyere, dvs. 400 V (eller mer nøyaktig: 398,4 V).

Oppgave 5 Motorer (18%)

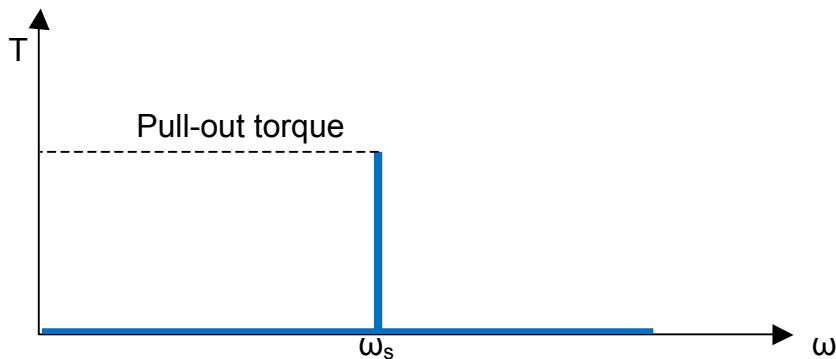
- a) En trefase synkronmotor med permanentmagnetisert rotor er skissert nedenfor (eksemplet viser en topolet motor). Virkemåte:
- De tre statorviklingene a, b og c påtrykkes trefasespenninger
 - Det resulterende statorfeltet roterer
 - Den magnetiske rotoren trekkes med dette roterende feltet rundt



Dersom lastmomentet varierer kan rotorens vinkel relativt statorfeltet variere rent transient, men stasjonært har alltid statorfelt og rotor samme vinkelhastighet.



- b) Synkronmotorens moment-hastighetskarakteristikk er skissert nedenfor. Størrelsen ω_s representerer synkronhastigheten (statorfeltets vinkelhastighet). Pull-out torque er det maksimale momentet motoren kan yte. Hvis lastmomentet overstiger denne verdien, faller maskinen ut av synkronisme og vil i prinsippet stanse.



- c) Synkronmotoren har ikke moment for andre hastigheter enn synkronhastigheten. Hvis vi påtrykker ordinære trefasespenninger på en stillestående motor, vil den derfor ikke starte. Løsninger:
- Benytte en ekstern hjelpemotor for å dra den i gang. Når motoren er synkron med strømforsyningen, koples den til denne. Lasten koples så til motoren via en clutch.
 - Integrere en asynkronrotor (squirrel cage, “dempeviklinger”) i synkronmotorens rotor. Motoren vil da starte som en asynkronmotor, og etter hvert som den oppnår synkronisme, koples synkronmotor-delen til strømforsyningen.
 - Benytte en frekvensomformer, og øke frekvensen (og dermed synkronhastigheten) gradvis fra en meget lav startverdi inntil ønsket arbeidspunkt.
- d) Figuren nedenfor viser de vanligste formene for effekttap i elektriske motorer. Oppgaven ber oss bare om å *angi* disse typene, og det er derfor ikke nødvendig å forklare tapsmekanismene ytterligere. Norske begreper: Koppertap, virvelstrømstap, hysteresetap, friksjonstap, vindtap.

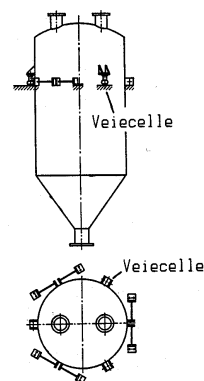
Oppgave 6 Instrumentering

- a) Et viktig moment er her at stein og grus ikke utgjør et “fluid”, men fast stoff, noe som utelukker nivåmåling via trykk eller oppdrift. Den ujevne overflaten utelukker tradisjonell lasermåling som angitt i figur 10.14 s. 210 i O. A. Olsens lærebok. Bruk av kapasitans og konduktans er tvilsomt, siden mediet i dette tilfellet trolig vil ødelgge måleutstyret – og siden vi ikke kjenner fuktigheten til mediet. De løsningene vi står igjen med, er da (NB: kun to av disse kreves):

Veieceller (figur 10.2 i OAO)

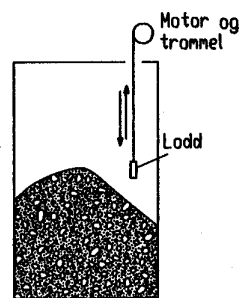
Nivåestimering via veiing krever at vi kjenner massetettheten til mediet, noe som er svært tvilsomt i dette tilfellet. Denne løsningen vil derfor ikke gi ful uttelling med mindre studenten eksplisitt antar at tettheten er kjent. Virkemåte:

- Antar kjent massetetthet
- Antar også at vekten av siloen/tanken er kjent
- Veier tanken med innhold
- Beregner nivå ut fra disse størrelsene.



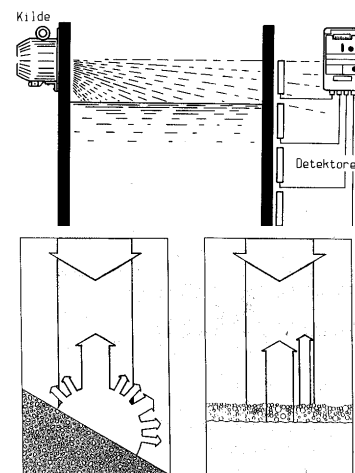
Loddsnor (figur 10.4 i OAO)

- Heiser loddet helt opp
- Heiser det ned igjen, detekterer når det når overflaten (reduksjon i snordrag)
- Nivået gitt av hvor langt loddet er senket idet det når overflaten.



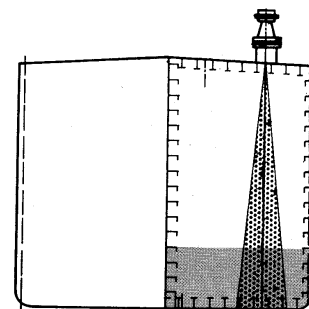
Radioaktivitet (figur 10.10 i OAO)

- Stråling sendes gjennom tanken fra et nivå over mediets overflate
- Strålingen dempes av mediet
- Detektorer på utsiden av tanken viser om de er over eller under mediets nivå



Ultralyd (figur 10.12 i OAO)

- Ultralydpulser sendes mot overflaten ovenfra
- En sensor registrerer ekkot fra overflaten
- Nivået er gitt av lydhastigheten samt tide fra utsendt puls til mottatt ekko.



Mikrobølger (figur 10.13 i OAO)

- Mikrobølger sendes mot overflaten ovenfra
- Antennen registrerer deretter ekkot fra overflaten
- Nivået er gitt av bølgehastigheten samt tiden fra utsendt puls til mottatt ekko. Alternativt kan en benytte frekvensrespons i kombinasjon med fouriertransform.

b) Det største problemet med motstandsmålere, er *selvoppvarming*. Motstand må i praksis måles ved å sende strøm gjennom komponenten, måle I og V, og benytte ohms lov til beregning av R. Dette gir en varmeutvikling i komponenten med effekt $P = I^2 R$, som medfører at måleelementet holder høyere temperatur enn mediet. Vi måler mao. en for høy temperatur.

Problemet reduseres ved å

- Sørge for god termisk kopling mellom medium og måleelement
- Holde R og I så lave som mulig

c)

	Motstandsmålere av metall	Motstandsmålere av halvledermateriale (termistorer)
Fysisk størrelse (<i>stor/liten</i>)	<i>stor</i>	<i>liten</i>
Følsomhet (temperaturkoeffisient) (<i>høy/lav</i>)	<i>lav</i>	<i>høy</i>
Båndbredde (responshastighet ved skiftende temperatur) (<i>høy/lav</i>)	<i>høy</i>	<i>høy</i>
Linearitet (<i>lineær/ulineær</i>)	<i>lineær</i>	<i>ulineær</i>
Temperaturområde (stort/lite)	<i>stort</i>	<i>lite</i>
Pris (<i>høy/lav</i>)	<i>høy</i>	<i>lav</i>

d) En magnetfeltbasert oksygenmåler benytter seg av at oksygen er sterkt paramagnetisk, dvs. det tiltrekkes av magnetfelt.

Figuren t.h. viser en prinsippskisse av en slik måler. Virkemåte:

- Prosessgassen passerer forbi to seller med hver sin varmetråd (anemometer)
- Jo mere oksygen gassen inneholder, jo mer av den trekkes inn i magnetfeltet i målesellen
- Anemometeret i målesellen kjøles mer enn det i referansesellen, og forskjellen i målerverdier viser hvor mye oksyngengass mediet inneholder.

