

Løsningsforslag

Eksamen

i

TTK4125

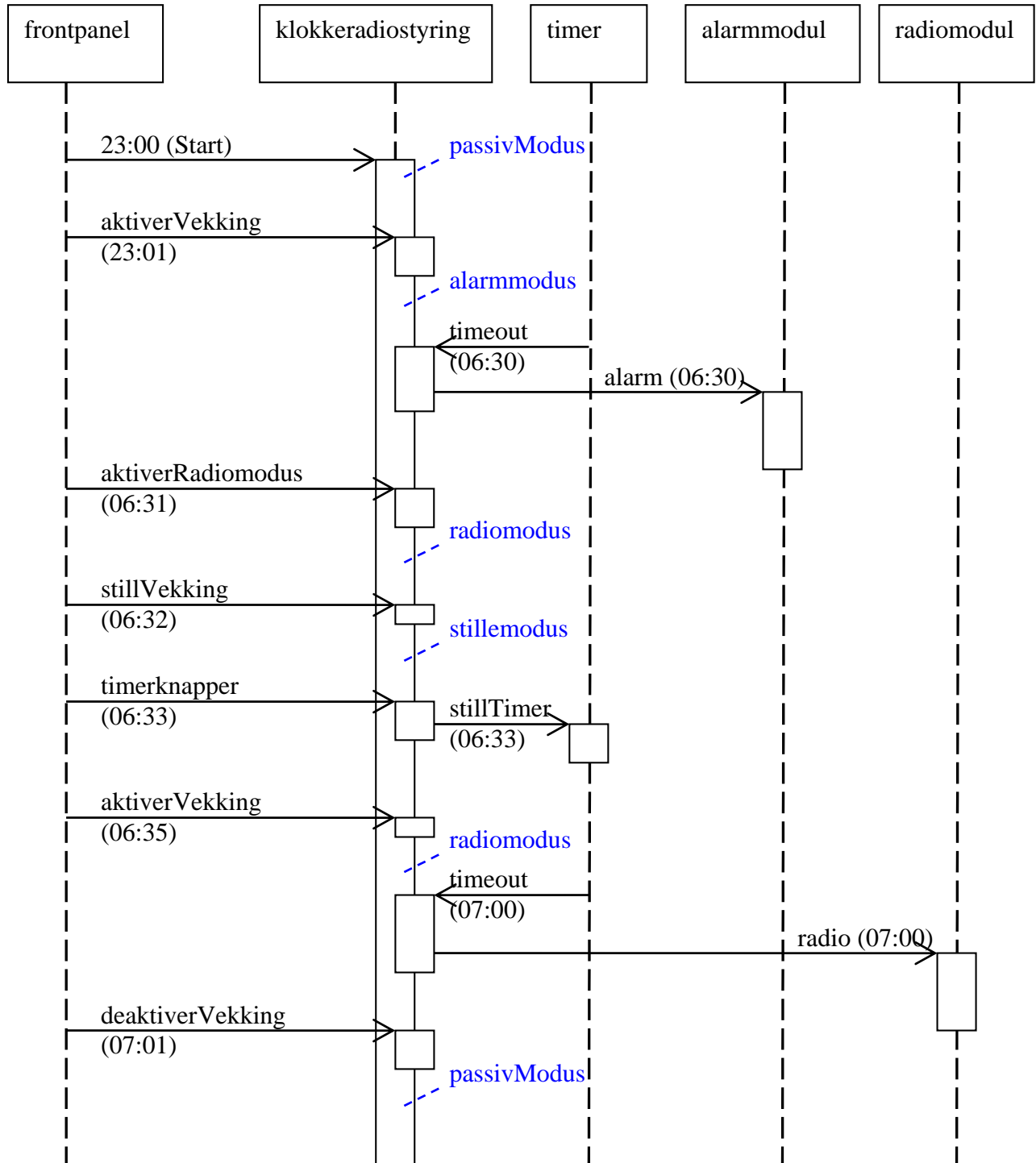
Datastyring, instrumentering og måleteknikk

31. mai 2007

kl 9:00 – 13:00

Oppgave 1: Systemutvikling med UML

- a) NB: Angivelsen av tilstand for modulen Klokkeradiostyring er ikke UML-syntaks, og er kun tatt med her for oversiktens skyld.



Oppgave 2: C-programmering

- a) Hindre unødvendig prosessering av headerfiler mer enn en gang og løse opp i sirkulær inkludering av headerfiler.
- b) `g_i` og `g_k` hører ikke hjemme siden de *definerer* variable. I utgangspunktet vil en lage en ny variabel hver gang headerfilen inkluderes, noe som for `g_k` sin del vil føre til lenkefeil. Linjen med `g_i` vil compilere, men alle modulene vil aksessere *sin egen* instans av variabelen. Dette var sannsynligvis ikke meningen, (siden definisjonen er i en headerfil,) og det vil lede til at programmet ikke gjør det det var tenkt til.
- c) En deklarasjon gir ikke opphav til kode - det er bare en melding til kompilatoren om at noe finnes (et annet sted/i en annen compilation unit).
- d) Funksjonen returner en peker til stacken - til en lokal funksjonsvariabel. Den returnerte pekeren er ikke gyldig når funksjonen har returnert. Den kan ha blitt overskrevet før den blir brukt, eller den kan overskrive noe annet hvis den blir skrevet til... Dette kan gi opphav til nesten alle rare symptomer i et C-program.

Oppgave 3: Instrumenteringsforsterker

- a) **Første trinn:** OA1-2, R_c , R_a og R_b .
Hensikt: gi stor inngangsimpedans (for å ikke belaste kildens utgangsimpedans og dermed gi signalfeil).
Virkemåte: Signalet koples rett til op-amp'enes innganger, som har svært stor impedans.
Motstanden R_c er i praksis ekstern, og kan settes for å gi hele forsterkeren en spesifisert differensiell forsterkning. Derfor kan første trinn også sis å ha til hensikt å skalere signalet.)

Andre trinn: R , R og OA4.
Hensikt: "Beregne" eller avlede common mode-spenningen V_{cm} som kan brukes til å øke common mode-immuniteten.
Virkemåte: V_{cm} ligger midt mellom V_a og V_b , ergo vil spenningsdelingen R - R produsere V_{cm} . Denne bufres med OA4, og utgangen koples til signalskjermen (ikke vist i figuren) for å unngå kapasitive strømmer forårsaket av variasjoner i V_{cm} .

Tredje trinn: R_1 - R_4 samt OA3.
Hensikt: Forsterke opp nyttesignalet (dvs. det differensielle signalet).
Virkemåte: Dette trinnet er en tradisjonell differensialforsterker, som primært forsterker opp $(V_a - V_b)$ og undertrykker V_{cm} .

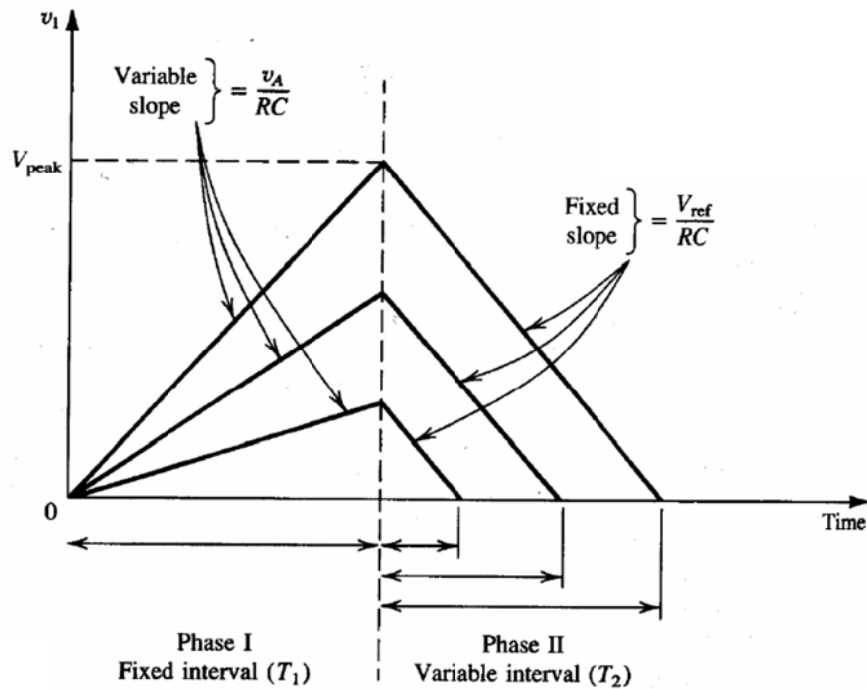
Relevante forhold utenfor kretsen:

1) Høy inngangsimpedans er nødvendig fordi vi har *impedans i sensor og overføringslinjen*. (Lav inng. imp. vil gi strøm i linjen, som igjen gir spenningsfall og feil i signalet. NB: dersom de to ledningene har ULIK impedans, vil common mode-spenning gi ulikt spenningsfall og dermed bli til en differensiell feilkilde.)

2) (Relatert til andre trinn) Signallederne kan ha ulik koplingskapasitans til jord og støykilder, noe som "induserer" differensiell feilspenning i lederne. Ved å kople common mode-spenningen (fra forsterkeren) til skjermen, vil CM-spenningsendringer ikke føre til strømmer i koplingskapasitansene mellom ledere og skjerm, og dermed unngår vi CMRR-svekkelsen.

Oppgave 4: A/D- og D/A-omsettere

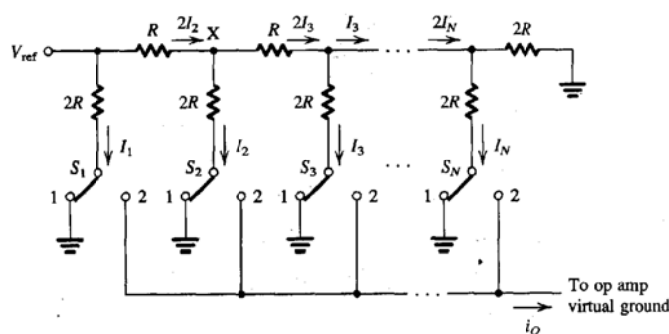
a) Figur:



Virkemåte:

Inngangssignalet koples til en integrator, som integrerer signalet fra initialverdien 0 i et gitt tidsintervall. Ved slutten av dette intervallet vil integratoren ha en verdi proporsjonal med inngangssignalet. Integratoren koples så til en kjent negativ spenning, og en måler tiden det tar å integrere signalet ned til null. Denne tiden er proporsjonal med inngangssignalet.

b) R-2R-stigenettverk: Figur:



Virkemåte:

- Hver vertikale grein leder en strøm som er dobbelt så stor som nabogreina til høyre.
- Hver bryter er styrt av ett bit i det binære ordet D som skal D/A-omsettes
- Hver bryter ruter denne strømmen enten rett til jord eller til op-ampens virtuelle jord (minus-inngang).
- Summen av strømmene til virtuell jord blir dermed proporsjonal med D .
- Op-ampens utgangsspenning er proporsjonal med denne strømmen, og derfor med D .

Hvorfor foretrukket:

Et binærvektet stigenettverk har motstandsverdier som dekker et meget vidt intervall, og derfor er vanskelige å "matche" i praktiske produksjonsprosesser.

R - $2R$ -nettverket inneholder bare to ulike motstandsverdier, der den ene ($2R$) kan konstrueres ved å seriekople to av de andre (R), dvs. bare én eneste verdi må produseres. Dette er mye enklere å få til med den nødvendige presisjon.

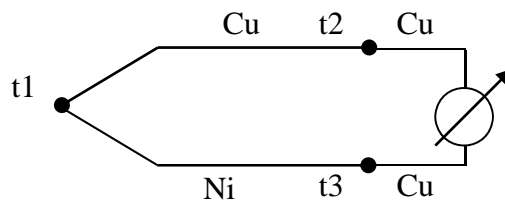
Oppgave 5: Temperaturmåling

- a) O. A. Olsen, side 214.
Å oppnå god termisk kontakt med måleobjektet er det viktigste problemet.
- b) O. A. Olsen, side 218- 220.
- *Motstanden i elementet i måleren endrer seg* som en funksjon av temperaturen.
 - To vanlige metaller: *platina og nikkel, kobber*.
 - Viktige **feilkilder** er
 - *Selvoppvarming*. For å måle resistansen må det gå strøm i elementet. Dette kan medføre at elementet varmes opp. Spesielt er dette viktig når varmeovergangen mot mediet er dårlig, som for eksempel i stillestående luft.
 - Ved høye temperaturer kan *isolasjonen begynne å lede strøm*. Dermed vil det måles feil motstandsverdi.
 - Stråling fra varme objekter i nærheten.
- c) O. A. Olsen, side 220.
Fordeler:
- Langtidsstabile,
 - kan lages svært små,
 - kort tidskonstant,
 - stor temperaturkoeffisient,
 - stor oppløsning.

- billige

Ulemper:

- Spredning (enheter som er laget på samme måte har ulik karakteristikk),
 - Ulineære,
 - begrenset bruksområde: -100- 200°C (i forhold til for eksempel termoelement).
- d) Mellom to metaller som bringes i kontakt oppstår det et kontaktpotensiale som er avhengig av metallene og temperaturen i kontaktpunktet.
- e)



O. A. Olsen, side 222:

$$u = (\alpha_K - \alpha_N)t_1 + (\alpha_K - \alpha_N)t_2 - (\alpha_K - \alpha_N)t_3 = (\alpha_K - \alpha_N)(t_1 - t_3)$$

- f) O. A. Olsen, side 228:
Totalstrålingspyrometer er kalibrert mot et svart legeme (emmitans = 1).
Pyrometeret vil derfor måle for lav temperatur dersom måleobjektet ikke har svart overflate fordi objektet da stråler mindre.

Oppgave 6: Elektromagnetisme

- a) Avstand mellom lederne er $r=1\text{m}$. Bruker Ampères lov for å beregne feltintensiteten i avstand r fra lederen som fører 1A:
- Omkretsen blir $O = 2\pi r = 2\pi \text{ m}$
 - $O H = i = 1\text{A} \Rightarrow H = 1/(2\pi) \text{ A/m}$
 - Dette gir $B = \mu_0 H = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ der fluksen fra 1A-lederen treffer 10A-lederen.
- b) Kraften på 10A-lederen blir da:
 $f = i \cdot l \cdot B = 10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 10^{-7} \text{ N} = 2 \mu\text{N}$

Bruk av høyrehåndsregelen to ganger (først for å finne retningen på feltet fra 1A-lederen ved 10A-lederen, deretter for å finne kraften forårsaket av dette feltet og 10A-strømmen) viser at kraften er **tiltrekkende**.

Oppgave 7: Motorer og motorstyring

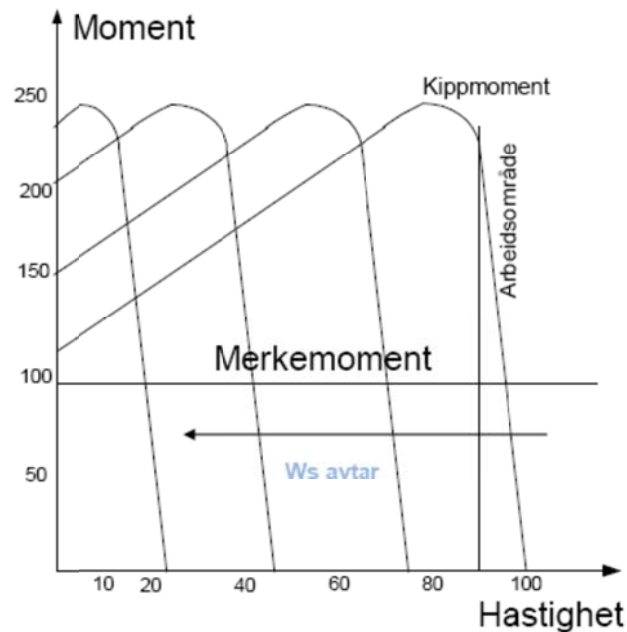
- a) Frekvensomformerer består av
- 1 en **likeretter** som gjør om (én- eller trefaset) vekselspanning eller – strøm til likespenning eller – strøm,

- 2 en **mellomkrets** som er induktiv for "strømmatede" og kapazitiv for "spenningsmatede" frekvensomformere, og har til hensikt å **glatte** hhv. spenning eller strøm i mellomkretsen, og
 - 3 en **vekselretter** som "hakker opp" likespenningen (-strømmen) til vekselspenning (-strøm) med ønsket amplitude og frekvens. Vekselretteren har typisk trefase-utganger, men kan i prinsippet også ha én fase.
- b) Asynkronmotorens moment-hastighetskarakteristikk øker mot høyre inntil kippmomentet er nådd, deretter avtar den raskt. Som Figur 1 nedenfor viser kan en frekvensomformer "flytte" karakteristikken langs hastighetsaksen. Dermed kan vi **belaste motoren helt opp mot kippmomentet over hele hastighetsområdet**.
- c) Begrepsforklaringer:
- **Synkronhastighet** er (rotasjons-)hastigheten til det roterende feltet, typisk statorfeltet, i en vekselstrømsmaskin.
 - **Sakking** er det fenomenet at rotoren i en asynkronmaskin vil gå langsommere enn (dvs. sakke i forhold til) synkronhastigheten. Hvis w_s er synkronhastigheten og w_m er rotorens mekaniske vinkelhastighet, er sakking definert som

$$s = (w_s - w_m)/w_s$$
 - **Elektrisk vinkel** refererer til fasevinkelen til det roterende statorfeltet, der det er 180 "elektriske grader" mellom nabopoler. Dersom statoren har p poler, forsyningsspenningen har en elektrisk frekvens på w_e og det roterende feltet har en mekanisk vinkelhastighet på w_m , vil vi ha at

$$w_e = w_m \cdot p/2$$
 Tilsvarende vil den mekaniske vinkelen T_m til statorfeltet være gitt av den elektriske fasevinkelen T_e gjennom sammenhengen

$$T_e = T_m \cdot p/2$$
 - **Mekanisk vinkel** er den faktiske vinkelen til statorfeltet, dvs. retningen til den roterende B-vektoren. Se forrige avsnitt for sammenhenger mellom elektrisk og mekanisk vinkel(-hastighet). (I en motor med p poler der $p > 2$, vil vi ha $p/2$ B-vektorer som peker "hver sin vei". Det er da mer naturlig å snakke om mekanisk vinkel*hastighet*, som er den tidsderivate av den mekaniske vinkelen.)



Figur 1 Moment-hastighetskarakteristikk(er) for asynkronmotor.

Oppgave 8: Transmisjonslinjer

- Transmisjonslinjeteori er nødvendig **når linja (grovt sett) er lengre enn den korteste bølgelengden** i signalene som går der.
- Refleksjonskoeffisienten viser hvor stor fraksjon av innkommende bølger som reflekteres tilbake, og fortegnet til den reflekterte bølgen (relativt fortegnet til den innkommende). Ingen refleksjoner betyr at refl.koeffisientene i begge ender må være lik null, dvs. $Z_s = Z_l = Z_0$.

Oppgave 9: EMC

Figur 2 2 viser et system som er delt opp i generaliserte skjermsoner. Hver sone har signalledninger og jordforbindelse. Selve koblingene gjennom skjermene er maskert vekk på figuren med en hvit stiplet lapp.

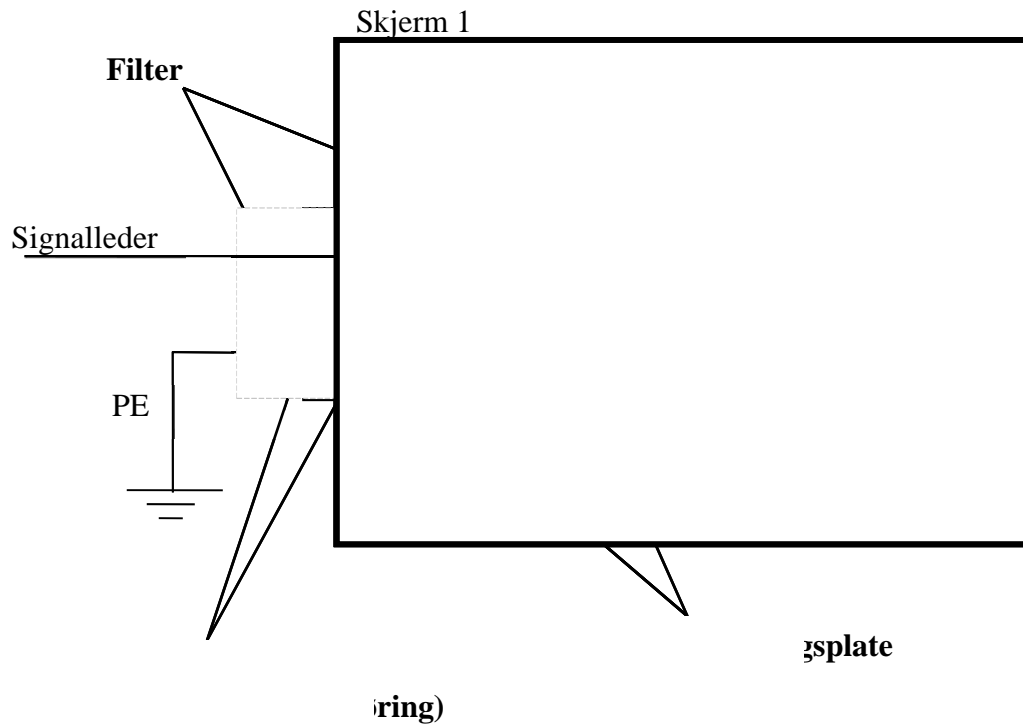
- Filter, plate, jording.
- Filter:** Begrenser støyen eller avleder den til yttersiden av sonen. (NB Filteret kan eventuelt stå på innsiden av en sone.)

Innføringsplate: En forsterkning av skjermen som har god ledningsevne til å avlede all parasittstrøm som følger kablene (hvirvelstrømmer). Til inngangsplaten koples ekstern jord, alle filtre og kabelskjermer. Felles jordingspunkt.

Jord: Referansepunkt. Jording tillates kun innenfor egen sone, IKKE gjennom sonegrenser.

- Hensyn ved valg av utstyr innen en sone:

- Utstyret innen en sone må ikke forstyrre miljøet i sonen mer enn opp til de grenseverdier som er satt. (Ikke mer enn det andre utstyret i sonen tåler.)
- Utstyret må tåle de påkjenningene som er karakteristiske ved disse grenseverdiene.



Figur 2: System med generaliserte skjermsoner