

# Løsningsforslag til kontinuasjonseksamen i

## TTK4125 Datastyring

9. August 2014

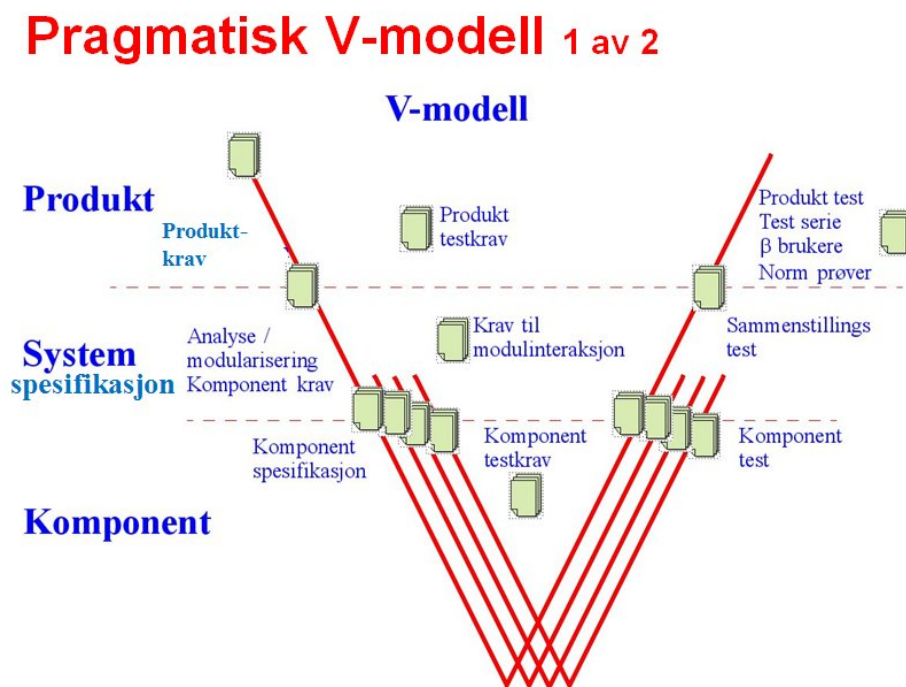
### Oppgave 1 Utviklingsmetodikk, UML og C (12%)

a) Skisser V-modellen (evt. den "pragmatiske V-modellen").

Gi en kort forklaring der du beskriver hvilke dokumenter som inngår og hva som er fordelene med å bruke denne modellen.

Svar:

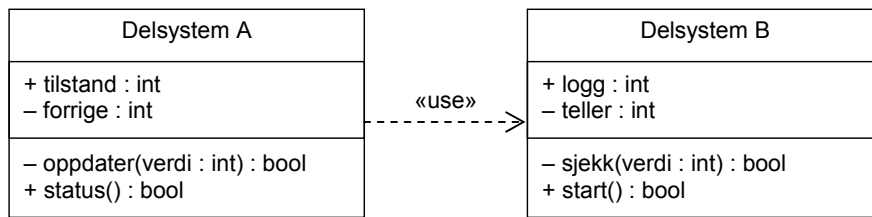
Dokumentene fremgår av figuren under:



Hva gir V-modellen (fordeler):

- Et verktøy for systematisk produktfremtaking
- En felles utviklingsmåte, noe som letter kommunikasjonen internt
- Produkter som er spesifisert i korte etterprøvbare punkter
- Avtalte, utvetydige akseptansekrav
- Metodikk for å sikre at kundens krav blir implementert
- En sporbarhet mellom arbeidsmoduler

- b) **Beskriv hvilke funksjoner og variabler som skal være synlige fra hver av funksjonene i klassediagrammet nedenfor:**



**Hvilke mekanismer i programmeringsspråket C er godt egnet til å implementere modulariseringen (oppdelingen), avhengigheten og synligheten som dette klassediagrammet beskriver?**

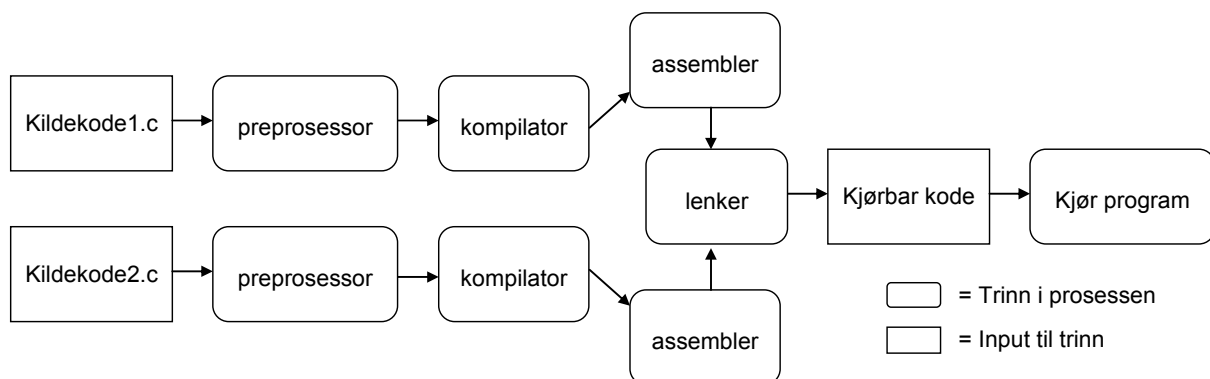
Variablene og funksjonene merket "+" er synlige fra alle funksjoner i egen modul og andre moduler med tilgang til denne (eks.: H har tilgang til B, men ikke omvendt), de merket "-" er kun synlige fra samme modul/delsystem. Besvarelse som lister opp spesifikt hva som er synlig hvorfra gis full uttelling.

Modulariseringen kan implementeres ved oppdeling i 2 kildekodefiler (delsystemA.c og delsystemB.c) som kompiles hver for seg.

Funksjoner og variable som skal være synlige (+) utenfor modulen, bør deklarerer i en header-fil for modulen. Avhengigheten merket «use» implementeres da ved å inkludere delsystemB.h i delsystemA.c. Funksjoner og variabler som skal være usynlige (-) utenfor modulen, bør deklarerer med static i C-filen.

- c) **Prosessen for å lage et program (fil med kjørbare kode) fra filer med kildekode kan deles i flere trinn med egne verktøy for hvert trinn. Verktøyene assembler, kompilator, lenker og preprosessor inngår i den klassiske verktøykjeden for programmeringsspråket C. Beskriv rekkefølgen verktøyene må kjøres for å gjennomføre hele prosessen, og hvilke verktøy som må kjøres én gang per fil med kildekode. Oppgaven kan besvares ved å tegne inn alle trinn i en figur tilsvarende den som er påbegynt nedenfor.**

Svar:

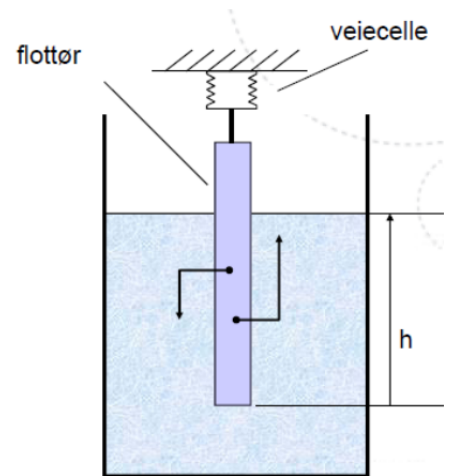


## Oppgave 2 Nivåmåling (20%)

### a) Oppdrift

**Virkemåte:** En flottør (legeme med annen masstetthet enn mediet) står delvis nedsenket i mediet, og flottørens oppdrift måles med en kraftmåler/veiecelle. Når mediets nivå varierer, variere også tyngden av det volumet som flottøren fortrenger, noe som iflg. Archimedes' lov gir tilsvarende variasjon i flottørens oppdrift. Oppdriften er derfor et uttrykk for nivået.

**Begrensning:** prinsippet kan bare brukes for måling av nivå i væsker.



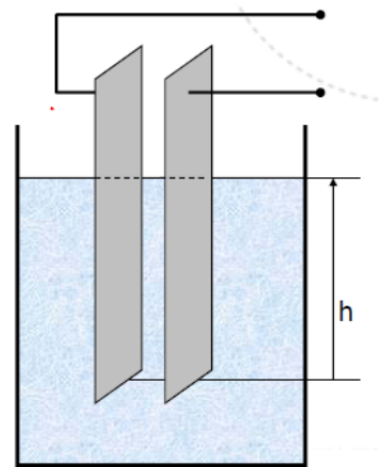
### b) Kapasitans

**Virkemåte:** et medium fyller deler av et elektrodegap. Kapasitansen mellom elektrodene er da oftest en funksjon av nivået.

**Begrensning:**

Mediet må ha en annen dielektrisitetskonstant enn luft (dette er stort sett oppfylt).

I det angitte caset kan vi dessuten forvente varierende dielektrisitetskonstant på grunn av forurensninger i vannet. Denne måleteknikken er derfor trolig lite egnet i dette tilfellet.



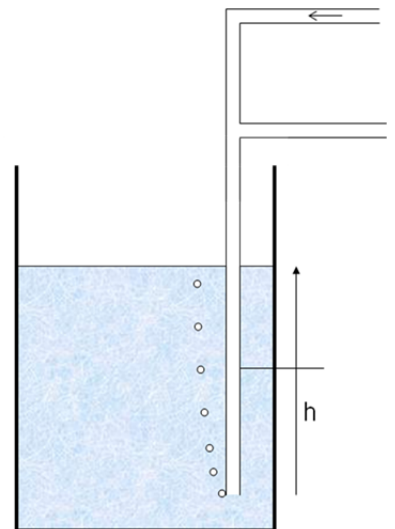
### c) Boblerør

**Virkemåte:** Et rør plasseres i mediet med nedre åpning i en fast, kjent dybde. Luft bobles sakte ut gjennom røret. Lufttrykket i røret tilsvarer da væsketrykket ved den nedre røråpningen; denne størrelsen kan måles som et gasstrykk utenfor tanken.

**Begrensninger:**

Kun for væsker.

Uegnet i lukkede tanker pga. gassopphopning.



d) Ultralyd

Virkemåte:

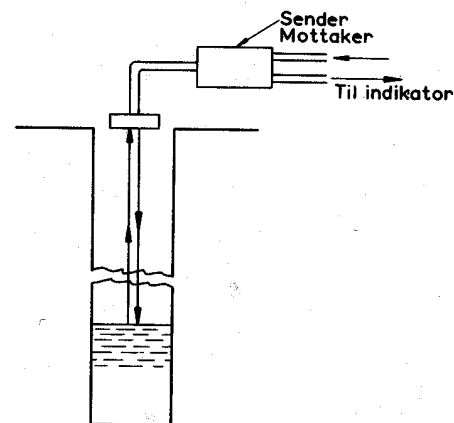
Lydpulser sendes ned mot mediets overflate, ekkot fra overflaten registreres. Med kjent lydfart kan nivået beregnes ut fra ekkots tidsforsinkelse.

Begrensninger:

Multiple lydrefleksjoner kan gi feil transmisjonstid og dermed feil nivåmåling.

Ujevn overflate gir kompliserte refleksjonsforhold – avansert signalbehandling/unøyaktig måling.

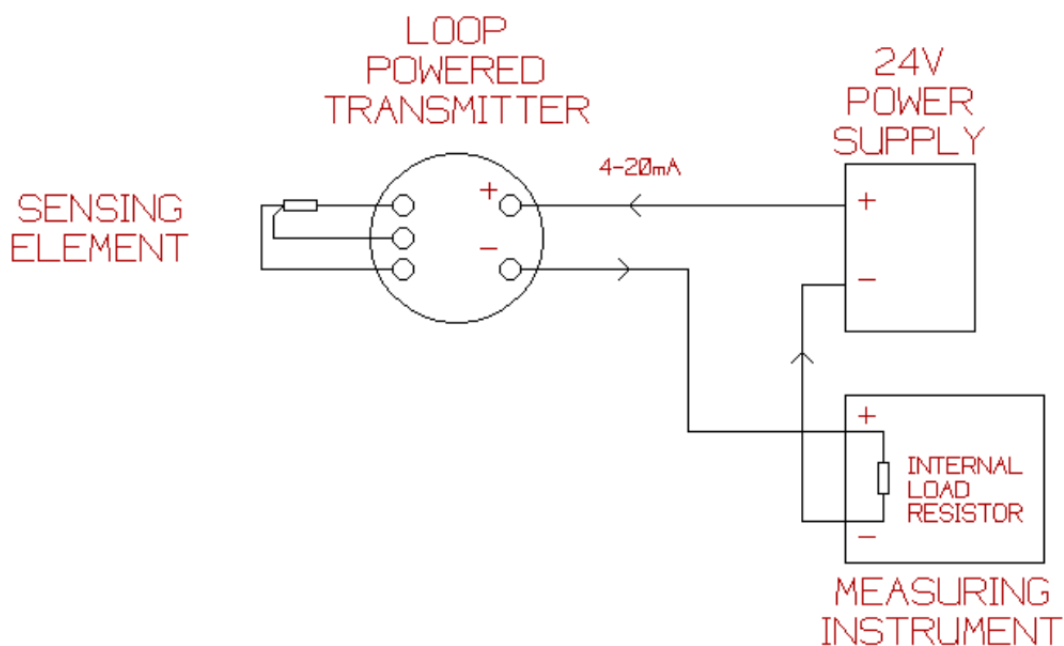
Lydhastigheten varierer med temperatur, fuktighet m.m.



### Oppgave 3 Strømsløyfe (10%)

- a) Skisser en sløyfe matet med 24 volt, og vis elementene som inngår. Angi spenningsfallene rundt sløyfa og beskriv hvor spenninga som "blir til overs" blir av.

Figur fra kompendium viser sløyfas topologi og komponenter:



Det vil være et spenningsfall (på f.eks. 1-5V) over "internal load resistor" i "measuring instrument" og litt av spenningen vil også bli borte som tap i linjene. Resten vil være over transmitteren ("loop powered transmitter").

En del av spenningsfallet over transmitter er forsyningen til elektronikken, mens den resterende (variable) andelen er "spenningen som blir til overs".

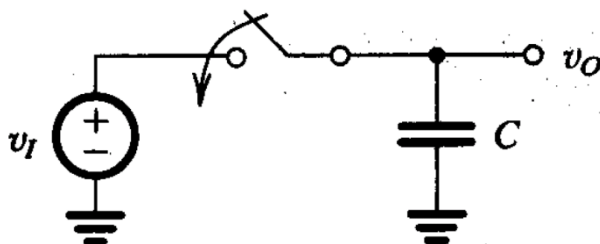
- b) Som vanlig skal strømsignalet omgjøres til et spenningssignal på mottakersiden. En ønsker at denne spenningen skal være på maksimum 6 V. Beregn komponentverdi(er) for sløyfen i oppgave a) slik at dette kravet er oppfylt.

Kun lastmotstanden må beregnes, dette gjøres ved Ohms lov:

$$R = U_{\max}/I_{\max} = 6 \text{ V}/20 \text{ mA} = 300 \Omega.$$

## Oppgave 4 Tasting, kalibrering og DA-omsetter (30%)

a) (3%) Kretsskjema for en typisk tast-og-hold-krets:



- b) (3%) 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) Nivå ( $h$ ) 1-5 m tilsvarer strømmen ( $i$ ) 4-20 mA i strømsløfa. Dette tilsvarer

$$h/i = 5 \text{ m}/20 \text{ mA} = 250 \text{ m/A}.$$

Videre kan spenningen  $u$  over målemotstanden uttrykkes som

$$u/i = 300 \text{ V/A}$$

noe som gir

$$h/u = (h/i)/(u/i) = (250 \text{ m/A}) / (300 \text{ V/A}) = 830 \text{ mm/V}$$

- e) En AD-omsetter representerer en analog størrelse som ett av flere diskrete kvantiseringsnivåer. Kvantiseringsfeil er forskjellen mellom den faktiske analoge verdien og den diskrete verdien den blir tilordnet etter AD-omsettingen.
- f) Fra oppgave d) har vi at spenningssignalet tilsvarer et vannivå på 830 mm/V. En maksimal feil på 5 mm tilsvarer da

$$d = 5 \text{ mm} / 830 \text{ mm/V} = 6 \text{ mV}$$

Vi ønsker at  $\frac{1}{2}$  LSB i omsetteren maksimalt skal ligge på denne verdien, og får dermed:

$$\frac{1}{2} \text{ LSB} \leq 6 \text{ mV}$$

$$1 \text{ LSB} \leq 12 \text{ mV}$$

1 LSB tilsvarer en  $2^n$ -del av maksimalt arbeidsområde, som er 10 V. Dette gir:

$$2^{-n} * 10 \text{ V} \leq 12 \text{ mV}$$

$$-n \leq \log_2(12 \text{ mV}/10 \text{ V}) = \log_2(0,0012)$$

$$n \geq 9,7$$

Vi må derfor velge en AD-omsetter med minst 10 bits oppløsning.

## Oppgave 5 Elektriske motorer (16%)

- a) Her er det avgjørende å kunne kjøre motoren begge veier. Det er derfor nærliggende å velge en permanent- eller fremmedmagnetisert motor, da disse kan reverseres ved å skifte polaritet på ankerspenningen.

Stor lastfriksjon kan peke i retning av en seriemotor, da den har stort startmoment. Serie- og parallellmotoren kan imidlertid ikke reverseres uten ekstra kopplingslogikk, så de er dårligere egnet her.

- b) Kwartbroen kan kun kjøre motoren i en retning, og er derfor uaktuell her.

Halvbroen kan kjøre motoren begge veier, men ankerspenningen (og dermed moment og hastighet) vil være halvert ift. den tilgjengelige kraftforsyningens spenningsnivå fordi potensialet GND (typisk) ligger midt mellom  $V_{dd}$  og  $V_{cc}$ .

Helbroen kan både kjøre motoren begge veier og gir fullt spenningsintervall. Ulempen er en noe mer kompleks krets.

- c) Transistorkretser svitsjes for å spare energi; en halvåpen transistor har en resistans  $R$  som forbrenner effekten  $P=I^2R$ , der  $I$  er strømmen gjennom transistoren. En helt åpen transistor har (ideelt sett)  $R=0$ , mens en lukket transistor gir  $I=0$ . I begge tilfellene får vi  $P=0$ .

For å påtrykke motoren spenninger i intervallet mellom metningsgrensene kan vi f.eks. bruke pulsbreddemodulasjon, og variere signalets duty cycle  $d$ . Med positiv spenningsforsyning på  $V_{cc}$  vil motoren da se spenningen  $d \cdot V_{cc}$ . Pådragets polaritet bestemmes ved å velge hvilke transistorer som til enhver tid åpnes/moduleres.

- d) Motorer er oftest induktive, og motsetter seg derfor momentan strømindring. Når vi svitsjer energiforsyningen til en slik last, må vi sørge for at strømmen har en alternativ vei å gå hver gang vi åpner den ordinære kretsen, ellers vil motorens selvinduktans medføre en spenningspuls som skaper gjennomslag i transistoren og kan ødelegge den.

Dette løses ved å kople dioder rundt lasten. Når en transistor bryter en del av kretsen, vil tilhørende diode tillate strømmen å gå videre inntil all lagret energi er omsatt til varme i kretsens ohmske komponenter.

## Oppgave 6 Kraftforsyning (12%)

- a) For å redusere det ohmske effekttapet i overføringslinjene benyttes høyspenning. Transformatorer er nødvendige for å transformere spenningen opp før overføring og ned igjen til et brukbart nivå hos forbruker.

Teoretisk:

Gitt linjeresistans  $R$ . Da er effekttapet i selve linja gitt ved  $P_R=I^2R$ , der  $I$  er strømmen som går i linja. Med konstant overført effekt  $P=UI$ , der  $U$  er linjespenningen, vil høyere spenning føre til lavere strøm, noe som gir redusert ohmsk tap.

- b) TN-S-nettet bruker separate linjer for nøytralleder (N) og sikkerhetsjord (PE). I dette tilfellet må PE-lederen koples til koblingsskapet («Utsatte deler» i figuren):

