

Institutt for teknisk kybernetikk

Eksamensoppgave i TTK4125 Datastyring

Faglig kontakt under eksamen: Øyvind Stavdahl

Tlf.: 930 59 363

Eksamensdato: 5. August 2013

Eksamenstid (fra-til): 15:00-19:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C

- **Kernigan & Richie, The C programming language**
- **Fowler, UML Distilled, 3rd edition**
- **Typegodkjent kalkulator**

Annen informasjon:

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 6 inkludert denne

Antall sider vedlegg: 0

Kontrollert av:

Dato

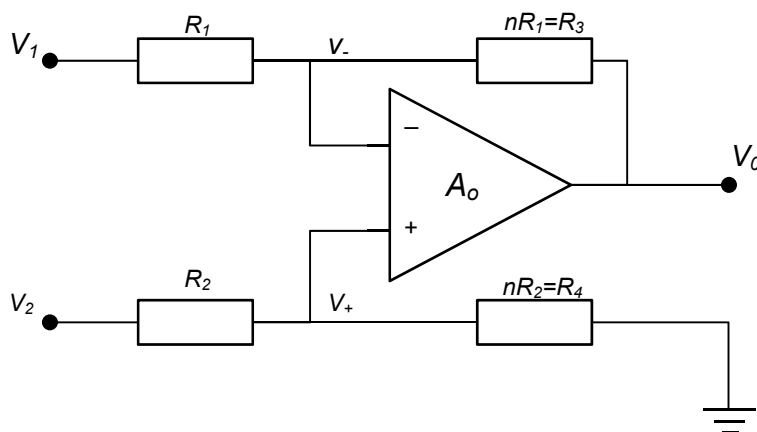
Sign

Oppgave 1 Systemutvikling og UML (10%)

- a) Begrepet sporbarhet er relevant i forbindelse med produkt- og systemutvikling. Forklar kort hva som ligger i dette begrepet, hvorfor det er viktig, og hva vi kan gjøre for å sikre sporbarhet i et systemutviklingsprosjekt.
- b) Klassediagrammet, tilstandsdiagrammet og det overordnede kommunikasjonsdiagrammet kan samlet sies å modellere hele egenskapsrommet til et hendelsesdrevet («*event-drevet*») sanntidssystem. Angi hvilke(n) type(r) egenskaper hver av disse tre modellene fokuserer på. Hvilken sammenheng er det mellom de tre modellene (dvs. i hvilken grad, og evt. hvordan, overlapper og komplementerer de hverandre)?

Oppgave 2 Signalforsterkere (20%)

- a) En integrert operasjonsforsterker har en indre struktur som vanligvis består av tre trinn. Angi og forklar funksjonen/hensikten til disse trinnene.
- b) Definer størrelsene *input offset voltage* og *output offset voltage* i tilknytning til operasjonsforsterkere. Er det noen sammenheng mellom disse størrelsene, og i så fall hvilken?
- c) Figuren nedenfor viser en differensforsterker.



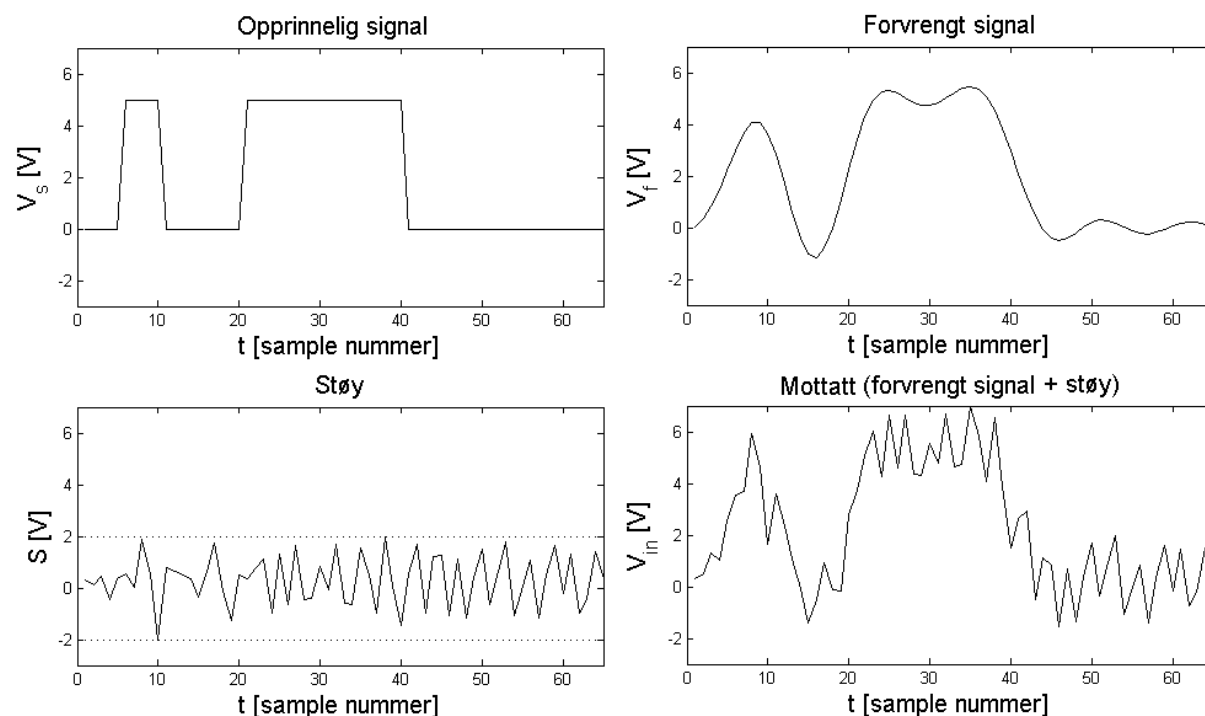
Differensforsterkeren kan i prinsippet brukes alene, men den kan også inngå som siste trinn i en instrumenteringsforsterker – hvilken løsning som velges kommer an på forhold i og omkring systemet der forsterkeren brukes.

Gjør kort rede for de forhold som kan tilsi at en bør velge en instrumenteringsforsterker, hvilke problemer som kan oppstå som følge av forholdene, samt hvordan riktig bruk av instrumenteringsforsterker kan avhjelpe disse problemene.

Oppgave 3 Transmisjon, EMC og funksjonsenheter (25%)

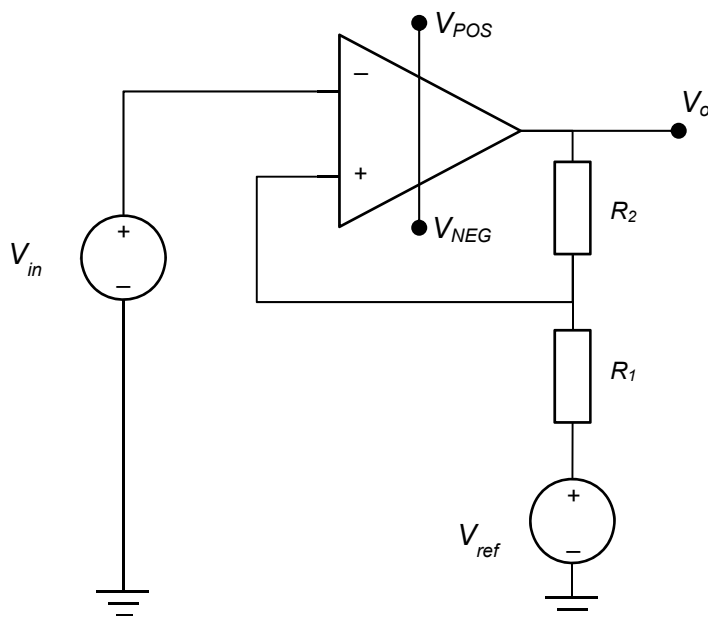
Signalene som er beskrevet i det følgende er illustrert i figuren nedenfor.

Betrakt et i utgangspunktet binært nyttesignal V_s med nominelle spenningsnivåer på hhv. 0 V og 5 V. På grunn av overføring på ei dårlig transmisjonslinje er nyttesignalet imidlertid forvrengt (V_f) og overlagret et støysignal (S) som varierer tilfeldig mellom -2 V og +2 V, slik at det resulterende mottatte signalet V_{in} ser ut som signalet nederst t.h. i figuren.



- a) Forklar kort hvilke fysiske fenomener eller mekanismer i og omkring signallederne som kan forårsake den typen hhv. forvrengning og forstyrrelser som vi ser i signalet V_{in} , samt hvilke tiltak en kan treffe for å redusere disse problemene.

- b) Følgende figur viser kretsskjema for en Schmitt-trigger basert på en operasjonsforsterker og passive komponenter. Nedre terminal til motstanden R_1 er koplet til en referansespenning V_{ref} .



Tegn en figur som viser sammenhengen mellom V_{in} , V_o og de øvrige størrelsene i figuren over. Suppler om nødvendig figuren med tekst slik at det tydelig fremgår hvordan kretsen fungerer.

- c) Forklar hvilket problem som kan oppstå ved tolkning av V_{in} (som avbildet på forrige side) som et digitalt signal, og påpek hvordan Schmitt-triggeren kan brukes for å eliminere dette problemet.
- d) Vi ønsker best mulig å gjenskape det opprinnelige signalet V_s med utgangspunkt i det mottatte signalet V_{in} (som avbildet på forrige side).

Hvilke verdier ville du gitt til referansespenningen V_{ref} og de øvrige parameterne/egenskapene til den avbildede Schmitt-triggeren for å oppnå dette? Beregning av motstandsverdier kreves ikke.

Oppgave 4 Faselåst sløyfe (10%)

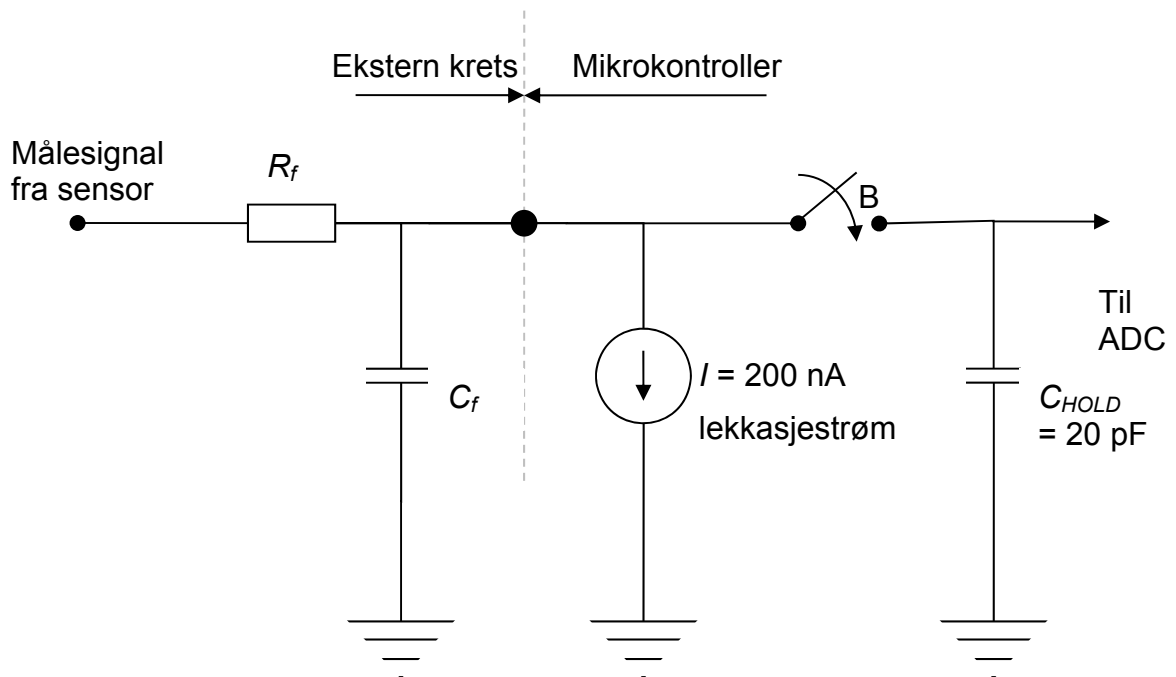
- a) Forklar virkemåten til en faselåst sløyfe (Phase-Locked Loop, PLL). Det kreves ikke en inngående beskrivelse av hver enkelt komponent, kun en prinsipiell beskrivelse av selve konseptet.
- b) Anta at du har tilgang til et oscillerende signal s_1 (f.eks. et klokkesignal) med frekvensen $f_1 = 2$ MHz. Vis (gjerne med en figur) hvordan du ville gå fram for å fremstille et signal s_2 med frekvensen $f_2 = 1,5$ MHz med utgangspunkt i signalet s_1 og en faselåst sløyfe.

Oppgave 5 Analog-til-digital-omsetting (15%)

Mange moderne mikrokontrollere har en integrert A/D-omsetter (ADC). Følgende figur viser et forenklet ekvivalentskjema for inngangstrinnet til en slik enhet. A/D-omsetteren er ikke tegnet inn, men antas å befinne seg til høyre for figuren.

Lekkasjestrømmen på 200 nA kommer av ikke-ideelle egenskaper i halvledermaterialene. Den analoge bryteren B (som i praksis er en transistor) og holdekapasitansen C_{HOLD} utgjør en tast-og-hold-krets (engelsk: *sample-and-hold element*), og det er spenningen over C_{HOLD} som omsettes til en digital verdi.

Lukking av bryteren B slik at C_{HOLD} lades opp (eller ned) til målesignalet spenningsnivå, kalles tasting (engelsk: *sampling*).



Figur 1. Ekvivalentskjema for lavpassfilter og holdeelement

Et analogt målesignal kommer inn fra venstre, og filtreres gjennom et 1. ordens lavpassfilter med tidskonstant $T_f = R_f C_f$ før det mates inn mikrokontrolleren.

- Hva ønsker vi å oppnå med å lavpassfiltrere signalet før det tastes?
- Hva betyr lekkasjestrømmen på 200 nA for den inngangsspenningen som holdeelementet "ser"?
Hvilke(t) krav må være tilfredsstillt for at den resulterende feilen skal utgjøre mindre enn $\frac{1}{2}$ LSB for A/D-omsetteren, dersom omsetteren har 16 bits oppløsning og et arbeidsområde fra 0 V til +5 V?
- Vis med et blokkdiagram hvordan en A/D-omsetter av servotype (engelsk: *tracking eller servo ADC*) er oppbygd, og forklar kort hvordan kretsen fungerer.
Skisser kretsens stasjonær- og sprangrespons.

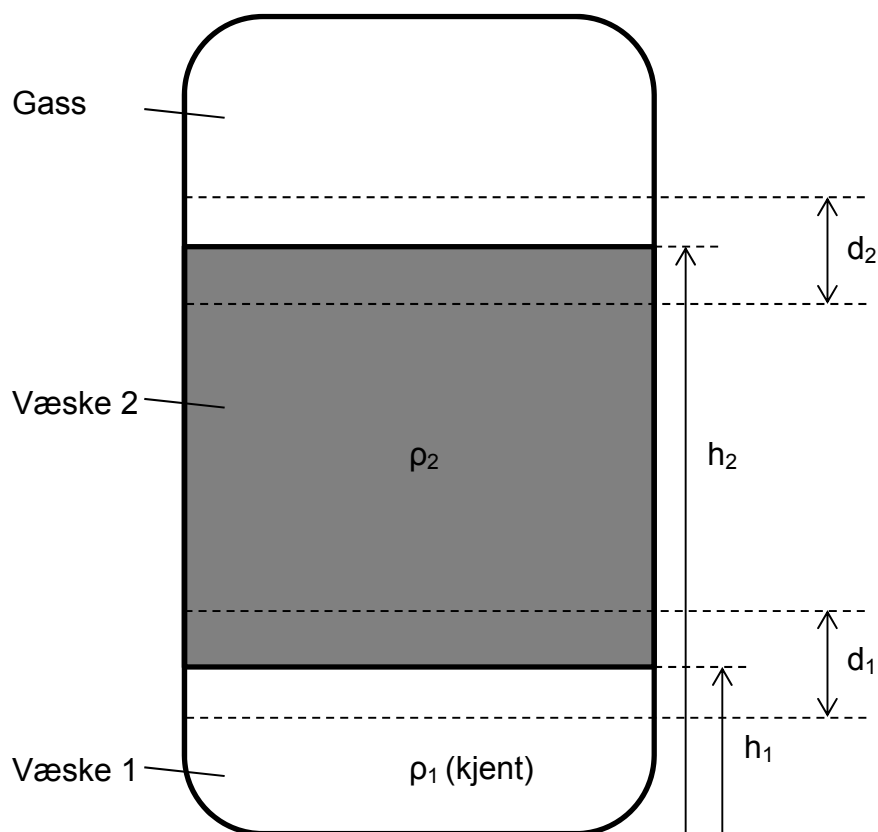
Oppgave 6 Instrumentering (20%)

- Forklar, ved hjelp av tekst og figur, hvordan en kan måle væskenivå i en tank ved hjelp av måling av oppdrift

Angi eventuelle ulemper eller begrensninger denne metoden.

b) Figuren nedenfor viser en lukket tank som inneholder to væsker og en gass. Følgende er kjent om systemets innhold:

- Væske 1 har kjent massetetthet ρ_1
- Væske 2 har ukjent massetetthet, men væske 1 er alltid tyngst og legger seg derfor nærmest bunnen.
- Overflatenivået til væske 2 ligger alltid i området markert som d_2 i figuren.
- Grensesjiktet mellom væskene ligger alltid i området markert som d_1 .



Vi ønsker å måle/estimere følgende størrelser:

- Høyden til grensesjiktene (h_1 og h_2)
- Massetettheten til væske 2 (ρ_2)

Foreslå en instrumenteringsløsning for det angitte systemet. Besvarelsen kan med fordel omfatte en figur, og skal omfatte angivelser av følgende:

- hvilke(t) måleprinsipp(er) du vil benytte
- hvor du vil plassere de ulike måleelementene
- hvordan du vil beregne de ønskede størrelsene ut fra de tilgjengelige målerverdiene.

Oppgitt formel: $p = \rho gh$