

Institutt for teknisk kybernetikk

Eksamensoppgave i TTK4125 Datastyring

Faglig kontakt under eksamen: Anders Rønning Petersen

Tlf.: 958 05 703

Eksamensdato: 9. august 2014

Eksamenstid (fra-til): 09:00-13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C

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

Annen informasjon:

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 5 inkl. forside

Antall sider vedlegg: 0

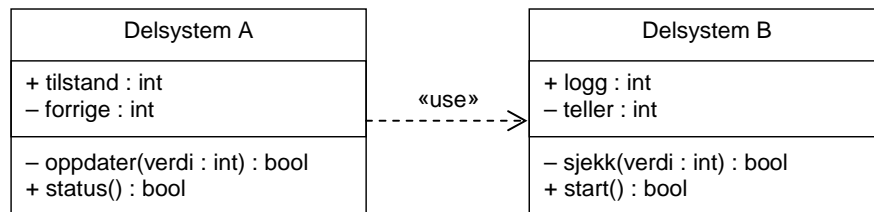
Kontrollert av:

Dato

Sign

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

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



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

- 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.



Figur 1 viser et utsnitt av NVEs hydrologiske målestasjon ved Kobberdammen i Bymarka. I oppgavene som følger henvises det til det fiktive anlegget i Figur 2, som har en del likhetstrekk med denne målestasjonen.

Et lite vann benyttes som drikkevannskilde for et norsk bygdesamfunn. For å sikre nok vann i perioder med lite nedbør er det bygget en demning som gjør det mulig å samle opp større mengder vann når dette er tilgjengelig. I normalår vil eventuelt overskytende vann bli ledet bort gjennom et passivt overløpsrør (ikke tegnet inn). De siste årene har imidlertid økte nedbørsmengder gitt flom som overløpsrøret ikke klarer å ta unna. Vannet

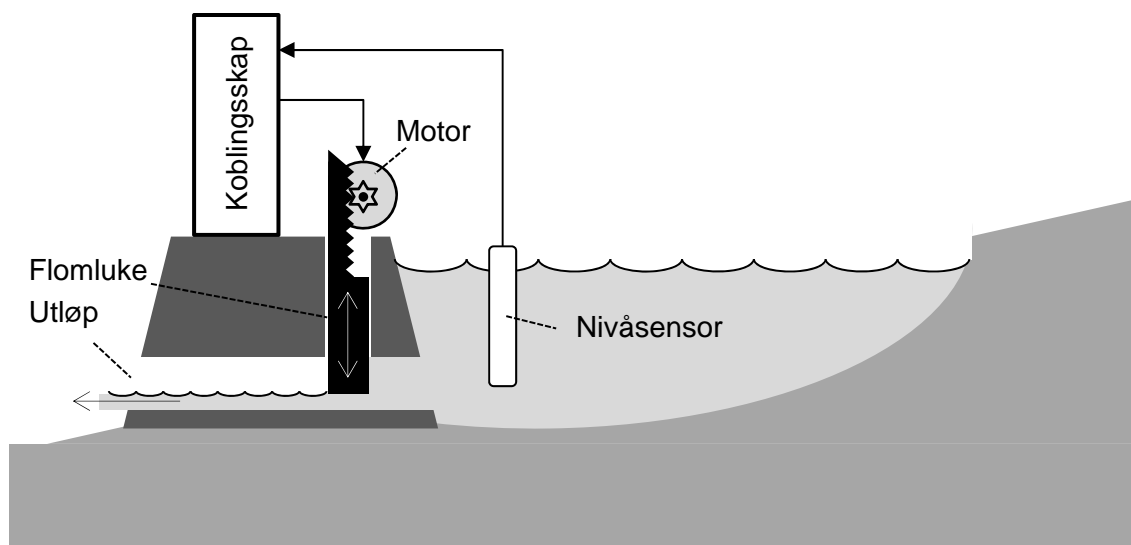


Figur 1 Målestasjon ved Kobberdammen, Bymarka

har da rent ukontrollert over demningen, noe som har ført til at løsmasser er gravd bort og snart vil skade anlegget. Kommunen ønsker derfor å bygge om demningen og innføre aktiv nivåregulering for å sikre den mot overflyt. Følgende skal innføres:

- En sensor for måling av vannstanden i dammen (nivåmåling)
- En motorisert flomluke som kan åpnes for å slippe ut vann dersom vannstanden stiger til et farlig nivå.
- Et koblingsskap med kraftforsyning, styringselektronikk, motordriverkretser, kommunikasjonsgrensesnitt m.m.

Anta at temperaturen ligger over frysepunktet hele året slik at vi kan se bort fra isdannelse etc.



Figur 2 Demning med nivåmåling, flomluke og koblingsskap

Oppgave 2 **Nivåmåling (20%)**

Nivåmålingen kan gjøres via ulike fysiske prinsipper, som alle har sine begrensninger med hensyn på bruksområde. Skisser følgende nivåmålingsprinsipper, og forklar kort virkemåten til og eventuelle begrensninger ved hver av dem:

- a) Oppdrift
- b) Kapasitans
- c) Boblerør
- d) Ultralyd

Oppgave 3 **Strømsløyfe (10%)**

Målesignalet fra nivåmåleren overføres til koblingsskapet via en 4-20 mA strømsløyfe.

- 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.
- 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.

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

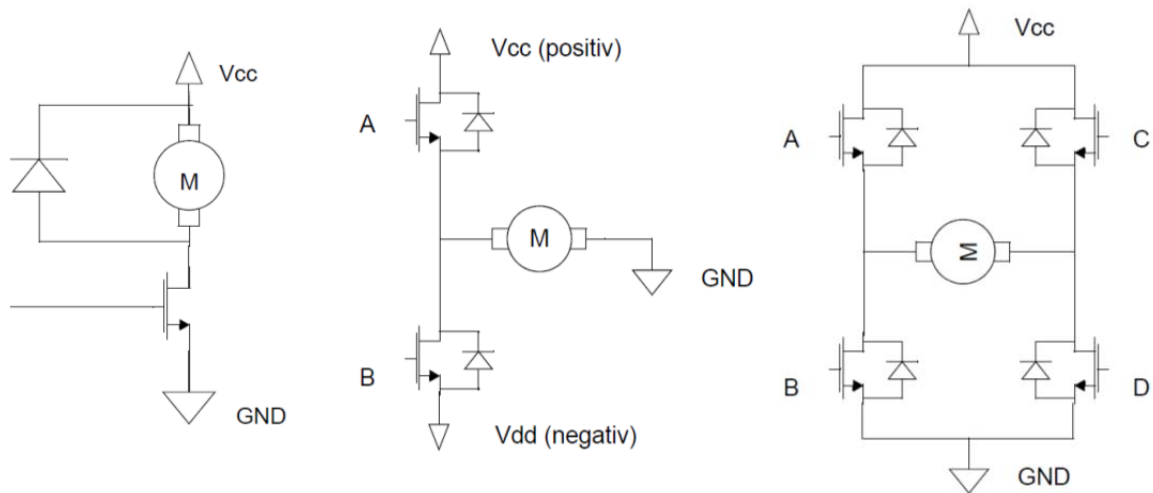
Spenningen omgjøres til digital representasjon i en analog-til-digitalomsetter (AD-omsetter, ADC).

- a) Tegn kretsskjema for en tast-og-hold-krets (T/H-krets, engelsk: sample-and-hold circuit) for tasting av analoge signaler.
- b) Hvorfor må vi bruke en T/H-krets foran de fleste A/D-omsettere?
- c) Hva mener vi med T/H-elementets innsvingningstid, og hvilke størrelser eller komponentverdier påvirker denne tiden?
- d) Anta at nivåsensoren har et måleområde på 1-5 m. Finn et uttrykk for målt nivå h som funksjon av den spenningen u som AD-omsetteren vil se.
- e) Hva menes med *kvantiseringsfeil* i forbindelse med AD-omsetting?
- f) T/H-kretsen koples til en AD-omsetter med arbeidsområde 0-10 V. Vi ønsker at den digitale representasjonen av nivåmålingen skal ha en maksimal feil på 5 mm. Anta nå at eneste feilkilde i systemet er AD-omsetterens kvantiseringsfeil. Hvor mange bits oppløsning må AD-omsetteren ha for å oppnå dette?

Oppgave 5 **Elektriske motorer og motordrivere (16%)**

Flomluke kan heves og senkes ved hjelp av en motor og en tannstangmekanisme (Figur 2). På grunn av stor friksjon må motoren og luken kunne kjøres aktivt begge veier (dvs. både «opp» og «ned»).

- a) Anta at flomluken skal opereres av en likestrømsmotor. Valget står da i praksis mellom de fire typene 1) permanentmagnetisert, 2) fremmedmagnetisert, 3) serie- eller 4) parallellmotor. Hvilke(n) motortype(r) ville du ha anbefalt for den aktuelle anvendelsen? Svaret skal begrunnes.



Figur 3 Alternative motordriverkretser. Fra venstre: éntransistordriver (kvarbro), halvbro og fullbro.

- b) Figur 3 viser tre alternative driverkretser for likestrømsmotorer: såkalt éntransistordriver (kvarbro), halvbro og fullbro.
Angi for hver av disse om den aktuelle kretsen kan brukes i vår anvendelse, og eventuelle fordeler og ulemper den måtte ha.
- c) I kretser av denne typen vil oftest transistorene være enten helt «av» eller helt «på» til enhver tid (såkalt «svitsjing»)
Hvorfor styres kretsen på denne måten?
Hvordan kan vi likevel oppnå en effektiv motorspenning som ligger i intervallet mellom «av» og «på»-spenningen?
- d) I Figur 3 er det en diode for hver transistor. Forklar ved hjelp av fysikk hvilket problem som oppstår hvis disse diodene utelates, og hvordan diodene løser problemet.

Oppgave 6 Kraftforsyning (12%)

Damanlegget skal forsynes med kraft fra en nærliggende transformatoriosk.

- a) Hvorfor brukes transformatorer i kraftdistribusjonssystemet? Begrunn svaret teoretisk.
- b) Fra transformatoren til damanlegget er det anlagt et TN-S-nett. Nettlederne er ført frem til koblingsskapet, som er laget av metall og derfor er å betrakte som «utsatte anleggsdeler».
Tegn en skisse av nettet, og vis spesielt hvordan sikkerhetsjord-funksjonen ivaretas i et slikt system (koblingsskapet skal tegnes inn, men du trenger ikke tegne «innmaten» i skapet).