



NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for teknisk kybernetikk

Fakultet for informasjonsteknologi,
matematikk og elektroteknikk

Eksamen
i
TTK4125
Datastyring, instrumentering og måleteknikk

20. mai 2011
kl. 09.00–13.00

Hjelpemidler: C.
Følgende er tillatt:

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

Faglig kontakt under eksamen:

Øyvind Stavdahl 73 59 43 77 / 930 59 363

Da tidligere vurdering i faget teller 30% av den endelige karakteren, teller denne eksamen 70%.

Vektingen for hver av oppgavene er angitt relativt til hele oppgavesettet, dvs. maks 100%.

Les oppgaveteksten nøye, og forsøk å besvare oppgavene kort og konsist.

Dersom det skulle være uklarheter i oppgaveteksten, gjør det klart og tydelig hvordan du forstår spørsmålsformuleringen og dens omfang.

Opgavesettet består av 5 sider inkludert denne.

Lykke til!

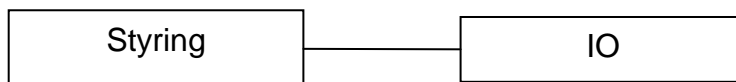
Oppgave 1 Systemutvikling/UML (18%)

a) Forklar hva som ligger i begrepet *use case*.

Hva er hensikten med use case-modellering i forbindelse med systemutvikling?

I resten av denne oppgaven skal vi se på styresystemet til en forenklet bensinpumpe. I den grad beskrivelse eller diagrammer avviker fra oppførselen til en virkelig bensinpumpe, er det oppgaveteksten som gjelder, og ikke virkeligheten.

Figur 1 viser programvarearkitekturen til det aktuelle styresystemet. Figuren er et overordnet kommunikasjonsdiagram, der vi har utelatt å angi hvilke konkrete meldinger som går mellom de to modulene. Programvaren består av to moduler, der *Styring* har ansvaret for å koordinere fyllprosessen.



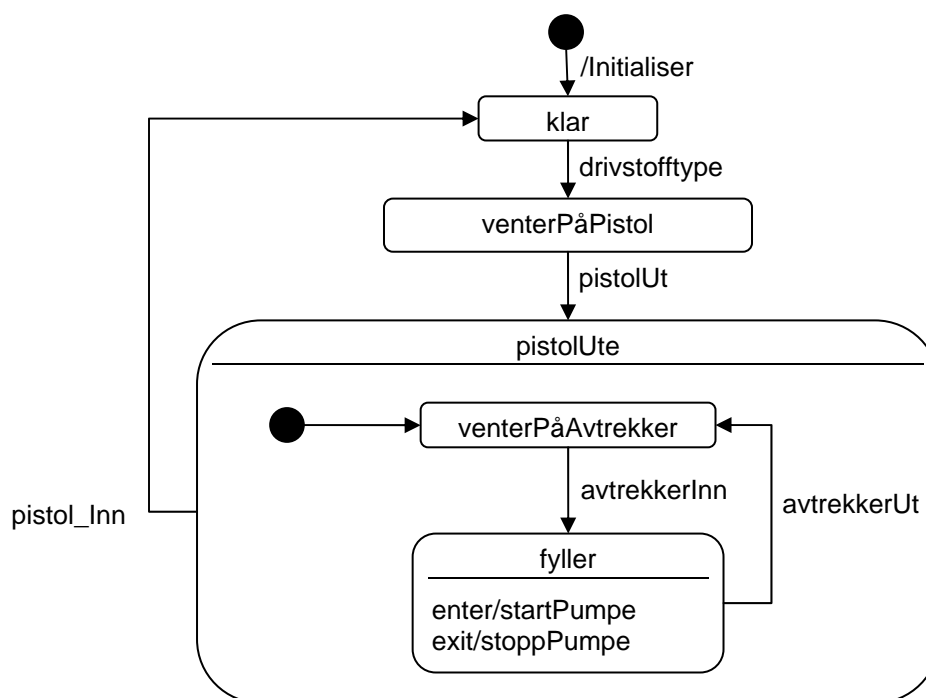
Figur 1 Programvarearkitektur i en forenklet bensinpumpe.

Modulen *IO* inneholder programvaregrensesnittet (drivere) for alle fysiske inn- og utgangssignaler, som omfatter signaler fra eller til følgende fysiske enheter:

- Taster for valg av drivstofftype (95 oktan, 98 oktan, diesel osv.)
- En bryter som registrerer om bensinpistolen står på plass i pumpa eller er løftet ut
- En bryter som registrerer om "avtrekkeren" i pistolhåndtaket er trykket inn
- En motordriver som styrer pumpemotoren

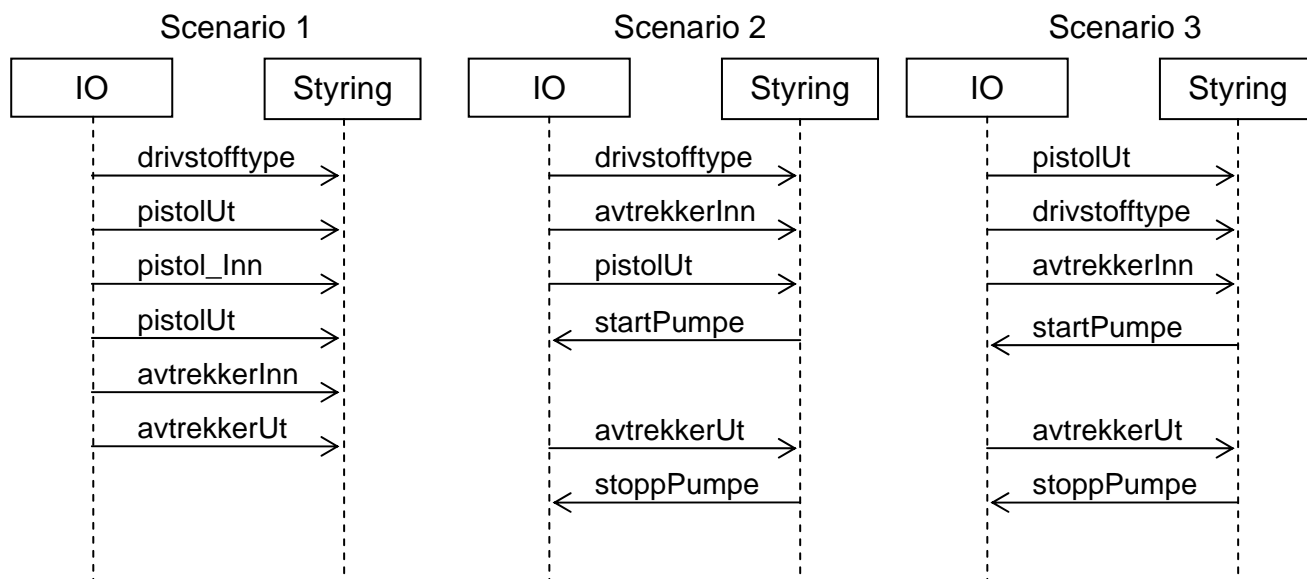
Øvrige enheter, som f.eks. display, ser vi bort fra i denne oppgaven.

Tilstandsdiagrammet i Figur 2 angir ønsket oppførsel for modulen *Styring*.



Figur 2 Tilstandsdiagram for modulen *Styring*.

- b) Anta at *Styring* i utgangspunktet er i tilstanden *klar*. Angi hvilke(t), hvis noen, av de tre sekvensdiagrammene i Figur 3 som viser scenarier som er forenlige med systemoppførselen angitt i Figur 2.



Figur 3 Sekvensdiagrammer til Oppgave 1b). Modulen *Styring* antas å være i tilstanden *klar* når scenariene starter.

- c) Anta at fylling pågår, dvs. systemet er i tilstand *fyller*. Anta videre at pistolen settes tilbake på plass i pumpa uten at avtrekkeren først er sluppet ut (noe som er et mulig men høyst uheldig scenario). Vil da pumpen i henhold til Figur 2 fortsette å gå, eller vil den stoppe straks pistolen settes på plass?
- d) Tegn et forslag til klassediagram for dette systemet, der du forsøker å representere flest mulig av modellelementene fra Figur 1 og Figur 2.

Oppgave 2 Funksjonenheter m.m. (16%)

- a) Tegn kretsskjema for en Schmitt-trigger ("komparator med hysteres") basert på en operasjonsforsterker og passive komponenter.
- b) Forklar kort, gjerne ved hjelp av en figur, hvordan Schmitt-triggeren kan benyttes til støyundertrykking i binære signaler.
- c) Hva mener vi med begrepet prell (engelsk: *contact bounce*) i en bryter?

Vi skiller mellom to hovedtyper styrte brytere: elektromekaniske (reléer) og elektroniske (transistorer m.m.). På enkelte områder er de to typene ganske like, på andre områder har de komplementære (motsatte) egenskaper. I Tabell 1 på s. 5, venstre kolonne, er noen av de viktigste bryteregenskapene listet opp. Ordet *sluttet* angir her at bryteren er "på" slik at den leder strøm, mens *åpen* bryter angir at den er "av" slik at den bryter kretsen.

- d) Fyll ut de tomme rutene i Tabell 1 ved å angi typiske verdier ("stor", "liten", "høy", "lav" etc.) for de angitte egenskapene under hver brytertype (første linje er fylt ut som et eksempel).

Side 5 rives fra oppgavesettet og innleveres sammen med resten av besvarelsen.

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

- 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) Angi betegnelsen på en type A/D-omsetter som fungerer utmerket uten T/H-krets, og forklar kort hvorfor det er slik.

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

- a) Hva kjennetegner vannkraftverk av hhv. høytrykks- og lavtrykkstype?
- b) Hvorfor produseres og distribueres ofte elektrisk energi som et trefasesystem?
- c) Gitt en trekantkoplet (deltakoplet) trefasegenerator med fasespenning på 230 V. Hva er linjespenningen ut fra denne generatoren?
- d) Anta at faseviklingene koples om til stjernekonfigurasjon (stjernekopling, Y-kopling) men at alle andre forhold er uendret. Hva blir den nye fase- og linjespenningen?

Oppgave 5 Motorer (18%)

- a) Skissér oppbygningen til en trefase synkronmotor med permanentmagnetisert rotor, og forklar stikkordsmessig hvordan en slik motor fungerer.
- b) Skissér og forklar moment-hastighetskarakteristikken til motoren i punkt a).
- c) Hvilken spesiell utfordring er assosiert med oppstart av en synkronmotor, og hvilke løsninger har vi på denne?
- d) Angi de vanligste formene for effekttap som forekommer i roterende elektriske maskiner.

Oppgave 6 Instrumentering (16%)

- a) Du skal måle nivået i en tank med stein og grus. Skisser to instrumenteringsløsninger som kan brukes i et slikt tilfelle, og angi i stikkordsform hvordan disse fungerer.
- b) Hva er det største problemet i forbindelse med temperaturfølere basert på måling av resistans ("motstandsmålere")?
Hva kan vi gjøre for å redusere problemet?

Blant temperaturfølerne skiller vi mellom motstandsmålere av metall (f.eks. Pt100-elementer) og av halvledermateriale (f.eks. termistorer). I Tabell 2 på s. 5, venstre kolonne, er noen av de viktigste egenskapene til motstandsmålere listet opp.

- c) Fyll ut de tomme rutene i Tabell 2 ved å angi typiske verdier ("stor", "liten", "høy", "lav" etc.) for de angitte egenskapene under hver hovedtype (første linje er fylt ut som et eksempel).
Side 5 rives fra oppgavesettet og innleveres sammen med resten av besvarelsen.
- d) Hvilken egenskap ved oksyngengass utnyttes i en magnetfeltbasert oksygenmåler? Skisser oppbygningen av en magnetbasert oksygenmåler, og forklar med maks. tre setninger hvordan den fungerer.

Tabell 1 Fylles ut og leveres inn som svar på Oppgave 2d).

	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>)		
Brytermotstandens temperaturavhengighet (<i>stor/liten</i>)		
Isolasjonsmotstand (motstand i åpen tilstand) (<i>høy/lav</i>)		
Isolasjonsspenning (den høyeste spenningen som bryteren tåler over sine terminaler i åpen tilstand) (<i>høy/lav</i>)		
Styreeffekt (effekten som trengs for å operere bryteren) (<i>høy/lav</i>)		
Tiltrekningstid (<i>lang/kort</i>)		

Tabell 2 Fylles ut og leveres inn som svar på Oppgave 6c).

	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>)		
Båndbredde (responshastighet ved skiftende temperatur) (<i>høy/lav</i>)		
Linearitet (<i>lineær/ulineær</i>)		
Temperaturområde (stort/lite)		
Pris (<i>høy/lav</i>)		