



**NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

**Institutt for teknisk kybernetikk**

Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk

**Eksamen  
i  
TTK4125  
Datastyring, instrumentering og måleteknikk**

**16. mai 2009  
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

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

Vektingen for hver av oppgavene er angitt relativt til hele oppgavesettet.

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.

Oppgavesettet består av 5 sider.

**Lykke til!**

## 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 og hvorfor det er viktig.

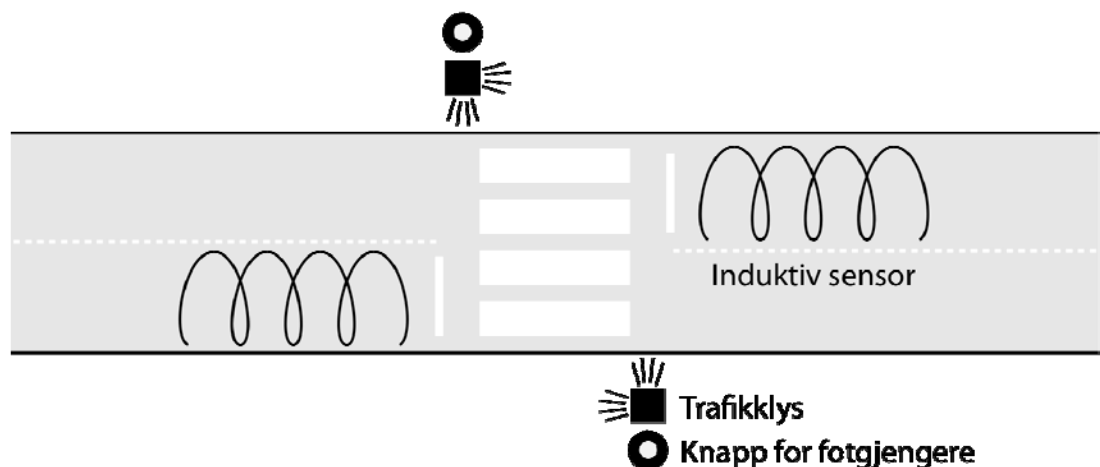
I de følgende oppgavene skal dere modellere et sterkt forenklet lyskryss, illustrert i figuren nedenfor:

Langs en bilvei er det en lysregulert fotgjengerovergang. Systemet består av to bokser med rødt og grønt lys for bilister, og rødt og grønt lys for fotgjengere, en knapp på hver side av veien som fotgjengere trykker inn for å angi at de vil krysse, samt en induktiv sensor i hvert kjørefelt som kontinuerlig indikerer om det befinner seg en eller flere biler i nærheten av lyskrysset (som vi må anta ønsker å passere overgangen).

Lysreguleringen skal sørge for at bilister og fotgjengere aldri får grønt lys samtidig. Fotgjengere og bilister skal alltid ha minst 10 s med kontinuerlig grønt lys, slik at de har god anledning til å passere. Når ingen fotgjengere har indikert at de vil over veien, skal det gis grønt lys for bilister.

Anta at biler kan stoppe momentant og at bytte av lys derfor trygt kan skje momentant.

- b) Tegn et tilstandsdiagram som implementerer lysreguleringen.
- c) Tilstandsmaskinen fra oppgave b) skal implementeres ved hjelp av (en eller flere) klasser. Tegn et klassediagram som definerer de nødvendige klassene og deres egenskaper.

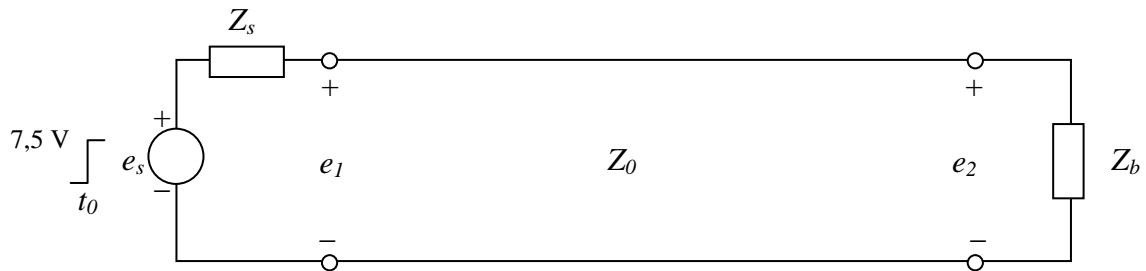


## Oppgave 2 Elektromagnetisk kompatibilitet (15%)

- a) Forklar kort hva som menes med begrepet *elektromagnetisk kompatibilitet* (ElectroMagnetic Compatibility, EMC), og definer begrepene *emisjonsgrense*, *kompatibilitetsnivå*, *immunitetsgrense* og *susceptibilitetsnivå*.
- b) Hva er *krysstale*, og hvilke fysiske mekanismer er det som fører til dette fenomenet?
- c) Forklar begrepet *jordplan*, gjerne ved hjelp av en enkel skisse, og diskuter hvordan/hvorfor et jordplan kan benyttes til EMC-formål.

### Oppgave 3 Transmisjonslinjer (15%)

Betrakt systemet i figuren nedenfor, bestående av en signalkilde  $e_s$  med utgangsimpedans  $Z_s$  tilkopleet en transmisjonslinje med karakteristisk impedans  $Z_0$ . Linjen er kopleet til en last med inngangsimpedans  $Z_b$ .



- a) Hvilke relasjoner mellom impedansverdiene må være oppfylt for at det ikke skal kunne forekomme signalrefleksjoner i systemet beskrevet ovenfor?

Gitt  $Z_s = 50 \, \Omega$ ,  $Z_0 = 100 \, \Omega$  og  $Z_b = 0 \, \Omega$  (dvs. kortsluttet linje). Anta at signalkilden i utgangspunktet har signalnivået  $e_s = 0 \, \text{V}$ , og at det ikke finns noen transiente signaler i systemet. Anta nå at signalet  $e_s$  endres momentant fra 0 V til 7,5 V ved tidspunktet  $t = t_0$ .

- b) Hvilket nivå har spenningene  $e_1$  og  $e_2$  i figuren ved tidspunktet  $t = t_0^+$  (dvs. umiddelbart etter tidspunktet  $t_0$ )?
- c) Hvilket nivå har spenningene  $e_1$  og  $e_2$  i figuren når  $t \rightarrow \infty$  (dvs. når alle transiente fenomener har dødd ut)?
- d) Hvilke grunnleggende egenskaper kjennetegner en såkalt *ideell transmisjonslinje*, og hvilke konsekvenser har dette for signaler som forplanter seg langs linja?

## Oppgave 4 Faselåst sløyfe og spenningsregulatorer (20%)

- 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  $f_1$ .  
Hvordan ville du gå fram for å fremstille et signal  $s_2$  med frekvensen  $f_2 = 2 f_1$  med utgangspunkt i signalet  $s_1$  og en faselåst sløyfe? Illustrer gjerne med en figur.
- c) Spenningsregulatorer kan blant annet inndeles i typene *parallelregulatorer*, *serieregulatorer* og *svitsjede regulatorer* (switch-mode-regulatorer).  
Forklar kort prinsippet bak hver av disse regulatortypene, og nevne eventuelle fordeler og ulemper.

## Oppgave 5 Gassanalyse (20%)

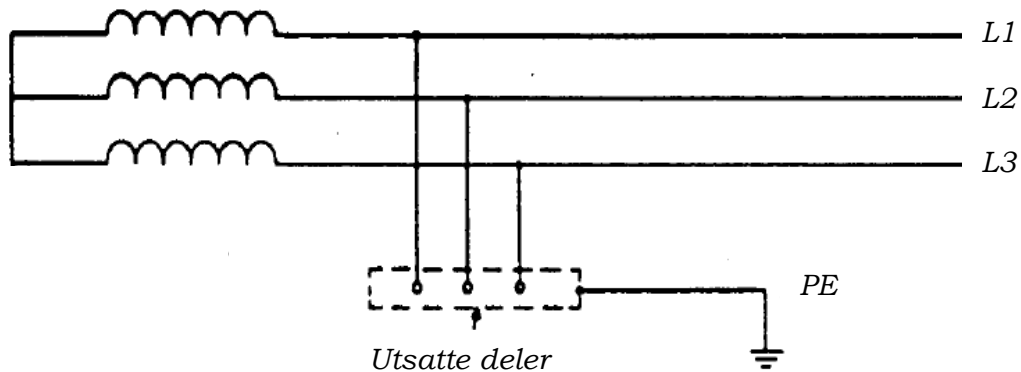
Forklar hvordan vi kan foreta gassanalyse ved hjelp av følgende fenomener eller teknikker (det kreves kun en prinsipiell beskrivelse av de involverte fysiske fenomener og måleprinsipper):

- a) magnetisme
- b) varmeledningsevne
- c) varmetoning
- d) infrarød lysabsorpsjon

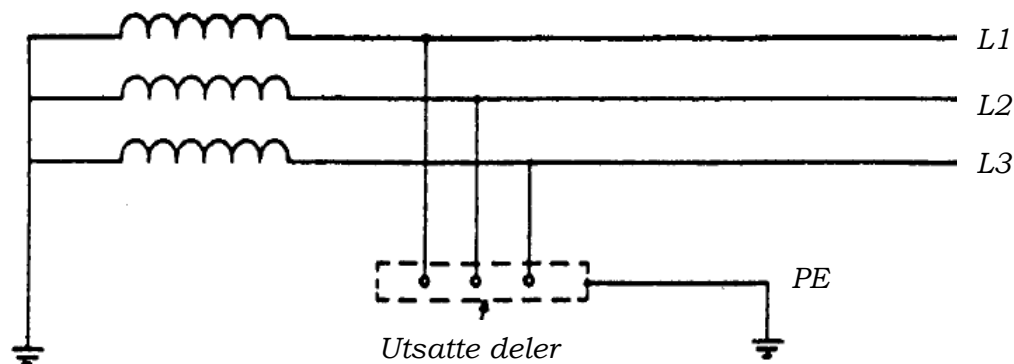
## Oppgave 6 Elektrisitetsfordeling og jording (20%)

- a) Ifølge internasjonale normer beskrives nettsystemenes og anleggenes jordingsforhold ved hjelp av to bokstaver.  
Hvilken betegnelse svarer til hhv. system 1 og 2 vist nedenfor?  
Hva ligger i begrepet *utsatte deler* i denne forbindelse?

System 1:



System 2:



- b) Forklar hva som menes med begrepet *jordfeil*.  
c) Hvilke av de to systemtypene ovenfor er (i visse tilfeller) tillatt drevet med en stående jordfeil, og hvorfor?  
d) Skisser et system som svarer til betegnelsen TN-C.  
Hva skiller et TN-S-system fra et TN-C-system?  
Hva er et TN-C-S-system?  
e) Forklar hvorfor strømmen i en elektrisk motor generelt vil øke når motoren belastes med et økende lastmoment.