



**NTNU**

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

**Institutt for teknisk kybernetikk**

Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk

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

**22. mai 2012**  
**kl. 09.00–13.00**

**Hjelpemiddelkode: C**

**Følgende er tillatt:**

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

**Faglig kontakt under eksamen:**

Kjell Malvig 95022899

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.

Oppgavesettet består av 7 sider inkludert denne.

**Lykke til!**

## Oppgave 1      **Instrumentering (20%)**

- a) På laben har dere målt temperatur med termoelement, motstandsføler av metall (PT-100) og motstandsføler av halvledermateriale (termistor).  
Sammenlign disse tre målemetodene. Angi fordeler og ulemper med hver metode.

- b) Forklar virkemåten til et termoelement.

Tegn og forklar hvordan du ved hjelp av to termoelementer og et voltmeter kan måle temperaturforskjellen mellom to punkter.

- c) Både termoelement- og motstandsfølermålinger vil bli forstyrret av støy. For motstandselementer kan vi redusere støyens innvirkning på temperaturmålingen ved å øke målestrømmen. Anta et PT-100-element med sensitivitet på  $400\text{m}\Omega/\text{K}$  og et type K termoelement med sensitivitet på  $40\mu\text{V}/\text{K}$ . Anta at begge elementene er lineære og blir påvirket av den samme støyen (i volt).

Hvilken målestrøm må vi benytte på PT-100-elementet for at støyens innvirkning på temperaturmålingen skal være den samme som på termoelementet?

Hvilket problem oppstår når vi øker målestrømmen, og hvordan kan vi redusere dette problemet?

- d) En tank inneholder en væske med varierende tetthet. Du skal måle både nivået i tanken og tettheten til væsken.

Skisser to ulike instrumenteringsløsninger for dette.

Forklar kort virkemåtene til måleprinsippene du benytter.

- e) Du skal måle nivået i en tank med stein og grus.

Skisser to instrumenteringsløsninger som kan brukes i et slikt tilfelle.

Forklar kort virkemåtene til måleprinsippene du benytter.

## Oppgave 2 Kraftforsyning (20%)

a) Tegn et viserdiagram for 3-fasespenninger og definer begrepene fasespenning og linjespenning.

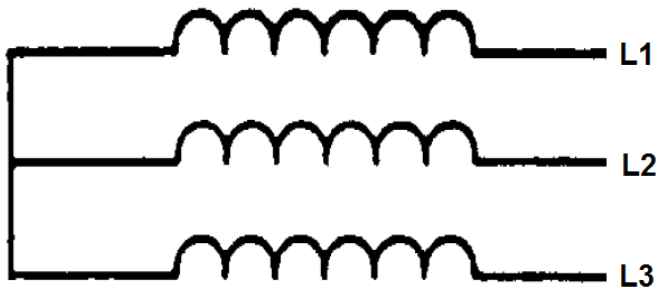
b) For symmetriske 3-fasesystemer kan man uttrykke aktiv effekt ved ligningen

$$P(t) = 3V_f I_f \cos \varphi$$

Hva innebærer faktoren  $\varphi$ ?

Oppgi formelen for den reaktive effekten.

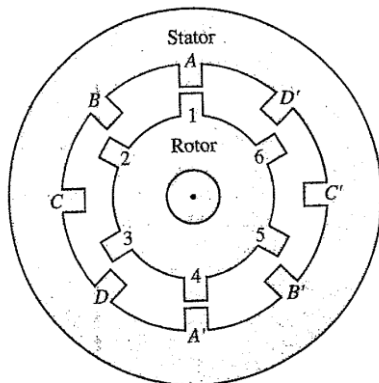
c) Lavspente fordelingsystemer systematiseres med en standardisering basert på skisser og bokstavbetegnelser. Bokstavene er T, I, N, S, C og PE.



Skisser og beskriv de systemene som finnes.

### Oppgave 3 Motorer (20%)

- a) Figuren under fremstiller en steppermotor.  
 A-A', B-B', C-C' og D-D' er elektriske polpar i stator.  
 1-4, 2-5 og 3-6 er polpar i rotor av permanente magneter.



Forklar den prinsipielle virkemåten, ved hjelp av 2 stepp (steg).

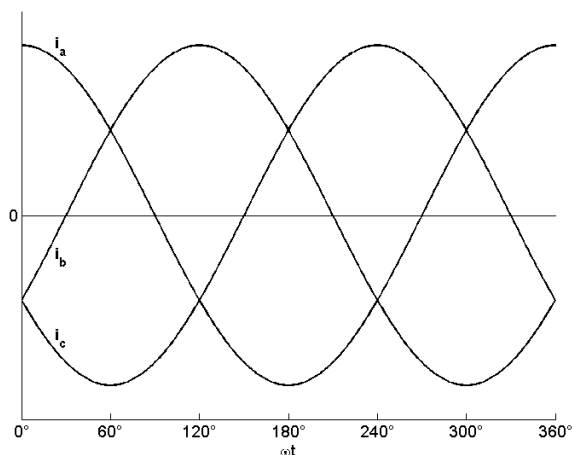
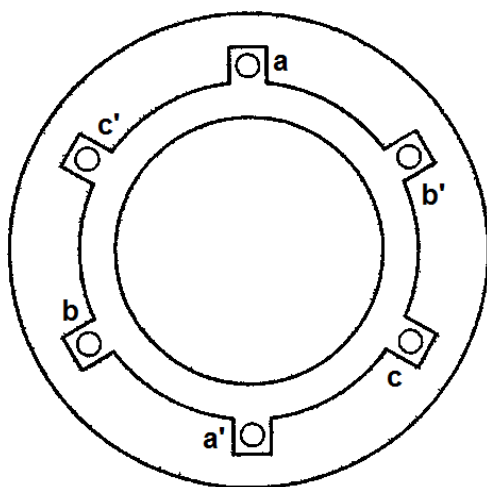
- b) I en 3-fase-motor vil feltet i stator rotere.

$$B_a = KI_a(t)\phi \cos \theta$$

$$I_a = I_m \cos \omega t$$

$\theta$  gir vinkelen mellom vektoren  $B_b$  og maks feltstyrke.

Lignende formler finnes for  $B_b$  og  $B_c$ .



Ta utgangspunkt i figuren av en 3-fasemotor over og tegn inn strømretning for viklingene a, a', b, b', c og c' ved  $\omega t = 0^\circ$  og  $\omega t = 60^\circ$ .  
 (Bruk  $\times$  og  $\cdot$  for å angi strømretningene.)

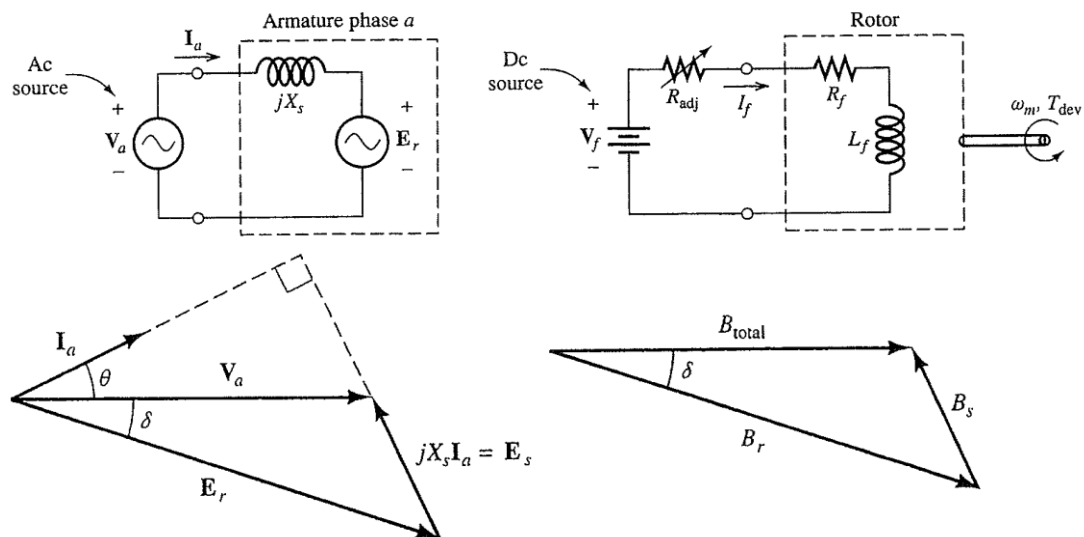
Tegn i begge tilfellene også inn  $B_a$ ,  $B_b$  og  $B_c$  som vektorer.  
 Bruk i hvert tilfelle den  $\theta$  som gir det sterkeste (positive) feltet.

Forklar ved hjelp av vektorene at feltet roterer.

c) Gitt følgende figurer og ligninger:

$$T_{dev} = K B_r B_{total} \sin \delta$$

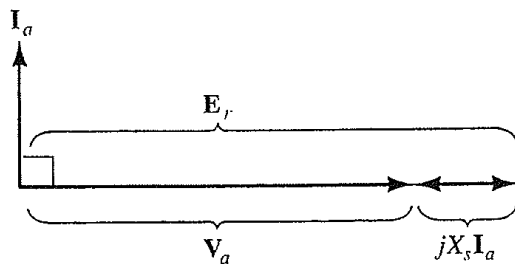
$$P_{dev} = 3V_a I_a \cos \theta$$



Hva er årsaken til  $E_r$  og  $E_s$ ?

d) Ved hjelp av såkalt over- og undereksitering kan  $E_{tot}$  styres.

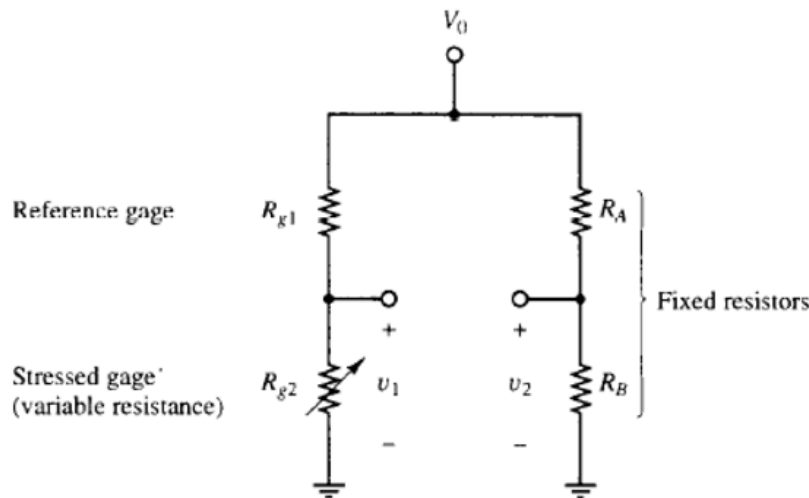
Vektordiagrammet under viser hvordan diagrammet klapper sammen ved null dreiemoment.



Hva oppnår vi og hva kan dette brukes til?

## Oppgave 4      **Signalhåndtering (20%)**

Strekkklapper benyttes i større mengder for å overvåke endringer i konstruksjoner. Kretsskjema for en strekkklapp kan være en målebro som vist i figuren under.



Vi velger gjerne

$$R_A = R_B = R_{g1}$$

$$R_{g2} = R_{g1} + \Delta R_g$$

der

$$\Delta R_g = G R_{g1} \frac{\Delta l}{l}$$

- a) Finn ett uttrykk for  $v_1$  og  $v_2$  og beregn et forenklet, tilnærmet uttrykk for  $v_1 - v_2$ .
- b) Skisser hvordan du vil håndtere dette signalet frem til forbrukerstedet (instrumentforsterkeren).

Beskriv i forhold til skissen hvilke problemstillinger som kan oppstå underveis, og hvordan vi kan takle dem.

- c) Strømsløyfe med 4-20mA benyttes en god del i industrien.

Skisser en sløyfe matet med 24 volt, og vis elementene som inngår.

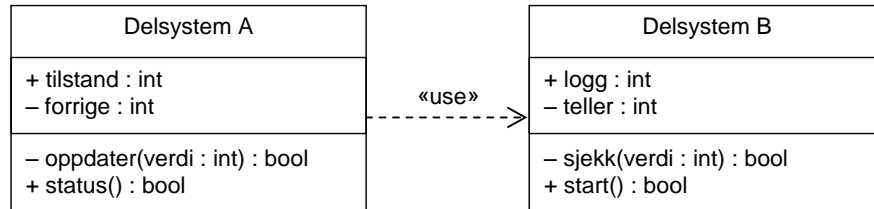
Angi spenningsfallene rundt sløyfa og beskriv hvor spenninga som "blir til overs" blir av.

## Oppgave 5 UML, C og utviklingsmetodikk (20%)

- a) Hva er likhetene og/eller forskjellene på en *intern aktivitet* og en *selvtransisjon* ("transition-to-self") i et UML-tilstandsdiagram?

Tegn et enkelt UML-tilstandsdiagram som inneholder begge deler.

- 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?

- 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.



- d) Skisser V-modellen (eventuelt den "pragmatiske V-modellen") og gi en kort forklaring på den og de dokumenter som inngår.

Hva gir V-modellen og hva er fordelene med den?