

TTK4100 Kybernetikk introduksjon

Øving 5

Informasjon

Øving 5 har to deler. Den ene delen er om sampling, og foregår på PIDstop, på følgende nettadresse: www.pidstop.com/kybintro. Etter å ha lest litt i kompendiet, og prøvd litt på PIDstop, svarer du på spørsmålene under.

Den andre delen går på måleprinsipper og pådragsorganer.

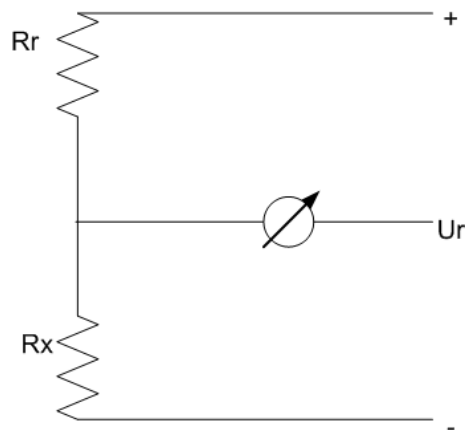
Selvom mange av dere nå har nok godkjente øvinger, bør dere bruke litt tid på denne øvingen også.

Oppgave 1: Sampling

- a) Hva er nyquistfrekvensen?
- b) Hva sier samplingsteoremet?
- c) Hva skjer når et signal samples ved en for lav frekvens?

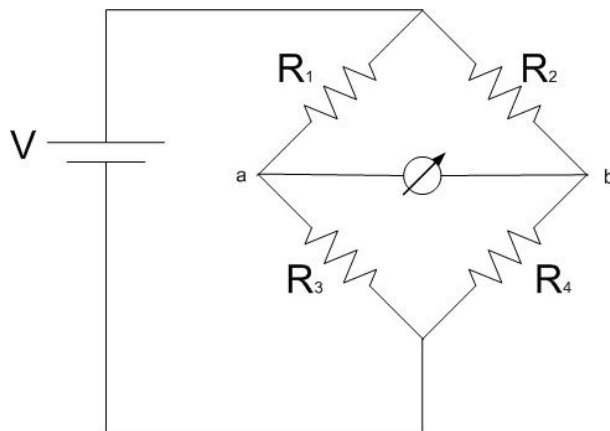
Oppgave 2: Resistans og kapasitans

- a) Figur 1.1 viser et mye brukt måleprinsipp for å måle resistans av en ukjent motstand. Hva kalles måleoppsettet i denne figuren? Forklar virkemåten til denne måleren?



Figur 1.1: Oppsett for resistansmåling av ukjent motstand

- b) Hva er ulempen med denne måten å måle resistans på?
- c) Skisser en utbedring til denne målemetoden, og forklar hvordan denne utbedringen virker.
- d) Figur 1.2 viser en Wheatstone målebro med en DC spenningskilde, fire motstander og et voltmeter.



Figur 1.2: Wheatstone målebro

Vis at

$$V_{ab} = \Delta V = \frac{R_3 R_2 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)} V$$

Voltmeteret på linjen a-b har uendelig impedans, det vil si at den kan betraktes som åpen.

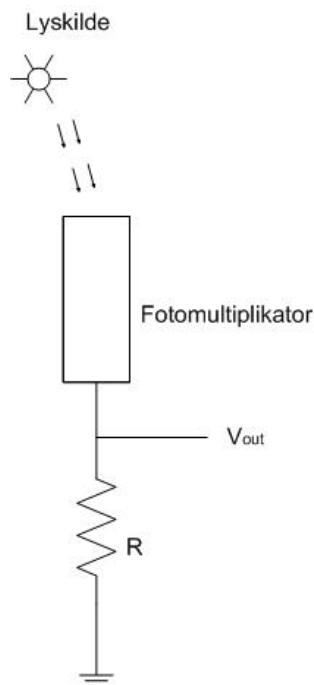
e) Kapasitans mellom to elektroder påvirkes både av avstanden mellom dem, og av mediet mellom. I hvilke typer målinger er det spesielt vanlig å benytte seg av dette prinsippet?

f) Beskriv en vanlig metode for å måle kapasitans.

Oppgave 3: Lys

a) Fotomultiplikator, et følsomt instrument for å måle lysintensitet, er omtalt i kompendiet. I Figur 2.1 er måleren seriekoblet med en resistor R , slik at man kan måle spenningen V_{out} over resistoren, og dermed få et mål på lysintensiteten. Dette er oppsettet i et fotomultiplikatorrør.

Anta at det er plassert flere dynoder mellom katoden og anoden, slik at forsterkningen til måleren er gitt ved $k = 3 \cdot 10^6$. En svak lyskilde gir 50 *elektroner/s* på katoden. Hvor stor må R være for at man måler $V_{ut} = 3 \mu V$ fra denne lypulsen? (Elektronets ladning er oppgitt å være $q = 1.6 \cdot 10^{-19} C$)



Figur 2.1: Fotomultiplikatorrør

b) En CdS LDR (lysfølsom motstand av kadmiumsulfid) har en tidskonstant på $\tau = 73 \text{ ms}$ og en mørkemotstand på $150 \text{ k}\Omega$. En lyspuls med varighet 20 ms treffer motstanden. Intensiteten er slik at den endelige motstanden ville vært $45 \text{ k}\Omega$ dersom motstanden hadde fått svingt seg inn til sin endelige verdi. Hva er $R(20 \text{ ms})$? Plot motstandsverdien $R(t)$ for $0 < t < 100 \text{ ms}$.

Oppgave 4: Vinkel og posisjon

a) Du har valgt å montere strekkklapper for å måle endring i posisjon eller vinkel. Nominell resistans R , k -faktor og nominell lengde L er konstant og kjent. Finn et uttrykk for forlengelse av strekkklappen som en funksjon av spenningsendringen dU , målestrøm gjennom strekkklappen I og kjente størrelser.

b) Hva blir forlengelsen i lappen med numeriske verdier $R = 300 \Omega$, $k = 3$, $L = 3 \text{ mm}$, med en målestrøm på 10 mA og spenningsendring $dU = 50 \mu\text{V}$? (NB: De numeriske verdiene er tilfeldig valgt)

Oppgave 5: Strømning

I en strømmende væske er sammenhengen mellom hastighet og trykk gitt gjennom energibevaring; summen av kinetisk og potensiell energi må være konstant. For et strømmende fluid kan dette skrives som

$$E_p + E_k = pV + \frac{1}{2}\rho Vv^2$$

der

$$\begin{aligned} p &- \text{Trykk} \text{ [N/m}^2\text{]} \\ V &- \text{Volum} \text{ [m}^3\text{]} \\ \rho &- \text{Tetthet} \text{ [kg/m}^3\text{]} \\ v &- \text{Hastighet} \text{ [m/s]} \end{aligned}$$

Vis hvordan dette prinsippet kan benyttes til å måle strømming i rør ved hjelp av en differensial trykkmåler (trykkfallmåler).

Oppgave 6: Pådragsorganer og reguleringsventiler

Når væske som strømmer i et rør passerer en reguleringsventil eller et måleinstrument, vil restriksjonen som dette innfører føre til endringer i trykkforholdet i væsken. Skissér trykkforholdet i væskebanen for en væske som strømmer gjennom en reguleringsventil. Indikér i figuren hvor du ville ha plassert et måleinstrument for å måle varig trykkfall i væsken etter passering av ventilen.