

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Løsningsforslag for:
Eksamensdag:

FYS3230
14. desember 2012

1. Sensorkarakteristikk (LVDT)

Hva er da typiske verdier for:

- Følsomheten: $\frac{80 \frac{mV}{V} 2.5V}{2mm} = 100 \frac{mV}{mm}$
- Input span: 2 mm
- Output span: $80 \frac{mV}{V} 2.5V = 200mV$
- Absoluttverdien av inngangsimpedansen: 27Ω
- Nei. Sensoren baserer seg på at det induseres en DC magnetisk felt i en kjerne. Dette induserer igjen en DC spenning i to seriekoblede spoler. Hvis man eksiterer med et DC felt gir det riktig nok et DC felt i kjernen, men dette gir ingen spenning i spolene.

Alternativ formulering: Sensoren baserer seg på et transformator prinsipp. Transformatorer virker ikke med likestrøm.

2. Hall effekt

- Hvis man sender i et materiale som er utsatt for et magnetisk felt vil det induseres en spenning normalt på strømretnigen. Spenningen er proporsjonal med den komponenten av det magnetiske feltet som er normalt på overflaten.
- Hall sensorer brukes primært for å måle magnetisk felt.
- En fra:
 - Likestrøms tangamperemeter - Ferroelektrisk sylinder + hall sensor (i praksis har man ofte en spole i tillegg for å de-gausse den ferroelektriske sylindere)
 - Posisjons sensor: Ferroelektrisk fluksleder på hver side av materialet man skal måle på + en magnet.
 - Vinkel sensor: to magneter og to hall sensorer
 - Tannhjul omdreining sensor: Mangnet + hall sensor

3. Støy

a) Symboler

- e_n : støyspenningen
- T: Absolutt temperatur
- R: Motstandsverdien
- Δf : Båndbredde

b) Den midlere støyamplituden (RMS) kan forventes å være:

$$\sqrt{4 \cdot 1.38 \frac{10^{-23} \text{J}}{\text{K}} \cdot 300 \text{K} \cdot 1 \text{k}\Omega \cdot 1 \text{kHz}} = 129 \text{ nV}$$

c) Inngangen på motstand R01 forsterkes en faktor (fortegnet kan sløyfes):

$$\left(-\right) \frac{R03}{R01} = \left(-\right) 100$$

d) Støyen fra motstand R02 skifter nivået på den positive inngangen på opampen opp og ned. Den negative inngang følger dette skiftet (på grunn av tilbakekoblingen), støyen blir dermed overført direkte til inngangen på C01 uten forsterkning. Når vi skal legge samme bidraget fra de to støykildene må vi huske på at de er ukorrelerte, da skal vi summere amplitudene i kvadrat:

$$\sqrt{100^2 \left(4 \cdot 1.38 \frac{10^{-23} \text{J}}{\text{K}} \cdot 300 \text{K} \cdot 1 \text{k}\Omega \cdot 1 \text{kHz} \right) + \left(4 \cdot 1.38 \frac{10^{-23} \text{J}}{\text{K}} \cdot 300 \text{K} \cdot 1 \text{k}\Omega \cdot 1 \text{kHz} \right)} = 12.9 \mu\text{V}$$

(Bidraget fra R02 er altså neglisjerbart med det antall siffer vi har regnet her).

4. Akselerometere

Se lærebok eller forelesningsnotater

5. Kondensatormikrofon

I formelen:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

angir $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ farad/m den dielektriske konstanten for vakuum.

a) C : kapasitansen

A : det overlappende arealet

d : avstanden mellom platene

ϵ_r : den relative dielektrisitetetskonstanten til mediet mellom platene

b) Den dielektriske konstanten til luft er omtrent 1. Vi får da:

$$C = \frac{8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot 1.0 \cdot \pi (6 \text{mm})^2}{8 \mu\text{m}} = 125 \text{ pF}$$

(Litt etter eksamen info: Den oppgitte avstanden er litt liten, mere typiske avstander e.g 20 μm gir en kapasitans på 50 pF).

c) Knekkfrekvensen er gitt av:

$$f_k = \frac{1}{2\pi R C}$$

Altså trenger vi en motstand på:

$$R = \frac{1}{2\pi f_k C} = 195 M\Omega$$

- d) Så lenge vi er over knekkfrekvensen vil polarisasjonsmotstanden sørge for at ladningen på platene ikke forandrer seg når vi beveger membranene. Når ladningen på to paralelle plater er konstant er også de elektriske feltet mellom platene konstant (uavhengig av avstand). I utgangspunktet er feltet:

$$E_0 = \frac{200V}{8\mu m}$$

Følsomheten er oppgitt til 50 mV/Pa. Det vil si at et trykk på 1Pa gir en endring i spenning på 50 mV. Sammenhengen mellom forskyvning, Δd , og endringen i elektrisk spenning ΔV er:

$$\Delta V = E_0 \Delta d$$

Det vil si at for å få en spenning på 50 mV må vi ha flyttet platen:

$$\Delta d = \frac{\Delta V}{E_0} = \frac{8\mu m \cdot 50mV}{200V} = 2 \text{ nm}$$