

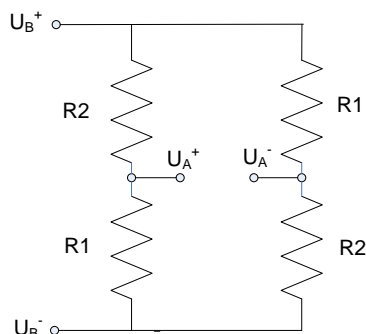
UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Løsningsforslag: FYS3230
Eksamensdag: 15. Desember 2010

1. Sensorkarakteristikk (resistiv trykk transducer)

- Full scale input: 0 – 50 bar , alternativt: 50 bar
- Typisk FSO med 5V forsyningsspenning: $5V * 2mV/V = \underline{10\text{ mV}}$ alternativt: 0-10 mV
- Utgangsimpedans: 350 Ω
- Det er mange måter å tegne broa på, det er kun den sykliske rekkefølgen som er viktig:



2. Avstandsmåling

Velg tre blant:

LVDT (Linear variable differential transformer). Egner seg for avstander av størrelsesorden millimeter. Kan brukes på de fleste faste materialer. Kan også benyttes til nivåmålinger i veske ved å måle på et flyteelement.

Eddy current måling. Egner seg for avstander i størrelsesorden millimeter. Krever at det man skal måle avstanden til er elektrisk ledende.

Transvers induktiv måling. Egner seg for avstander i størrelsesorden millimeter. Krever at det man skal måle på har høy permeabilitet (leder magnetfelt).

Kapasitive målinger. Måling av avstand mellom plater egner seg for avstander i sub-mikrometer til millimeter området. Måling av overlapp mellom elektroder egner seg for målinger av størrelsesorden millimeter (men kan utvides opp mot meter). Begge deler krever at det er en minst en elektrode på hver side av avstanden man skal måle.

Målinger med bruk av potensiometer. Egner seg for målinger av størrelsesorden cm. Kan brukes på de fleste faste materialer. Eventuelt benyttes til nivåmålinger ved å måle på et flyteelement.

Optisk triangulering (f.eks. ved hjelp av en posisjons følsom detektor). Egner seg for måling av avstander fra mm og oppover mot 100 meter. Krever fri sikt og et reflekterende objekt.

Avstandsmåling med reflektert **ultralyd**. Egner seg for måling av avstander fra noen centimeter og oppover mot kilometer. Krever materialer som reflekterer lyd.

Avstandsmåling med reflekterte **mikrobølger** (radar). Egner seg for måling fra noen centimeter og oppover mot titalls kilometer. Krever materialer som reflekterer mikrobølger.

Avstandsmåling med reflektert **lys**. Egner seg for måling fra 100 meter og oppover mot noen kilometer. Krever materialer som reflekterer lys.

Kommentar: Angivelse av måleområde er veldig omtrentlig for alle.

3. Hastighetsmåling

Doppler måling:

Man sender en bølge mot det objektet man skal måle hastigheten på. Bølgen reflekteres og man fanger opp den reflekterte bølgen. Man sammenlikner frekvensen på den utsendte og den oppfangede bølgen. Frekvensforskjellen er proporsjonal med hastigheten mellom sender og reflektor. Bølger som vanligvis benyttes er:

- Ultralyd (f.eks. for strømningshastighet av blod i kroppen)
- Lys bølger ("Laser" for hastighetsmåling i trafikken)
- Mikrobølger (Radar)

Induktive målinger:

Man lar en magnet bevege seg i en spole. Magneten "tar med seg" fluks inn i spolen. Spenningen som genereres er proporsjonal med fluksendring som igjen er proporsjonal med den relative hastigheten mellom spole og magnet.

4. Støy

a) Velg to fra:

- Johnson støy (termisk hvit støy)
- Schottky støy eller shot-noise
- Annen $1/f$ støy

b) Velg to fra:

- Seebeck støy (generert av temperaturforskjeller mellom punkter der forskjellig materialere er koblet sammen i en og samme elektriske krets).
- Magnetisk induksjon (i sløyfer som dannes av ledere eller jordsløyfer)
- Oppfangning av radiobølger (via antenne effekt i ledere)
- Piezoelektrisk effekt (for eksempel koaksial kabler)
- Triboelektrisk effekt (i ledninger og kretser)
- Lekkasjestrømmer på kort

c) Symboler

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

d) Antar at målingen skjer ved romtemperatur (300K). Husk at man må ta kvadratroten for å få RMS verdien (**Root Mean Square**):

$$\sqrt{4 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300\text{K} \cdot 350\Omega \cdot 10\text{kHz}} = 0.241 \mu\text{V}$$

5. Lock-in deteksjon

a) Forsterkning: $-\frac{R_2}{R_1}$

Kommentar 1: Dette er situasjonen vi får i den fasefølsomme detektoren når nFET bryteren leder, men der er $R_2=R_1$ slik at forsterkningen er -1.

Kommentar 2: Dette er en vanlig inverterende forsterker kobling.

b) Forsterkning: 1

Kommentar 1: Dette er situasjonen vi får i den fasefølsomme detektoren når nFET bryteren sperrer.

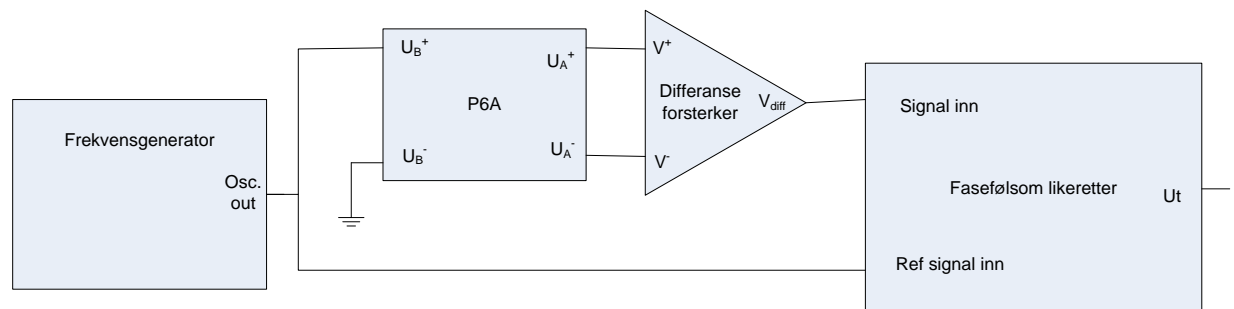
Forklaring: Det går ingen strøm inn i den positive inngangen til forsterkeren. Da må potensialet på den positive inngangen være V_{in} . Siden vi har negativ tilbakekobling må potensialet på den negative inngangen også være V_{in} . Da kan det ikke gå strøm i noen av de øverste motstandene og dermed blir $V_{out}=V_{in}$.

c) Denne delen omformer et periodisk signal (typisk en sinus) til et firkant signal med samme periode og veldefinerte spenningsnivå.

d) Denne delen likeretter alle signaler som har samme frekvens som referanse signalet og dets høyere harmoniske (flytter dem ned i frekvens).

e) Dette er et lavpass filter. Det undertrykker frekvenser utenfor det båndet vi i utgangspunktet var interessert i.

f)



Kommentar: Det kan inkluderes en fasejustering mellom frekvensgeneratoren og den fasefølsomme likeretteren.