

Kurs: <b>FYS3230</b> Sensorer og måleteknikk	Gruppe:	Gruppe-dag:
Oppgave: <p style="text-align: center;"><b>LABORATORIEØVELSE NR 6</b></p>		
Omhandler: <p style="text-align: center;"><b>Temperaturmålinger</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Montering av Pt-100 element, 3-leder kapslet for våtanvendelse</b>  <b>Måling med ukapslet Pt-100 element</b>  <b>Termoelement måling</b>  <b>Termosøyle med tre overganger</b></p> <p style="text-align: center;">Revidert , okt. 06 O. Sveen, B. Skaali</p>		
Utført dato:	Utført av: Navn: email:  Navn: email:	
Godkjent dato:	Godkjent av:	
Kommentar fra veileder:		

## Hensikt

Hensikten med oppgaven er å gjøre studentene kjent med noen problemstillinger forbundet med måling av temperatur gjennom praktisk bruk av vanlige temperatursensorer. Spesielt er det viktig at studenten forstår hvilke feilkilder målingene er beheftet med avhengig av sensortype og måleoppsett.

## Forberedelse

Les gjennom:

- Læreboka Jacob Fraden, Handbook of Sensors, kap 3 og kap 16
- Faktaside fra ELFA katalog om temperaturmåling, vedlegg
- PT100 temperatur/motstandstabell 0°C til 215°C, vedlegg
- Datablad for sensorene som skal brukes, vedlegg
- Denne oppgaven og planlegg forsøkene

## Felles

Vi setter opp tre bad med ulik temperatur:

- Is/vann blanding
- Termostatregulert vannbad 50 grader Celcius
- Termostatregulert vannbad 80 grader Celcius

Disse tre badene brukes for samtlige målinger i de følgende hvis ikke annet er angitt.



Fig. 1 Utstyr for termostatstyrt vannbad

Det skal skrives en laborierapport for de etterfølgende 4 oppgaver. Husk å:

- oppgi målingen av temperatur i grader Celsius
- kommentere usikkerheten i målingene
- skissere måleoppsettet

Dette trenger du til oppgaven:

Varmebad, is, multimeter, Keithley multimeter, power supply, ferdigmontert motstandsbro med potensiometer motstand, Pt-100 i kapslet 3-leder utførelse (stålmantel med tykk rød gummislange), Pt-100 umontert element (2x2mm blå på ene siden, hvit på andre), termoelementledning type K, kompensasjonskabel type K, reagensglass, termisk fett, et lyst hode og diverse kabler og klemmer.

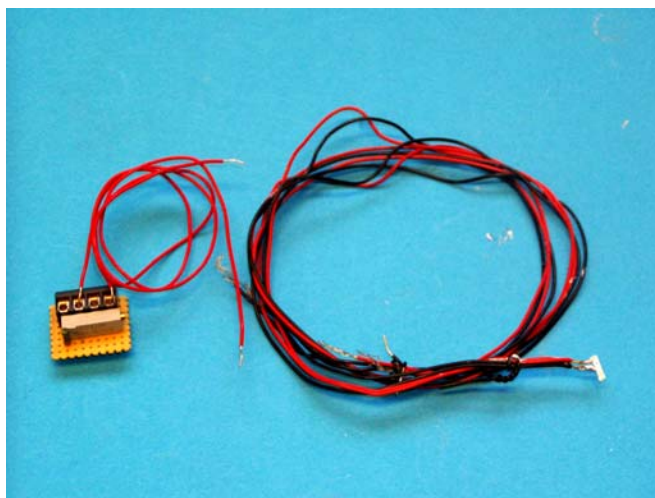


Fig. 2 Ferdigkoblet motstandsbro og potensiometer motstand

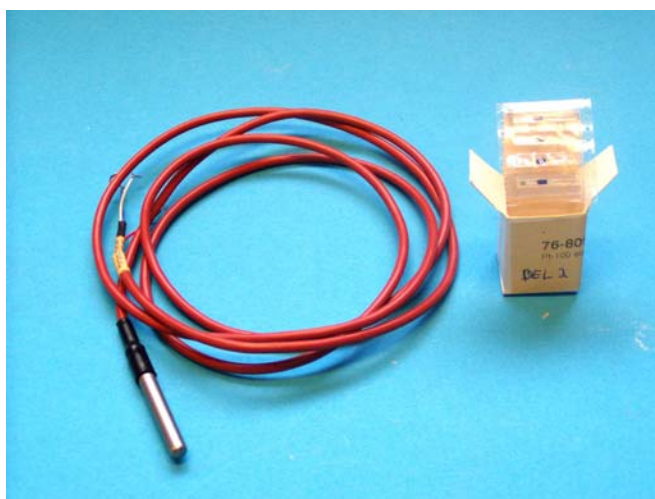


Fig. 3 Pt-100 i kapslet 3-leder (stålmantel), og eske med umonterte Pt-100 elementer



Fig. 4 Termoelementledning type K



Fig. 5 Kompensasjonskabel type K



Fig. 6. Reagensglass og termisk fett

## Oppg. 1 Montering av Pt-100 element, 3-leder kapslet for våtanvendelse

Pt-100 elementer er blant de mest brukte temperatursensorer. Vi monterer opp en 3-leder Pt-100 kapslet for å tåle direkte eksponering til vann (treleder: rød, blå, hvit i rød gummikabel). Elementet kan plasseres direkte ned i badene. I første omgang måler vi kun resistansen mellom rød og blå leder ved tre temperaturer.

- 1a) Noter målingene ved de tre temperaturene. Vent til motstanden har stabilisert seg! Regn om til temperatur enten ved hjelp av tabell eller ved hjelp av uttrykket i ELFAGs faktablad.*
- 1b) Hvilke feilkilder har vi i denne målingen?*
- 1c) Hvordan kan målingen gjøres bedre?*

Bruk den tredje lederen og koble elementet opp i en brokobling som beskrevet i datablad fra ELFA (bruk ferdigmontert brokobling). Velg broforspenning 0,5V.

- 1d) Er dette et bedre måleoppsett enn 2-leder varianten? I tilfelle hvorfor?*
- 1e) Sett opp et uttrykk for resistansen i elementet som funksjon av broas forspenning  $V_b$  og de øvrige bromotstander (oppsettet finnes ferdig på labben).*
- 1f) Hvilken motstand og derved temperatur måler du da?*
- 1g) Hvorfor er Pt-100 elementer så vanlige i bruk, svakheter og styrker?*

## Oppg. 2 Måling med ukapslet Pt-100 element

Vi bruker et ukapslet Pt-100 element (blå på ene side, hvit på andre) til å måle temperatur i badene. Elementet monteres med 4 ledere, to til hver terminal.

Først gjør vi en enkel to-leder måling av motstand.

- 2a) Noter et par avlesninger i de første sekundene etter at du putter reagensglasset i vannbadet. Anslå tidskonstant for innsvingingsforløpet. Noter verdier for de tre målebadene.*
- 2b) Varier eksitasjonsstrømmen (ved å endre måleområdet for Keithley multimeteret) ved måling i isbadet slik at du ser egenoppvarmingseffekten. Hva er strømmen da?*

Spenningen ut fra Keithley meteret når målemodus er satt til  $\Omega$  avhenger av det valgte måleområdet. Følgende verdier er målt (ved hjelp av oscilloscop) for ett av Keithley multimeterene: 2k : 3.07V, 20k : 3.05V, 200k : 2.80V, 2000k : 1.54V, 20M : 0.28V

Koble deretter opp et 4-punkts oppsett hvor du sender strøm gjennom to ledere, mål strømmen, og måler spenningen over de to andre. Bruk Keithley multimeteret som spenningskilde.

- 2c) Hva blir motstanden i dette tilfelle? Hva tilsvares dette i temperatur? Hva er grunnen til avviket?*

### Oppg. 3 Termoelement måling

På laboratoriet finner du et termoelement av type K (tynn grønn toleder) og en kompensasjonskabel type K (tykk grønn toleder).

3a) *Hvilke metaller er disse ledningene laget av?*

Lag et termoelement av ledningene og lag et oppsett for å måle temperatur i vannbadene. Bruk eventuelt isbadet til kobling mellom termoelement og vanlig kabel.

3b) *Hva er hensikten med å legge koblingen i isbad?*

3c) *Hvilken temperatur måler du?*

3d) *Analyser eventuelle feilkilder*

### Oppg. 4 Lag en termosøyle (Thermopile)

Bruk samme termoelementledning til å lage en termosøyle med tre varme og tre kalde "junctions". Bruk den til å måle en av de temperaturene du har tilgjengelig i laboratoriet.

4a) *Hva måler du? Angi metode, verdi og tolkning.*

4b) *Hva er fordelene med en termosøyle fremfor et termoelement?*

#### **Vedlegg:**

Utdrag fra ELFA-katalogen om Temperaturmåling

Tabell for Pt-100 element

Produktinformasjon termoelementkabel, se også "Guide to termocouple...." på labben

På web finnes mange linker til nesten alt. For den som ønsker nærmere opplysninger om termosøylar henvises det f.eks til:

<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-8497-205315/unrestricted/chap2.pdf>