

# Ohms lov

TRULS LARSEN, HÅKON SILSETH OG DANIELIUS STANEVICIUS

UiT - Norges Arktiske Universitet

11. oktober 2022

## Sammendrag

I dette forsøket skal vi se hvordan en ukjent motstand kan indirekte måles ved å måle strømmen over motstanden for ulike spenninger, for så å analysere målingene ved bruk av minste kvadraters metode. Med denne metoden fikk vi målt en motstand til å være på  $R = 1191 \pm 1.6\Omega$ , den samme motstanden målte vi med et multimeter og fikk  $R = 1194 \pm 4\Omega$ . Vi skal også undersøke hvordan den indre motstanden i et multimeter kan innføre systematiske feil og påvirke målingene. Her fant vi ut at når vi brukte en motstand som nærmet seg omtrent 50% av den indre motstanden til multimeteret så fikk vi upålitelige resultat.

## Kommentarer:

# 1 Formål

Formålet med dette forsøket er å bruke multimeter til å måle størrelsen til en ukjent motstand, ved å måle strømmen gjennom motstanden for ulike spenninger, for så å beregne motstanden, og analysere resultatene ved bruk av minste kvadraters metode. Vi skal også undersøke hvordan den indre motstanden til et multimeter kan påvirke målingene. Så av dette forsøket skal vi lære å koble opp elektroniske kretser samt å lese kretsdiagram, og vi skal kunne bruke et multimeter, og vite hva vi må gjøre for å kompensere for dets indre motstand (om nødvendig).

# 2 Teori og definisjoner

## 2.1 Essensielle størrelser

Det er tre størrelser som er mest brukt innen enkel kretsteknikk. Disse er strøm(Ampere(A)), spenning(Volt(V)) og motstand(Ohm( $\Omega$ )). Strøm er et mål på antall elektroner som flyter gjennom et område. Spenning er et mål på mengden elektroner på et sted iforhold til et annet sted. Oftest er dette forskjellen mellom inngangen, og utgangen av spenningskilden. Motstand er et mål på hvor vanskelig det er for strømmen å komme gjennom et gitt område. Stor motstand lar lite strøm gjennom, mens lite/ingen motstand lar strømmen flyte fritt med minimal eller uten noe tap. Nesten alle gjenstander har motstand. I kretser bruker man som regel motsander med kjent motstand.

## 2.2 Målefeil

Målefeilene kan deles i to deler, tilfeldige, og systematiske. Eksempler på tilfeldige feil kan være avlesningsfeil, dersom 4 personer skal lese av verdien av multimeteret ved måling av f.eks spenning, så vil de muligens notere 4 forskjellige verdier. Slike feil kan reduseres eller fjernes fulstendig ved å finne gjennomsnitt, eller liknende. Når det kommer til systematiske feil, så gjelder det selve systemet, eller f.eks apparatet man bruker. Ved måling av spenning  $V$  over motstand  $R$  som funksjon av strøm, vil dataen gi en rett linje ved regresjon. Små avvik på linja kan skyldes på tilfeligefeil. For å rette litt opp ved avvik, innfører vi en avviks  $R_i$ .

$$V_{m\ddot{a}lt} = (R + R_i)I \neq RI \tag{1}$$

## 2.3 Parallell- /Seriekobling

Forsøket kan tilbringe noen måle feil. Dette kan skje dersom ledningene er dårlige og har høy motstand, samme med volt- og amperemeter, og andre komponenter som blir brukt. I et krets med to motstander, kan motstandene kobles i en serie. Dersom dette skjer telles de som et motstand. Dette vises som følgende:

Seriekobling:

$$R_{serie} = R_1 + R_2 \quad (2)$$

Strømmen i dette tilfelle kan regnes ut med Ohms lov. Formelen:

$$I = \frac{U}{R} \quad (3)$$

De to motstandene i seriekoblingen vil ha forskjellig spenningsfall på de. Det totale spenningen over motstandene er  $U$ . Spenningsfallet over den første motstanden vil være:

$$U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

Spenningsfallet over den andre vil være:

$$U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (5)$$

Parallellkobling:

Vi bruker igjen to motstander, men i parallellkobling. Formelen for å regne parallell motstand er:

$$\frac{1}{R_{parallell}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (6)$$

Utifra dette er det mulig å komme frem til en annen formel som er enklere å bruke:  $R_{Parallell} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .

I parallellkobling med to like motstander, vil det være samme som en motstand halvert. Dersom to motstander er ulike, og den ene har mye større motstand enn den andre, vil strømmen flyte gjennom den med mindre motstand.

## 2.4 Multimeter

Funksjonen til en multimeter er å måle strøm, spenning, og motstand. På multimeter finner du 4 innganger som er markert med  $A$ ,  $mA\mu A$ ,  $COM$ , og  $V\Omega diode$ . Symbolene  $A$ ,  $mA\mu A$ , og  $V\Omega diode$  er for å måle store stømer, små strømmer, og spenningen.  $COM$  er for jord, og brukes som referansepunktet. Det som er viktig med koblingene, er at man må ha riktig funksjon valgt på venderen på selve multimeter. Dersom det er valgt feil funksjon kan sikringene sprenges ved høy strøm. F.eks. hvis man bruker høy strøm og kobler til  $mA\mu A$ . For å kunne få rett måling må man bruke riktig funksjon på multimeteret.

Siden spenning og strøm er proporsjonal, så kan man bruke de som voltmeter og amperemeter. Men man må være ekstra obs på å endre funksjoner dersom man skal gå fra å måle spenning til ampere, og vice versa. I et amperemeter bør motstanden være lav, mens i et voltmeter bør det være høy indre resistans. Grunnen til dette er at instrumentet medfører sin indre motstand, dvs. det blir en del av kretsen. Hvis vi kjenner motstanden i instrumentet så kan man justere resultatet. Indre motstand er ganske viktig systematisk feil.

### 3 Eksperimentelt oppsett og framgangsmåte

#### 3.1 Utstysrliste

- To multimeter (Fluke 87 og Protek 506)
- Dekademotstand (opptil  $10\text{k}\Omega$ )
- Strømforsyning: 0-30V (Protek 3015)
- Motstander ( $10\Omega$ ,  $1,2\text{k}\Omega$ ,  $1,5\text{k}\Omega$ ,  $4,7\text{M}\Omega$ )

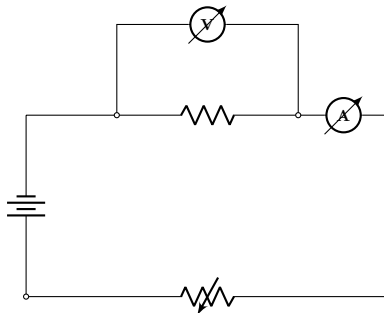
#### 3.2 Oppsett

Task 1:

Utstyr: Strømforsyning (Protek 3015), Voltmeter, amperemeter, motstand ( $1,2\text{k}\Omega$ ), dekademotstand ( $10\Omega$  -  $10\text{k}\Omega$ )

Fremgangsmåte: Ta frem motstand merket med  $R = 1,2\text{k}\Omega$  og mål den multimeterene og finn usikkerheten gitt multimeterene. Deretter koble opp oppsettet som vist i Figur 1. Vi skal måle strøm og spenning der vi endrer strømmen med en faktor på 100. Sett strømforsyningen til 1V. Starter med å sett dekademotstanden på  $10\Omega$ . Så mål volt og amper 3-4 ganger pr dekode. Vi målte for 10, 30, 70, 100, 300, 700, 1k,... ,  $10\text{k}\Omega$ . Så gjør dette på nytt med 10V.

skisse 1,

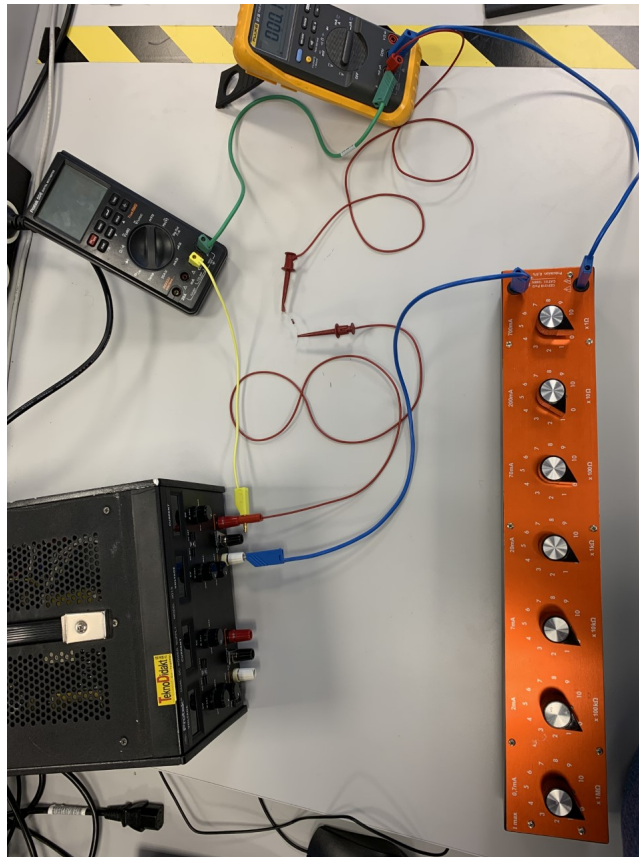


Figur 1: Task 1

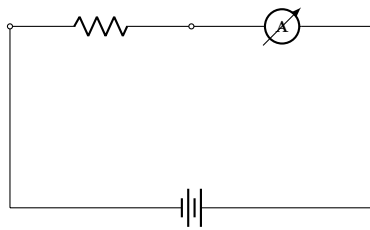
Task 2:

utstyr: Strømforsyning (Protek 3015), Voltmeter, amperemeter, motstander ( $4,7\text{M}\Omega$ ,  $1,2\text{k}\Omega$  og  $10\Omega$ ) Oppsett: Finn frem motstanden på  $4,7\text{M}\Omega$  sett på 40V spenning. Sett opp som figur 2 og mål I og beregn R. Så sett opp som figur 3 og mål V og beregn I. Så sett opp som figur 4 og mål både V og I og beregn R. Så sett opp som figur 5 og mål både V og I og beregn R. Dette skal så gjøres for motstand  $1,2\text{k}\Omega$  og spenning 12V og gjør de samme målingene. Og til slutt gjøre de samme målingene for motstand på  $10\omega$  og spenning 1,2V.

skisse 2a,

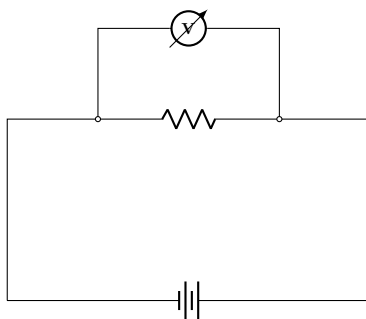


Figur 2: Bilde 1



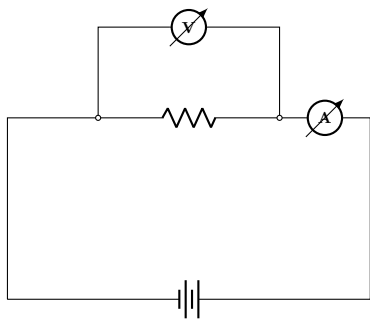
Figur 3: Task 2a

skisse 2b,



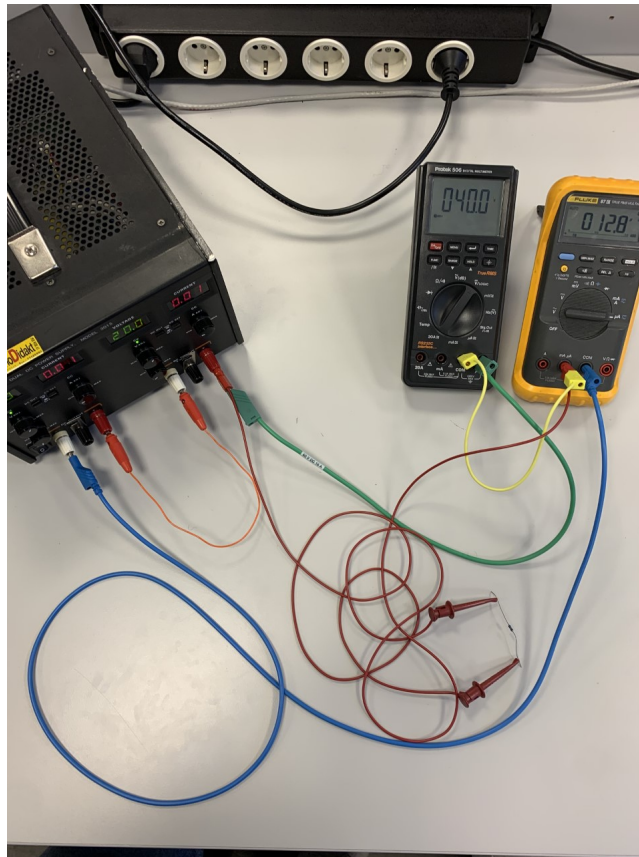
Figur 4: Task 2b

skisse 2c,

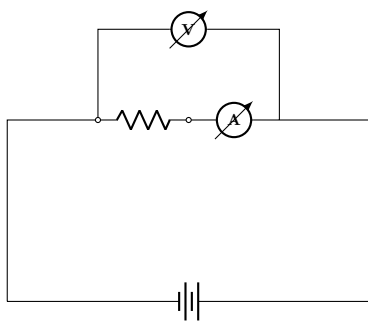


Figur 5: Task 2c

skisse 2d,



Figur 7: Bilde 2



Figur 6: Task 2d

### 3.3 Metode/Fremgangsmåte

## 4 Resultater & Diskusjon

For oppgave 1 gjorde vi to runs” hvor vi varierte dekademotstanden fra  $10\Omega$  –  $10k\Omega$  Hvor vi for run 1 satte spenningskilden til 1 volt og for run 2 brukte vi 10 volt. Før vi startet dette målte vi resistansen i motstanden vår, den var markert som  $1,2k\Omega$ , vi målte den til å være  $1,194k\Omega \pm 0,004k\Omega$ , så den var ganske nærme dens markerte spesifikasjoner.

Tabell 1: Run 1 (1V)

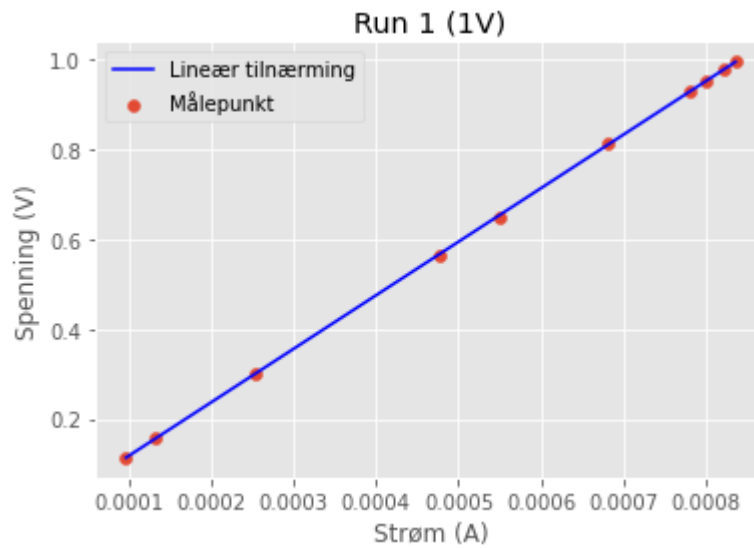
R( $\Omega$ )	V(V)	I( $\mu$ A)	$R_m$ (beregnet)
10	0,995	836	1190
30	0,979	823	1190
70	0,951	799	1190
100	0,928	780	1190
300	0,812	682	1191
700	0,649	549	1182
1000	0,565	476	1187
3000	0,302	254,1	1189
7000	0,156	131,6	1185
10000	0,114	96,7	1179

Tabell 2: Run 2 (10V)

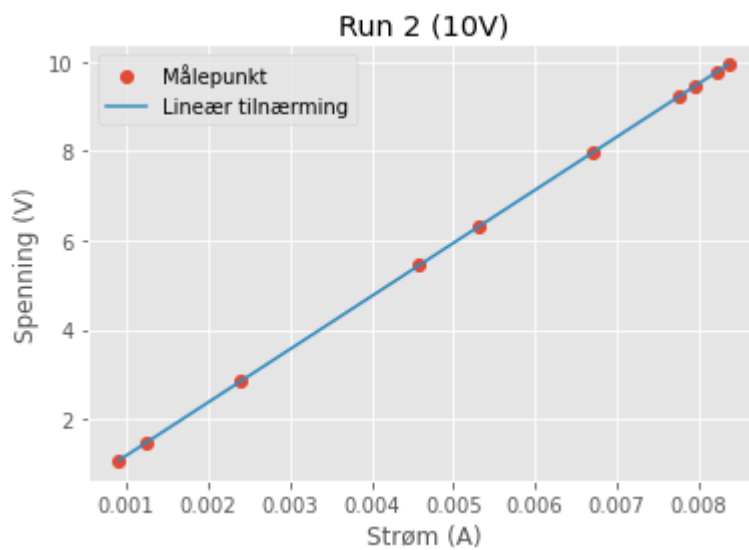
R( $\Omega$ )	V(V)	I(mA)	$R_m$ (beregnet)
10	9,94	8,36	1189
30	9,78	8,22	1190
70	9,46	7,96	1188
100	9,22	7,76	1188
300	7,99	6,71	1191
700	6,3	5,3	1189
1000	5,45	4,58	1190
3000	2,848	2,4	1187
7000	1,459	1,23	1186
10000	1,067	0,9	1186

Hvor R er resistansen til dekademotstanden, V er den målte spenningen over motstanden vår  $R_m$ , I er strømmen målt i kretsen, og  $R_m(beregnet)$  er den beregnede verdien til motstanden  $R_m$ , som er regnet ut med Ohms lov ( $R_m = \frac{V}{I}$ ). For både run 1 og 2 er brukt samme motstand  $R_m$  med målt verdi  $R_m = 1,194k\Omega \pm 0,004k\Omega$ . Hvis vi lager et plot av verdiene, hvor vi plotter spenning som en funksjon av strøm får vi følgende plot.





Figur 8: Run 1



Figur 9: Run 2

Hvor ligningene for regresjonslinjene er  $y = 1191.4x - 0.00156$  og  $y = 1189.6x - 0.00354$  for henholdsvis run 1 og run 2.

Tabell 3: Regresjonsverdier

	Run 1	Run 2
Regresjonslinje	$y = 1191x - 0.00156$	$y = 1190x - 0.00354$
$\sigma_y^2$	$1.95 * 10^{-6}$	$3.61 * 10^{-5}$
$\sigma_a$	1.60	0.682
$\sigma_b$	0.0373	0.0498

Her er en tabell med de fullstendige verdiene fra regresjonsanalysen. Vi ender da opp med stigningstall på 1191 og 1190 for hver av runene. Som stemmer veldig godt med verdien vi fikk da vi målte motstanden med multimeteret ( $R = 1194 \pm 4\Omega$ ). Dette er jo et særlig godt tegn, vi kan også sammenligne usikkerheten til R funnet ved regresjon og til målingen med multimeteret. Med multimeteret fikk vi en usikkerhet på  $\pm 4\Omega$ , minste kvadraters metode ga oss  $\pm 1,6\Omega$  og  $\pm 0,7\Omega$ . Så det er en betydelig forskjell mellom ulikhetene, en kan da konkludere med at en slik indirekte måling av resistens er en veldig god måte å måle resistens på, gitt at man gjør målingene over et stort spenn av strøm og gjør mange nok målinger.

Tabell 4: Kombinasjoner og koblinger

Kombinasjon	1	2	3
e oppgitt(V)	40	12	1,2
R oppgitt(ohm)	4700000	1500	10
<b>Kobling A</b>			
I målt	0,0000088	0,00799	0,0999
R beregnet	4545454,545	1501,877347	12,01201201
<b>Kobling B</b>			
V målt	40,1	12,03	1,2
I beregnet	8,53191E-06	0,00802	0,12
<b>Kobling C</b>			
V målt	40	12,01	1,004
I målt	0,0000127	0,008	0,0998
R beregnet	3149606,299	1501,25	10,06012024
<b>Kobling D</b>			
V målt	40	12,03	1,203
I målt	0,0000087	0,00801	0,0993
R beregnet	4597701,149	1501,872659	12,11480363

Her kan vi se at for de fleste målinger får forventede svar, men ikke alltid. For kobling C oppsett 1 for eksempel ser vi at vi får mye lavere strøm enn forventet (dette vet vi siden den beregnede resistansen er alt for lav, og den måle spenningen er riktig, da må, ifølge ohms lov, strømmen være feil). Dette er på grunn av den indre motstanden i multimeteret. På en forenklet måte kan man forklare dette slik, vi kan si at strømmen har to veier å ta, enten

gjennom motstanden eller gjennom den indre motstanden til multimeteret. I C1 er motstanden vår og den indre motstanden til multimeteret ( $\approx 10M\Omega$ ) omtrent like. Strømmen har da ingen grunn til å velge en vei over den andre, og vil spre seg. Dette gjør at vi får en helt annen verdi når vi måler det i amperemeteret. I de oppsettene der vi får forventede verdier er enten forskjellen i motstand veldig stor slik at det er fordelaktig for strømmen å gå gjennom motstanden, eller kretsen er koblet på en måte slik at dette ikke kan skje.

## 5 Konklusjon

Ut i fra dette forsøket kan vi konkludere med at en ukjent motstand kan indirekte måles ved å gjøre flere målinger med varierende spenning, for så å bruke regresjonsanalyse for å finne den beste tilpassede linjen. Vi har også sett hvordan den indre motstanden i multimeteret kan påvirke målingene våre, og vi må derfor være varsom dersom vi bruker motstander med lik resistens som den indre motstanden i multimeteret, og vi må eventuelt endre kretsen for å gjøre rede for dette.

## A Appendix