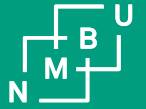


Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet



# Voltmeter og amperemeter

Bård Tollef Pedersen og Erik Lykke Trier

# Innholdsfortegnelse

- Innledning
- Teori og metoder
- Resultater
- Diskusjon
- Konklusjon
- Reslutater



<https://shopurl.at/brF89>



<https://shopurl.at/npwS0>

# Innledning

- Elektronikk
- Strøm, spenning og motstand
- Analogt operatur
- Multimeter
- Feilforplantning
- Indre motstand i operaturet



<https://shorturl.at/dhpG2>

# Teori og metoder

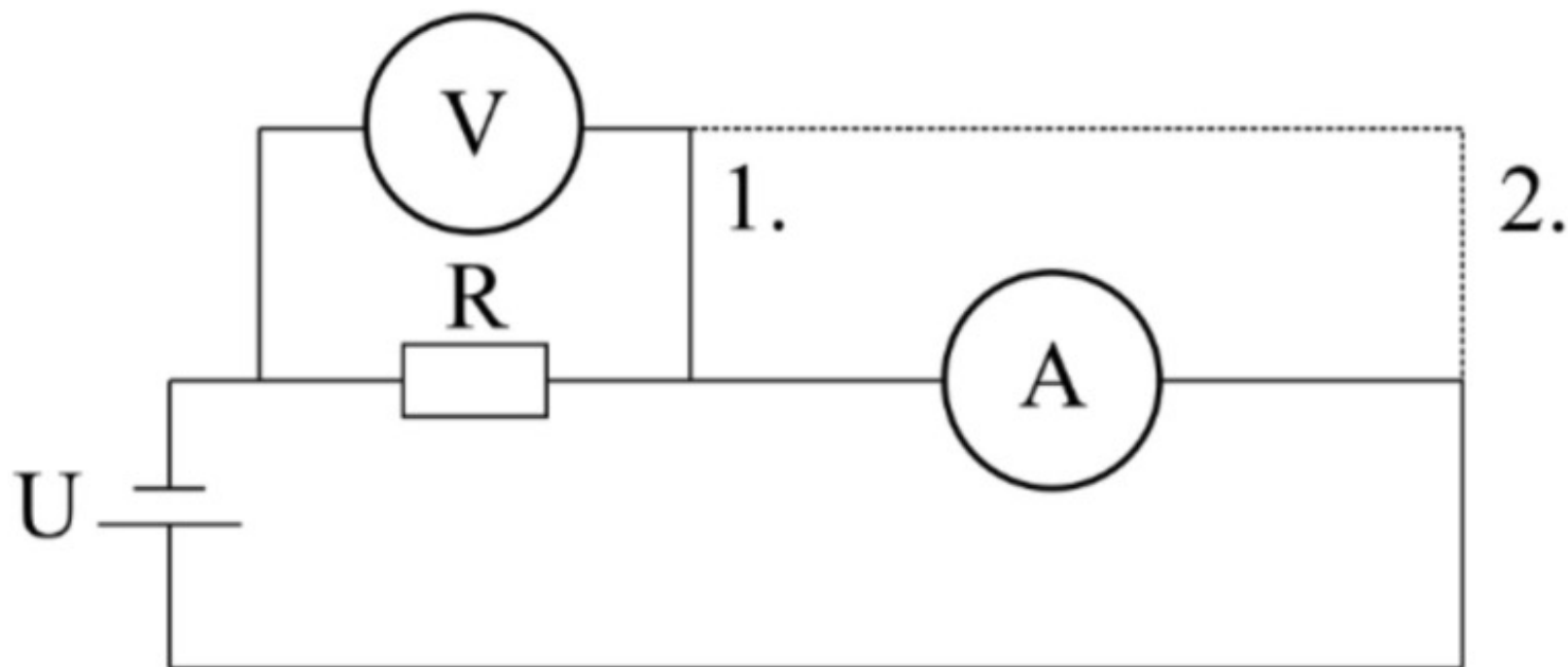
- Teori
- Metode
- Formler



<https://shorturl.at/amnvQ>

# Metode

Krets oppsett av krets 1 og krets 2



Hentet fra oppgaveteksten til rapporten.



# Formler

- Ohms lov
- Gauss' feilforplantningslov
- Krets 1
- Krets 2

$$V = RI$$

Ohms lov,  
hvor V er spenningen, I er  
strømmen og R er motstanden.

$$\delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \delta x_1\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \delta x_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \delta x_n\right)^2}$$

Gauss' feilforplantningslov,  
hvor  $\delta f$  er den totale usikkerheten,  $\delta x_i$   
er usikkerheten i variabel  $x_i$ , og  $\partial f / \partial x_i$  er  
den partielle derivate av funksjonen f  
med hensyn til variabelen  $x_i$ .

$$\frac{\delta R_{ukorr}}{R_{ukorr}} = \sqrt{\left(\frac{\delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\delta I}{I}\right)^2}$$

Formelen for den relative usikkerheten til den ikke korrigerte  
motstanden,  
hvor  $R_{ukorr}$  er den ukorrigerte motstanden,  $\delta R_{ukorr}$  er usikkerheten  
til den ukorrigerte motstanden,  $\delta V$  er usikkerheten til spenningen  
og  $\delta I$  er usikkerheten til strømmen.





# Formler for korrigert motstand, krets 1

$$R = \frac{V}{I - \frac{V}{R_V}}$$

Formelen for den korrigert motstand,  
Her er  $R_V$  motstanden gjennom voltmeteret.

$$\frac{\delta R}{R} = \frac{1}{1 - \frac{R_{ukorr}}{R_V}} \sqrt{\left(\frac{\delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\delta I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\delta R_V}{R_V}\right)^2 \left(\frac{R_{ukorr}}{R_V}\right)^2}$$

Formelen for den relativ usikkerheten til korrigert motstand,  
Her er  $\delta R$  usikkerheten til den korrigerte motstanden,  $\delta R_V$  er usikkerheten til motstanden gjennom voltmeteret.



## Formler for korrigert motstand, krets 2

$$\delta R = \sqrt{\left(\frac{\partial R}{\partial V} \delta V\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I} \delta I\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial R_\alpha} \delta R_\alpha\right)^2}$$

$$R = \frac{V - R_\alpha I}{I} = \frac{V}{I} - R_\alpha = R_{ukorr} - R_\alpha$$

Formelen for den korrigert motstand  
her er  $R_\alpha$  den indre motstanden i  
amperemeteret.

$$\frac{\partial R}{\partial V} = \frac{1}{I} \quad \frac{\partial R}{\partial I} = -\frac{V - R_\alpha I}{I^2} = -\frac{R}{I} \quad \frac{\partial R}{\partial R_\alpha} = -1$$

$$\partial R = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{I}\right)^2 + \left(-\frac{R}{I} \partial I\right)^2 + (-\partial R_\alpha)^2}$$

$$\partial R R_{2,ukorr} = R_{2,ukorr} \sqrt{\left(\frac{\partial V}{I}\right)^2 + \left(-\frac{R}{I} \partial I\right)^2 + (-\partial R_\alpha)^2}$$

$$\partial R = R_{2,ukorr} \sqrt{\left(\frac{\partial V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\partial I}{I}\right)^2 + \left(\frac{\partial R_\alpha}{R_{2,ukorr}}\right)^2}$$

Formelen for den relativ usikkerhet til korrigert  
motstand.



# Resultater

- Krets 1
- Krets 2

Teoretiske verdier mot målte verdier fra multimeteret

Komponent	Oppgittverdi	Målt Verdi
Motstand 1	330 $\Omega$	329.3 $\pm$ 3.2 $\Omega$
Motstand 2	680 $\Omega$	678.0 $\pm$ 6.3 $\Omega$
Amperemeter 6 mA	32 $\Omega$	31.7 $\pm$ 0.5 $\Omega$
Amperemeter 12 mA	16 $\Omega$	16.2 $\pm$ 0.3 $\Omega$
Voltmeter	3000 $\Omega$	3001 $\pm$ 27 $\Omega$
Batteri	3.0 V	2.9 $\pm$ 0.2 V



## Krets 1

Målte verdier

Motstand( $\Omega$ )	Strøm(mA)	Spenning(V)
329.3 $\pm$ 3.2	9.4 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.1
678.0 $\pm$ 6.3	5.1 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.1

Beregnde verdier for motstand

Motstand( $\Omega$ )	Ukorrigert Verdi( $\Omega$ )	Korrigert Verdi( $\Omega$ )
329.3 $\pm$ 3.2	297.9 $\pm$ 2.5	330.7 $\pm$ 3.0
678.0 $\pm$ 6.3	554.5 $\pm$ 4.4	680.1 $\pm$ 6.2



## Krets 2

Målte verdier

Motstand( $\Omega$ )	Strøm(mA)	Spennings(V)
329.3 $\pm$ 3.2	8.5 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.1
678.0 $\pm$ 6.3	4.2 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.1

Beregnde verdier for motstand

Motstand( $\Omega$ )	Ukorrigeret Verdi( $\Omega$ )	Korrigeret Verdi( $\Omega$ )
329.3 $\pm$ 3.2	347.1 $\pm$ 3.0	330.9 $\pm$ 3.1
678.0 $\pm$ 6.3	710.8 $\pm$ 6.3	679.1 $\pm$ 6.3

# Diskusjon

- Feilkilder
  - Måleinstrument
  - Usikkerhet I koblingene
  - Indre motstand
  - Feilforplantning
  - Avlesningsfeil
- Krets 1
- Krets 2





## Krets 1

Målte verdier

Motstand( $\Omega$ )	Strøm(mA)	Spennings(V)
329.3 $\pm$ 3.2	9.4 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.1
678.0 $\pm$ 6.3	5.1 $\pm$ 0.1	2.8 $\pm$ 0.1

Beregnde verdier for motstand

Motstand( $\Omega$ )	Ukorrigeret Verdi( $\Omega$ )	Korrigeret Verdi( $\Omega$ )
329.3 $\pm$ 3.2	297.9 $\pm$ 2.5	330.7 $\pm$ 3.0
678.0 $\pm$ 6.3	554.5 $\pm$ 4.4	680.1 $\pm$ 6.2



## Krets 2

Målte verdier

Motstand( $\Omega$ )	Strøm(mA)	Spennings(V)
329.3 $\pm$ 3.2	8.5 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.1
678.0 $\pm$ 6.3	4.2 $\pm$ 0.1	3.0 $\pm$ 0.1

Beregnde verdier for motstand

Motstand( $\Omega$ )	Ukorrigert Verdi( $\Omega$ )	Korrigert Verdi( $\Omega$ )
329.3 $\pm$ 3.2	347.1 $\pm$ 3.0	330.9 $\pm$ 3.1
678.0 $\pm$ 6.3	710.8 $\pm$ 6.3	679.1 $\pm$ 6.3



# Konklusjon

- Krets 1
  - 0.4%, 330 $\Omega$
  - 0.3%, 680 $\Omega$
- Krets 2
  - 0.5%, 330 $\Omega$
  - 0.2%, 680 $\Omega$
- Vellykket

## Kilder

- Paul Bjørn Andersen. Ohms lov.  
[https://snl.no/Ohms\\_lov](https://snl.no/Ohms_lov), 2021.
- Achim Kohler. *Ampermeter og voltmeter*. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, 2023.
- John R Taylor. Error analysis. *Univ. Science Books*, Sausalito, California, 20, 1997.
- Øyvind Grøn. Elektrisk strøm.  
[https://snl.no/elektrisk\\_strm](https://snl.no/elektrisk_strm), 2021.



Takk for oss.

