

HOCHSCHULE OSNABRÜCK

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik

Labor für Grundlagen der Elektrotechnik

Elektrotechnisch-physikalische Grundlagen für Technische Informatik

Versuch 3

Widerstandmessverfahren

Verantwortlicher		
Name	Vorname	Matrikel-Nr.
Helming	Nils	976 249

Weitere Gruppenmitglieder		
Name	Vorname	Matrikel-Nr.

Versuchstag	Mi 21.10.2020	12:15
-------------	---------------	-------

Dozent

Testat [vom Dozenten auszufüllen]

Aufgabe 1:

In diesem Versuch sollten Widerstände ($2,7\Omega$ und $10k\Omega$) mittels Strom- und Spannungsfehlerschaltungen gemessen werden. Dabei sollte klar werden, wie sich die Messgeräte auf die Messungen auswirken.

(a) Widerstände unter Vernachlässigung der Messgeräte

Wenn die Messwerte für Strom und Spannung ohne Berücksichtigung auf die Innenwiderstände der jeweiligen Messgeräte berechnet werden, kommen wir auf folgende Widerstandswerte:

(1) Stromfehlerschaltung mit $2,7\Omega$ Widerstand:

Es wurde ein Strom von $500mA$ und eine Spannung von $1,36V$ gemessen.

Somit würden wir einen Widerstand von $R = \frac{U}{I} = \frac{1,36V}{500mA} = 2,72\Omega$ erwarten.

(2) Stromfehlerschaltung mit $10k\Omega$ Widerstand:

Hier haben sich Messungen von $4,75V$ und $0,5mA$ ergeben.

Damit hätten wir einen Widerstand von $R = \frac{U}{I} = \frac{4,75V}{0,5mA} = 9,5k\Omega$ gemessen.

(3) Spannungsfehlerschaltung mit $2,7\Omega$ Widerstand:

Hier wurden $1,78V$ Spannung bei $500mA$ festgestellt.

Der zu erwartende Widerstand wäre damit $R = \frac{U}{I} = \frac{1,78V}{500mA} = 3,56\Omega$.

(4) Spannungsfehlerschaltung mit $10k\Omega$ Widerstand:

In diesem Fall sind $5,2V$ Spannung bei $0,5mA$ festgestellt worden.

Der gemessene Widerstand ist also $R = \frac{U}{I} = \frac{5,2V}{0,5mA} = 10,4k\Omega$.

(b) Widerstände bei Berücksichtigung der jeweiligen zuzüglichen Innenwiderstände

Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Innenwiderstände des jeweilig relevanten Messgeräts ergeben sich diese Widerstände:

In der Stromfehlerschaltung bestimmt das Amperemeter nicht nur den Strom durch den Widerstand R_x , sondern auch den Strom durch das Voltmeter. Also haben wir in (a) den gesamten Widerstand R_{ges} über das Voltmeter und den gesuchten Widerstand bestimmt. Da das Voltmeter parallel zu R_x steht ist dessen Widerstand R_{iV} in folgender Relation zu den übrigen:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{R_{ges}} &= \frac{1}{R_{iV}} + \frac{1}{R_x} \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{R_x} &= \frac{1}{R_{ges}} - \frac{1}{R_{iV}} \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{R_x} &= \frac{R_{iV}}{R_{ges} \cdot R_{iV}} - \frac{R_{ges}}{R_{iV} \cdot R_{ges}} \\
 \Leftrightarrow \frac{1}{R_x} &= \frac{R_{iV} - R_{ges}}{R_{iV} \cdot R_{ges}} \\
 \Leftrightarrow R_x &= \frac{R_{iV} \cdot R_{ges}}{R_{iV} - R_{ges}}
 \end{aligned}$$

(1) Stromfehlerschaltung mit $R_x = 2,7\Omega$:

Hier hat sich $R_{ges} = 2,72\Omega$ ergeben. Der während dem Versuch bestimmte Innenwiderstand war $R_{iV} =$

60kΩ. Aus der obigen Gleichung folgt dann:

$$\begin{aligned} R_x &= \frac{R_{iV} \cdot R_{ges}}{R_{iV} - R_{ges}} \\ &= \frac{60\text{k}\Omega \cdot 2,72\Omega}{60\text{k}\Omega - 2,72\Omega} \\ &\approx 2,72\Omega \end{aligned}$$

(2) Stromfehlerschaltung mit $R_x = 10\text{k}\Omega$:

Hier hat sich $R_{ges} = 9,5\text{k}\Omega$ ergeben. Der während dem Versuch bestimmte Innenwiderstand war $R_{iV} = 200\text{k}\Omega$. Aus der obigen Gleichung folgt dann:

$$\begin{aligned} R_x &= \frac{R_{iV} \cdot R_{ges}}{R_{iV} - R_{ges}} \\ &= \frac{200\text{k}\Omega \cdot 9,5\text{k}\Omega}{200\text{k}\Omega - 9,5\text{k}\Omega} \\ &\approx 9974\Omega \end{aligned}$$

In der Spannungsfehlerschaltung bestimmt das Voltmeter nicht nur den Spannungsabfall durch den Widerstand R_x , sondern zusätzlich den Spannungsabfall an dem Amperemeter. Da wir in (a) den gesamten Widerstand R_{ges} über den gesuchten Widerstand R_x und das Amperemeter gemessen haben, liegen R_x und der Innenwiderstand R_{iA} des Amperemeters in Reihe. Also gilt:

$$\begin{aligned} R_{ges} &= R_{iA} + R_x \\ \Leftrightarrow R_x &= R_{ges} - R_{iA} \end{aligned}$$

(3) Spannungsfehlerschaltung mit $R_x = 2,7\Omega$:

Hier hat sich $R_{ges} = 3,56\Omega$ ergeben. Der während dem Versuch bestimmte Innenwiderstand war $R_{iA} = 0,9\Omega$. Aus der obigen Gleichung folgt dann:

$$\begin{aligned} R_x &= R_{ges} - R_{iA} \\ &= 3,56\Omega - 0,9\Omega \\ &= 2,66\Omega \end{aligned}$$

(4) Spannungsfehlerschaltung mit $R_x = 10\text{k}\Omega$:

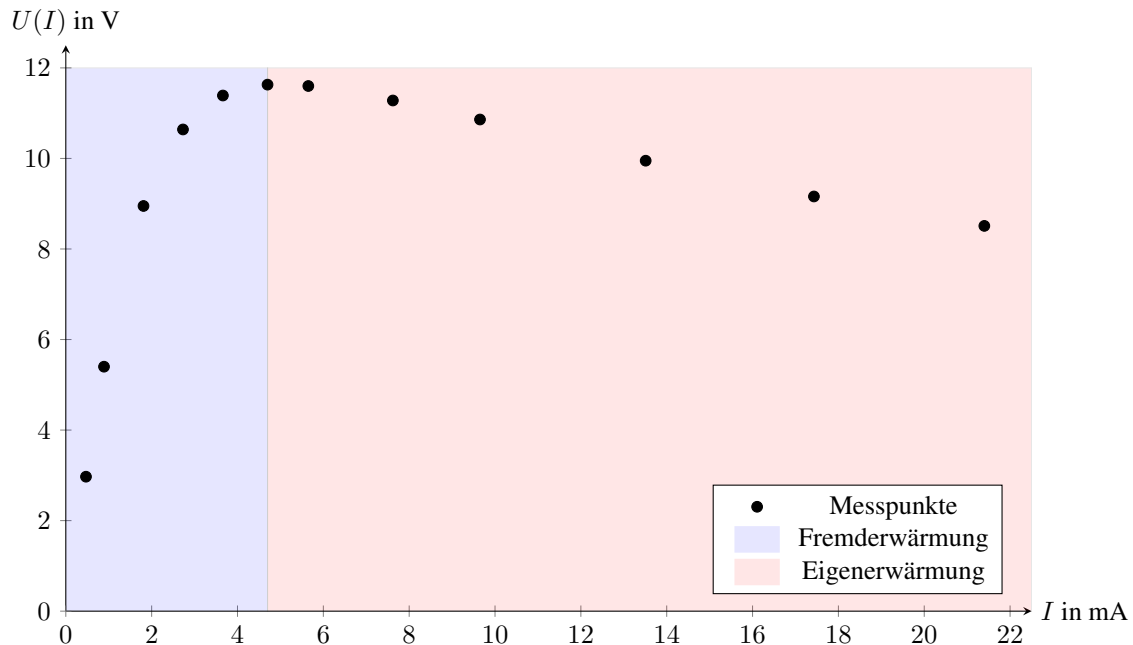
Hier hat sich $R_{ges} = 10,4\text{k}\Omega$ ergeben. Der während dem Versuch bestimmte Innenwiderstand war $R_{iA} = 480,4\Omega$. Aus der obigen Gleichung folgt dann:

$$\begin{aligned} R_x &= R_{ges} - R_{iA} \\ &= 10,4\text{k}\Omega - 480,4\Omega \\ &\approx 9,9\text{k}\Omega \end{aligned}$$

Aufgabe 2:

Es wurde ein NTC mit immer steigenden Strömen betrieben. Dieser war zunächst in einem Glasgefäß von der Umluft abgeschlossen. Es wurden die dabei resultierenden Ströme und Spannungsabfälle notiert. Zuletzt wurde bei dem höchst angelegten Strom der NTC aus dem Gefäß entnommen und in der Luft bewegt.

Zunächst sollten die Messwerte aus dem Messprotokoll Grafisch dargestellt werden.



Der Widerstand erhöht sich während Luftbewegung, da (dem Namen nach: Negative Temperature Coefficient) der NTC negative Temperatur-Koeffizienten (z.B. α_{20}) hat. Also der Widerstand sinkt, wenn die Temperatur steigt. Oder andersherum: Der Widerstand steigt, sofern die Temperatur sinkt. Durch die Bewegung kann der NTC - welcher zu diesem Zeitpunkt in Eigenerwärmung war - mehr Hitze an die umliegende Luft verlieren, die Temperatur des NTC sinkt also. Und damit steigt der Widerstand des NTC.

Aufgabe 3:

Hier sollte ein Widerstand mittels Spannungsabgleich bestimmt werden. Dafür wurde eine Schleifdrahtmessbrücke zusammen mit einem bekannten Widerstand ($R_4 = 1\text{k}\Omega$) verwendet. Die Position der Schleifdrahtmessbrücke zum Zeitpunkt des Abgleichs wurde zusammen mit der Gesamtlänge notiert.

Da in dieser Aufgabe eine Schleifdrahtmessbrücke verwendet wurde, um den Spannungsabgleich zu erreichen, können wir folgende Gleichung anwenden:

$$R_x = R_4 \cdot \frac{x}{l - x}$$

In unserem Fall wurde ein Widerstand $R_4 = 1\text{k}\Omega$ vorgegeben und die Gesamtlänge der Messbrücke betrug $l = 100\text{cm}$. Der Ausgleich wurde bei $x = 54,6\text{cm}$ erreicht. Damit ergibt sich:

$$\begin{aligned} R_x &= R_4 \cdot \frac{x}{l - x} \\ &= 1\text{k}\Omega \cdot \frac{54,6\text{cm}}{100\text{cm} - 54,6\text{cm}} \\ &\approx 1,2\text{k}\Omega \end{aligned}$$

Aufgabe 4:

Es sollten die spezifischen Widerstände von drei verschiedenen Metallstäben ($d = 4\text{mm}$) bestimmt werden. Dafür wurde mit einer Vierleiteranordnung Strom und Spannung über einen Großteil der Metalle gemessen.

Die Querschnittsfläche der drei Stäbe beträgt $A = \pi \cdot (4\text{mm})^2 = 50,3\text{mm}^2$ und der Abstand zwischen den Messspitzen ist $l = 0,25\text{m}$. Aus der folgenden Gleichung lassen sich dann die spezifischen Widerstände der Metalle bestimmen:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho \cdot l}{A} \\ \Leftrightarrow \rho &= \frac{R \cdot A}{l} && \text{mit } U = I \cdot R: \\ \Leftrightarrow &= \frac{U \cdot A}{I \cdot l} \end{aligned}$$

(1) Aluminiumlegierung:

$$\begin{aligned} \rho_A &= \frac{2,295\text{mV} \cdot 50,3\text{mm}^2}{10\text{A} \cdot 0,25\text{m}} \\ &\approx 46,2 \frac{\text{m}\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 46,2 * 10^{-3} \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 46,2 * 10^{-7} \Omega\text{cm} \end{aligned}$$

(2) Kupferlegierung:

$$\begin{aligned} \rho_K &= \frac{0,856\text{mV} \cdot 50,3\text{mm}^2}{10\text{A} \cdot 0,25\text{m}} \\ &\approx 17,2 \frac{\text{m}\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 17,2 * 10^{-3} \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 17,2 * 10^{-7} \Omega\text{cm} \end{aligned}$$

(3) Messing:

$$\begin{aligned} \rho_M &= \frac{3,607\text{mV} \cdot 50,3\text{mm}^2}{10\text{A} \cdot 0,25\text{m}} \\ &\approx 72,6 \frac{\text{m}\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 72,6 * 10^{-3} \frac{\Omega\text{mm}^2}{\text{m}} \\ &= 72,6 * 10^{-7} \Omega\text{cm} \end{aligned}$$

2.1

	2,7Ω	10kΩ
a)	$U = 1,36V$ $I = 500mA$ $R_{IV} = 60kΩ$	$U = 4,75V$ $I = 0,5mA$ $R_{IV} = 200kΩ$
b)	$U = 1,78V$ $I = 500mA$ $R_{IA} = 0,9Ω$	$U = 5,20V$ $I = 0,5mA$ $R_{IA} = 480,4Ω$

2.2

I ungefähr in mA	I tatsächlich in mA	U in V	U in V
0,5	0,47	2,97	bei Bewegung
1	0,89	5,40	
2	1,81	8,95	
3	2,73	10,64	
4	3,66	11,39	
5	4,70	11,63	
6	5,65	11,60	
8	7,62	11,28	
10	9,56	10,86	
14	13,51	9,95	
18	17,43	9,16	
22	21,40	8,51 11,41

Notieren Sie die tatsächlichen Ströme und die Spannungen am NTC.

2.3

$$x = 54,6cm \quad l = 100cm$$

2.4

Aluminiumlegierung	$U = 2,295mV$	$I = 10A$	$d = 8mm$
Kupferlegierung	$U = 0,856mV$	$I = 10A$	$d = 8mm$
Messing	$U = 3,607mV$	$I = 10A$	$d = 8mm$