

Versuch E01: Messbereiche von Strom- und Spannungsmessgeräten

14. April 2023

I. Einleitung

Um die Genauigkeit eines Strom- oder Spannungsinstrumentes optimal auszunutzen, soll der Zeigerausschlag möglichst **im oberen Drittel** der Skala liegen. Damit das bei verschiedenen Messwerten möglich ist, passt man den Messbereich dem zu messenden Wert an. Bei **Voltmetern** geschieht dies durch **Vorwiderstände**, bei Ampèremetern durch **Parallelwiderstände**. Der Wert dieser Widerstände richtet sich nach dem gewünschten Messbereich und den elektrischen Kenndaten des benutzten Messwerkes.

In diesem Praktikumsversuch sollen zunächst die elektrischen Kenndaten (d.h. Stromfluss für Vollausschlag und Innenwiderstand) eines Drehspulmesswerkes bestimmt werden. Danach wird das Messwerk mit Hilfe von Widerständen in seinen Messbereichen als Voltmeter bzw. Ampèremeter erweitert und schließlich werden für je einen Strom- und Spannungsmessbereich die zugehörigen Kalibrierkurven aufgenommen.

Man mache sich zuvor mit der Wirkungsweise und den Eigenschaften eines Drehspulmesswerkes vertraut. Es ist von Haus aus ein **Galvanometer**, d.h.: ursächlich bewirkt der **elektrische Strom** den Zeigerausschlag.

I.1. Ohm'sches Gesetz

Strom, der durch einen Widerstand fließt, sorgt für einen Spannungsabfall über diesen Widerstand, der proportional zum Strom ist. Für Ohmsche Widerstände ist der Widerstand, gemessen in Ohm (Ω), konstant und es gilt das

$$\text{Ohm'sche Gesetz} \quad U = R \cdot I \quad (1)$$

I.2. Kirchhoff'sche Regeln

In Stromkreisen kann man die Kirchhoff'schen Regeln anwenden, um Ströme und Potentiale an verschiedenen Punkten zu berechnen. Die *Knotenregel* besagt, dass die Summe aller in einen Punkt hineinfließenden Ströme gleich der Summe aller aus dem Punkt herausfließenden Ströme ist (Ladungserhaltung).

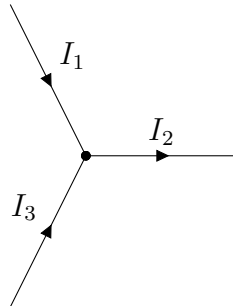


Abbildung 1: Knotenregel

Die *Maschenregel* besagt, dass die Summe aller in einer Masche abfallenden Spannungen zusammen mit der anliegenden Spannung Null ergibt, in der Masche gilt Energieerhaltung.

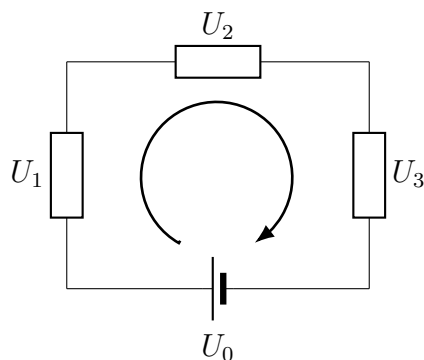


Abbildung 2: Maschenregel

Knoten Regel	$\sum_{i=1}^N I_i = 0$	(2)
---------------------	------------------------	-----

Maschen Regel	$\sum_{i=1}^N U_i = 0$	(3)
----------------------	------------------------	-----

II. Aufgaben

II.1. Bestimmung der elektrischen Eigenschaften des Drehspulmesswerkes

Zunächst kontrolliere man den **mechanischen Nullpunkt** und stelle ggfs. nach.

- a) Nach der Schaltung von Abb. 3 messe man den Strom I_V für den Vollausschlag des Zeigers des Messwerkes MW.

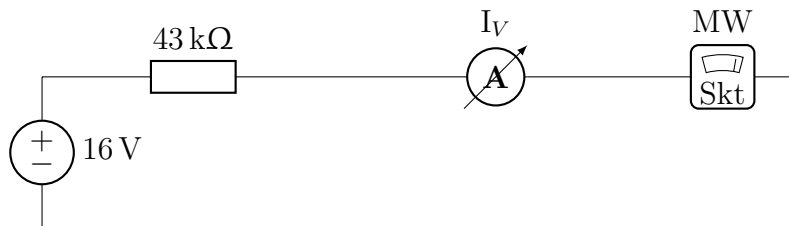


Abbildung 3: Schaltung zur Messung von I_V

- b) Zur Bestimmung des Innenwiderstandes R_i des Messwerkes MW schalte man parallel zu letzterem eine Widerstandsdekade (Abb. 4) und stelle sie so ein, bis das Messwerk genau den halben Ausschlag anzeigt.

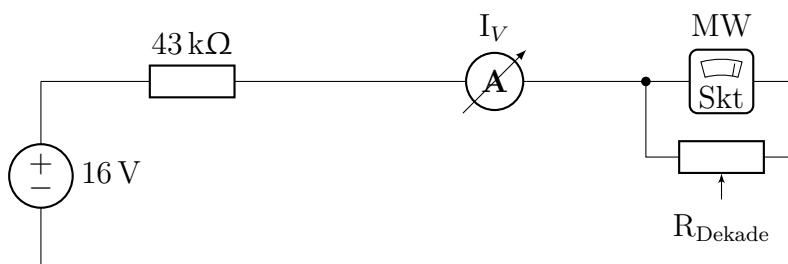


Abbildung 4: Schaltung als Ampèremeter und zur Messung des Innenwiderstandes

Man achte dabei streng darauf, dass der durch das Vergleichsinstrument angezeigte Strom I_V konstant bleibt und stelle ggfs. nach. Wie lässt sich aus dem abgelesenen Widerstandswert der Innenwiderstand R_i berechnen?

- c) Aus R_i und I_V berechne man den Spannungsabfall U_V über dem Messwerk bei Vollausschlag des Zeigers.
- d) Man berechne die vom Drehspulmesswerk verbrauchte Leistung bei Vollausschlag und bei halbem Ausschlag des Zeigers.

II.2. Erweiterung der Messbereiche des Drehspulmesswerkes

Für die folgenden Aufgaben unter a) und b) berechne man zunächst mit Hilfe des OHM'schen Gesetzes und der KIRCHHOFF'schen Gesetze der Stromverzweigung die Widerstände, die die Widerstandsdekade in den verschiedenen Messbereichen theoretisch annehmen sollte und vergleiche diese Werte nachher mit den auf der Widerstandsdekade abgelesenen Werten des Experimentes.

Anschliessend kalibriere man mit höchstmöglicher Ableseschärfe das jeweils auf den ersten Meßbereich ($300\ \mu\text{A}$ bzw. $1\ \text{V}$) eingestellte Messwerk, fertige eine Präzisionsgrafik in DIN A4-Format an, die den Zusammenhang zwischen Messwert und Zeigerausschlag wiedergibt und prüfe so die Annahme unter Punkt II.1b), wonach zu "halbem Vollausschlag" genau der "halbe Strom für Vollausschlag" gehört. Lassen sich Abweichungen feststellen?

- Man stelle den Messbereich des Messwerkes mit Hilfe des Vielfachinstrumentes und der Widerstandsdekade auf den Strombereich von zunächst $300\ \mu\text{A}$ und dann von $150\ \mu\text{A}$ ein (Abb. 4). Wie groß sind die eingestellten Parallelwiderstände R_p ?
- Man stelle den Messbereich des Messwerkes mit Hilfe des Vielfachinstrumentes und der Widerstandsdekade auf den Spannungsbereich von zunächst $1\ \text{V}$ und dann von $0,5\ \text{V}$ ein (Abb. 5). Wie groß sind die eingestellten Vorwiderstände R_V ?

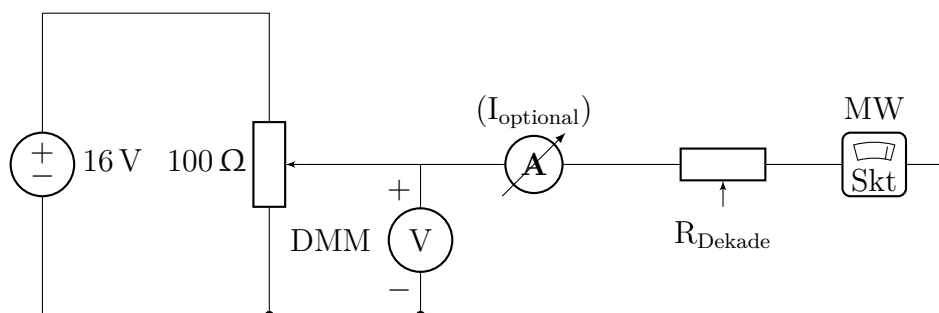


Abbildung 5: Schaltung als Voltmeter

III. Hinweise zur Versuchsdurchführung

- Man lese die Instrumente stets sorgfältig ab (Zeiger senkrecht über der Skala). Das Ampèremeter sollte auf Gleichstrommessung (DCI) und einen festen Messbereich eingestellt werden, so dass Ströme von $10\ \mu\text{A}$ bis $300\ \mu\text{A}$ abgelesen werden können.
- Um Leitungswiderstände und Kontaktwiderstände vernachlässigbar klein zu halten, benutze man insbesondere bei einzustellenden kleinen Werten der Widerstandsdekade die kurzen Kabel.