

VERSUCHSBERICHT ZU

E1 –GLEICH- UND WECHSELSTROM

Gruppe Mi 10

Alex Oster (a_oste16@uni-muenster.de)
Jonathan Sigrist (j_sigr01@uni-muenster.de)

durchgeführt am 10.01.2018
betreut von
Katharina RITTER

16. Januar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	1
2	Untersuchung von Akkumulatorzellen	1
2.1	Methoden	1
2.1.1	Aufbau	1
2.1.2	Unsicherheiten	1
2.2	Datenanalyse	2
2.3	Diskussion	3
2.4	Schlussfolgerung	3
3	Verbraucher bei Gleich- und Wechselstrom	4
3.1	Methoden	4
3.1.1	Aufbau	4
3.1.2	Unsicherheiten	4
3.1.3	Komplikationen	5
3.2	Datenanalyse	5
3.3	Diskussion	5
3.4	Schlussfolgerung	5
4	Schlussfolgerung	6
5	Anhang	7
5.1	Verwendete Gleichungen	7

1 Kurzfassung

2 Untersuchung von Akkumulatorzellen

2.1 Methoden

2.1.1 Aufbau

Der Aufbau dieses Versuchs beschränkt sich auf einen simplen Schaltkreis, welcher zunächst nur aus einer Akkumulatorzelle und einem regulierbaren Widerstand R_a besteht. Zusätzlich dazu ist ein Multimeter an die Akkumulatorzelle geschlossen, sodass die dort anliegende Spannung gemessen werden kann. Mit diesem Aufbau wird zuerst die Leerlaufspannung U_0 der Akkumulatorzelle und dann der Innenwiderstand R_i dieser bestimmt. Dazu wird die Klemmspannung U_{kl} gemessen und in Abhängigkeit des elektrischen Stroms I gesetzt, welcher sich durch die Spannung und dem anliegenden Widerstand bestimmen lässt.

Dieser Vorgang wird dann für drei in Reihe- und drei parallel geschaltete Akkumulatorzellen wiederholt.

2.1.2 Unsicherheiten

Bei diesem Versuch treten lediglich die Unsicherheit des Multimeters und des Lastwiderstands R_a auf. Da das Multimeter eine analoge Darstellung der Messwerte verwendet und sich je nach verwendeter Größenordnung mit einer Genauigkeit von 1 V bzw. 0,1 V ablesen ließ, werden die zugehörigen Unsicherheiten über eine Dreiecksverteilung bestimmt. Für die Unsicherheit des Widerstands wird, da es sich hierbei um einen alten Stöpselwiderstand, eine prozentuale Abweichung des angegebenen Werts von 10% gewählt. Im Allgemeinen werden zur Berechnung der kombinierten Unsicherheiten die nach GUM vorgesehenen Formeln verwendet. Die Berechnung dieser für diesen Versuch erfolgt im Anhang (5).

2.2 Datenanalyse

Alle aufgenommenen Werte sind dem Laborbuch zu entnehmen. Darüber hinaus sind die Daten in den folgenden Diagrammen graphisch dargestellt.

Zur Bestimmung der Leerlaufspannung wird ein „unendlich“ großer Widerstand gewählt, der Stromkreis also nicht geschlossen. Für diese ergeben sich $(1,2 \pm 0,2)$ V für die einzelne Akkumulatorzelle, $(3,7 \pm 0,2)$ V drei in Reihe geschaltete Zellen und erneut $(1,2 \pm 0,2)$ V drei parallel geschaltete Akkumulatorzellen.

Da es sich bei der Akkumulatorzelle um keine ideale Spannungsquelle hält, was sich physikalisch auch nicht realisieren lässt, wird sie als Reihenschaltung von idealer Spannungsquelle U_0 und Innenwiderstand R_i angenommen. Nach dem zweiten Kirchhoff'schen Gesetz folgt mit Belastung eines äußeren Widerstands:

$$U_0 = R_i I + R_a I \quad (2.1)$$

$$\text{und durch umformen nach } R_i \text{ folgt: } R_i = \frac{U_0}{I} - R_a. \quad (2.2)$$

Der elektrische Strom I lässt sich hierbei durch die gemessene Klemmspannung U_{kl} und dem Widerstand R_a ermitteln ($I = \frac{U_{kl}}{R_a}$). Zu Beachten ist hierbei, dass sich kein Wert für einen Außenwiderstand von 0Ω ermitteln lässt, da dafür durch null geteilt werden müsste. In diesem Falle kommt es zum Kurzschluss. Dabei ist der Strom maximal, aber endlich, kann jedoch zur Rechnung nicht verwendet werden. Ebenso führt die oben angegebene Formel für einen unendlich großen Außenwiderstand dazu, dass der Innenwiderstand gegen null geht, da sich U_{kl} der Leerlaufspannung U_0 annähert und $R_i = R_a - R_a = 0$ übrig bleibt. Umformen der oberen Gleichung nach der Klemmspannung $U_{kl} = R_a I$ lässt darauf schließen, dass der Innenwiderstand R_i sich auch als Steigung der Gleichung $U_{kl} = -R_i I + U_0$ identifizieren lässt. Dies ist in den Diagrammen ?? bis ?? für die drei Fälle dargestellt¹. Somit ergibt sich ein Innenwiderstand von 0Ω für eine einzelne Akkumulatorzelle, 0Ω für drei in Reihe geschaltet und 0Ω für drei parallelgeschaltete Zellen. Daraus folgt, dass sich der Innenwiderstand in einer Größenordnung von 0Ω befindet.

¹Die Fits und deren Unsicherheiten wurden von dem Programm SciDavis berechnet, dazu wurden die Unsicherheiten (welche im Anhang zu finden sind) und die Methode der kleinsten Quadrate herangezogen

2.3 Diskussion

2.4 Schlussfolgerung

3 Verbraucher bei Gleich- und Wechselstrom

3.1 Methoden

3.1.1 Aufbau

Der Aufbau des Versuches ist in Abb. 1 dargestellt. Dieser besteht aus einem Schaltkreis, in dem sich die Spannungsquelle, ein regulierbarer Widerstand R_1 mit bis zu $27\,\Omega$, sowie Messgeräte für den Leistungsverbrauch, die Spannung und den elektrischen Strom befinden. Die Spannungsquelle liefert nach ihrer Angabe $24\,\text{V}$. Zunächst wird die Leistung

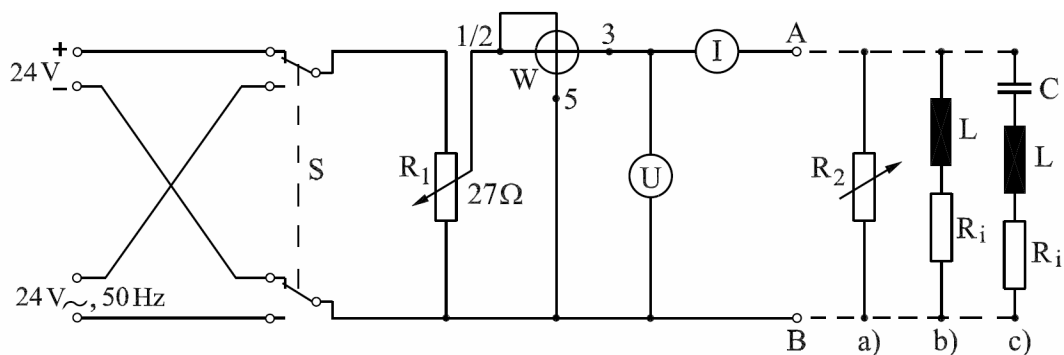


Abbildung 1: Diese Schaltskizze stellt den Aufbau des Versuches dar. Eingezeichnet sind die verschiedenen Verbraucher a), b) und c), welche in dem Versuch betrachtet werden.

ohne angeschlossenen Verbraucher, also die Verlustleistung, für Gleich- und Wechselstrom gemessen. Dann werden verschiedene Verbraucher angeschlossen und für diese die Leistung, die Spannung und der elektrische Strom gemessen. Auch dies erfolgt für Gleich- und Wechselstrom. Bei den verwendeten Verbrauchern handelt es sich um einen Widerstand R_2 , dann um eine Spule L mit Innenwiderstand R_i und zuletzt um dieselbe Spule, jedoch mit zusätzlich angeschlossenem Kondensator. Für den letzten Fall wird nur bei Wechselstrom gemessen, da bei diesem Fall zusätzliche Effekte zum Tragen kommen.

3.1.2 Unsicherheiten

Die bei der Aufnahme der Messwerte zu berücksichtigenden Unsicherheiten treten hier bei den Angaben der Spannungsquelle, der Widerstände, des Kondensators, sowie bei dem Ablesen von den Messgeräten auf. Da es sich bei letzteren immer um Analoganzeigen

gehandelt hat, wird die Unsicherheit dieser durch eine Dreiecksverteilung abhängig von der Genauigkeit der Skala bestimmt. Ansonsten werden die angegebenen Unsicherheiten verwendet, welche alle bei 10% des dargestellten Werts liegen. Für die Spannungsquelle gab es keine Angabe, weswegen auch hier mit 10% der angegebenen 24 V gerechnet werden. Im Allgemeinen werden zur Berechnung der kombinierten Unsicherheiten die nach GUM vorgesehenen Formeln verwendet. Die Berechnung dieser für diesen Versuch erfolgt im Anhang (5).

3.1.3 Komplikationen

Trotz Korrektheit der Schaltung, welche von der Betreuerin geprüft wurde, konnten keine Werte gemessen werden. Der Austausch des Gerätes zur Messung der Leistung löste dieses Problem. Allerdings war es nicht möglich mit dem Multimeter, welches bereits bei den Akkumulatorzellen verwendet wurde, ohne angeschlossenen Verbraucher, eine Spannung und die zugehörige Verlustleistung zu messen. Das Messgerät für die Leistung schlug in den negativen Bereich aus, was aus physikalischer Sicht unlogisch war. Aus diesem Grund wurde statt des Multimeters ein einfaches Voltmeter angeschlossen. Damit ließen sich Werte messen, jedoch auch eine Spannung von ca. 25,5 V, was mehr als der Eingangsspannung entsprechen würde. Da dieser Wert jedoch innerhalb der angenommenen 10% Unsicherheit liegt, wird er akzeptiert.

3.2 Datenanalyse

Alle aufgenommenen Werte sind dem Laborbuch zu entnehmen. Darüber hinaus sind die Daten in den folgenden Diagrammen graphisch dargestellt.

3.3 Diskussion

3.4 Schlussfolgerung

4 Schlussfolgerung

5 Anhang

5.1 Verwendete Gleichungen