

V301

Leerlaufspannung und Innenwiderstand von Spannungsquellen

Evelyn Romanjuk
evelyn.romanjuk@tu-dortmund.de

Ramona Kallo
ramonagabriela.kallo@tu-dortmund.de

Durchführung: 15.12.17

Abgabe: 22.12.17

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung	3
2	Theorie	3
3	Durchführung	4

1 Zielsetzung

Dieser Versuch befasst sich mit der Leerlaufspannung sowie dem Innenwiderstand verschiedener Spannungsquellen.

2 Theorie

Unter einer Leerlaufspannung U_0 wird jene Spannung verstanden, die an einer Spannungsquelle anliegt, wenn kein Strom fließt. In einem Stromkreis, in dem ein Strom I über einen Lastwiderstand R_a fließt, ist jedoch eine sogenannte Klemmenspannung U_k messbar, welche kleiner als U_0 ist. Grund hierfür ist der Innenwiderstand R_i der Spannungsquelle. Genauer kann dies mithilfe des zweiten Kirchhoffschen Gesetzes, der Maschenregel, erklärt werden. Diese besagt, dass die Summe aller Spannungen in einer Masche gleich der Leerlaufspannung ist. Mit

$$U = R \cdot I$$

folgen hieraus die Gleichungen für Leerlaufspannung U_0 und Klemmenspannung U_k für den in diesem Versuch gegebenen Schaltkreis (Vgl. Abbildung (1)):

$$U_0 = IR_i + IR_a,$$

$$U_k = IR_a = U_0 - IR_i.$$

Es fällt auf, dass für die Messung der Leerlaufspannung ein hochohmiges Voltmeter nötig ist, damit IR_i wegen des schwachen Stroms vernachlässigbar klein wird. Damit folgt dann $U_0 \approx U_k$.

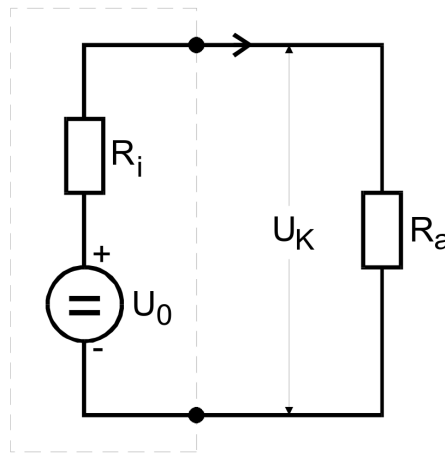


Abbildung 1: Ersatzschaltbild einer realen Spannungsquelle mit Lastwiderstand.

Um eine reale Spannungsquelle beschreiben zu können wird diese in einem Ersatzschaltbild durch eine ideale Spannungsquelle, die keinen Innenwiderstand besitzt, sowie

einen ohmschen Widerstand R_i dargestellt, welche in Reihe geschaltet sind. Der Widerstand bewirkt, dass es eine begrenzt entnehmbare Leistung gibt, die durch

$$N = I^2 R_a = N(R_a)$$

gegeben ist. Dabei wird die Leistung N maximal, wenn $R_a = R_i$. Dieser Fall wird Leistungsanpassung genannt. Bei elektrischen Generatoren ist der Innenwiderstand nicht zwingendermaßen durch einen parallelliegenden Gleichstromwiderstand gegeben, sondern durch einen Rückkopplungsmechanismus. Dabei beeinflussen Änderungen des Belastungsstroms die Spannungsquelle. Somit muss der Innenwiderstand als differentielle Größe dargestellt werden:

$$R_i = \frac{dU_k}{dI}.$$

3 Durchführung

Im ersten Versuchsteil wird zunächst die Leerlaufspannung und der Innenwiderstand einer Monozelle gemessen, indem diese direkt an ein Voltmeter angeschlossen wird. Die von dem Voltmeter angezeigte Spannung und Widerstand werden aufgeschrieben.

Jenach wird die in Abbildung (2) zu sehende Messschaltung aufgebaut. Mit dieser wird die Klemmenspannung U_k in Abhängigkeit vom Belastungsstrom I gemessen. Hierfür wird der regelbare Belastungswiderstand R_a in einem Bereich von 0 bis $50\ \Omega$ variiert und 10 Messpaare U_k und I notiert.

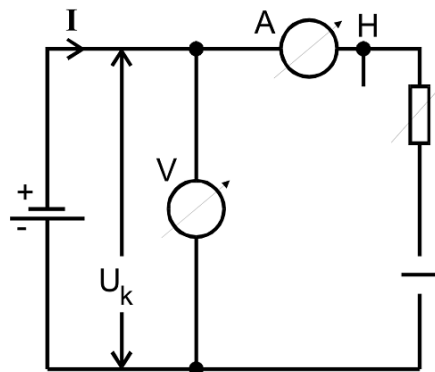


Abbildung 2: Messschaltung zur Bestimmung von Leerlaufspannung und Innenwiderstand.

Als Nächstes wird, wie in Abbildung (2) zu sehen, zusätzlich zum vorherigen Aufbau eine Gegenspannung von etwa 2 V in Reihe geschaltet. Nun fließt der Strom in entgegengesetzte Richtung und es können wieder bei verschiedenen Widerständen zwischen 0 und $50\ \Omega$ 10 Messpaare aufgenommen werden.

Zuletzt wird der zweite Versuchsteil wiederholt. Diesmal wird allerdings ein Generator statt der Monozelle und andere regelbare Widerstände verwendet. Bei der 1 V-Rechteckspannung werden Widerstände im Bereich von 20 bis $250\ \Omega$ eingestellt, bei der

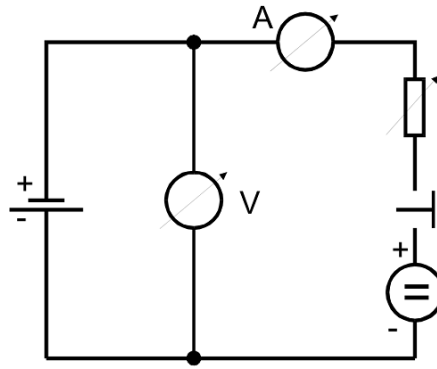


Abbildung 3: Messschaltung mit Verwendung einer Gegenspannung.

1 V-Sinusspannung ist der Variationsbereich von R_a 0,1 bis 5 k Ω . Für beide Spannungen werden jeweils 10 Wertepaare notiert.