

| | | |
|---|---------------|----------------------------------|
| LABOR FÜR GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK | | |
| Studiengruppe: | ETP1-1 | Protokollführer (Name, Vorname): |
| Übungstag: | | Weitere Übungsteilnehmer: |
| Professor: | Testat: | |
| Gleichstrommessungen, Ersatzspannungsquellen | | |

1 Übersicht

In dieser Übung sollen die Vielfachmessgeräte (Multimeter) Metrahit 15S und Metrahit Tech kennengelernt werden. In mehreren Aufgaben werden Spannungen, Ströme sowie Widerstände ermittelt und dabei die vorzubereitenden theoretischen Ergebnisse durch Messungen verifiziert.

Theoretische Grundlagen

- Lineare Spannungs- und Stromquellen
- Messung des Innenwiderstands mit der Halbausschlagmethode
- Spannungsteiler und Stromteiler
- Ersatzspannungsquelle
- Zufällige und systematische Messabweichungen

2 Klemmenspannung, Leerlaufspannung und Innenwiderstand

2.1 Klemmenspannung

Messen Sie die Klemmenspannung an der Spannungsquelle mit den zur Verfügung stehenden Spannungsmessern und tragen Sie die Messwerte mit der richtigen Stellenzahl und den maximal möglichen Abweichungen in eine Tabelle ein. Für den Aufbau beachten Sie bitte Abb. 1.

Ist die Klemmenspannung gleich der Leerlaufspannung?

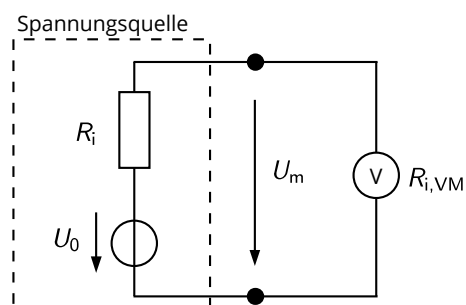


Abb. 1: Schaltung zur Messung

2.2 Innenwiderstand

Messen Sie den Innenwiderstand der Spannungsquelle mit Hilfe der „Halbausschlag-Methode“. Dazu belasten Sie die Quelle mit einer Widerstandsdekade. Variieren Sie den Widerstandswert so, dass die Klemmenspannung – mit dem Präzisionsmultimeter gemessen – genau auf den halben Wert absinkt. Muss der Innenwiderstand des Spannungsmessers berücksichtigt werden?

Überprüfen Sie den von der Dekade angezeigten Widerstandswert mit allen zur Verfügung stehenden Multimetern und tragen Sie die Messwerte mit der richtigen Stellenzahl und den maximal möglichen Abweichungen in eine Tabelle ein.

3 Spannungsteiler

3.1 Vorbereitung

Berechnen Sie für den in Abb. 2 gezeigten Spannungsteiler alle möglichen Teilspannungen. Tragen Sie die Werte in die untenstehende Tabelle ein. Als Beispiel sind für zwei Teilspannungen die Werte bereits eingetragen.

Es gelten folgende Werte:

$$U_V = 5 \text{ V}$$

$$R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 470 \Omega$$

$$R_5 = 330 \Omega$$

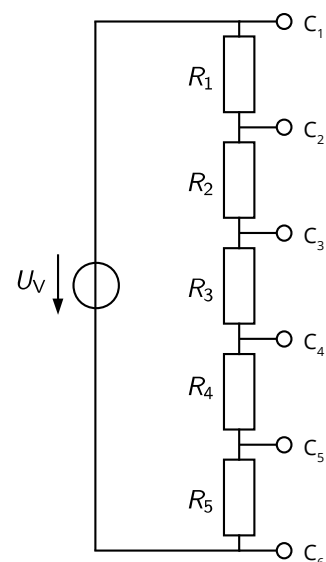


Abb. 2: Spannungsteiler

| | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | C ₁ - C ₂ | C ₂ - C ₃ | C ₃ - C ₄ | C ₄ - C ₅ | C ₅ - C ₆ |
| berechnet | 2.2 V | | | | |
| gemessen | | | | | |
| nomin. Abw. | 0.05%+3D | | | | |
| absol. Abw. | | | | | |
| | C ₁ - C ₃ | C ₂ - C ₄ | C ₃ - C ₅ | C ₄ - C ₆ | |
| berechnet | | | | | |
| gemessen | | | | | |
| nomin. Abw. | | | | | |
| absol. Abw. | | | | | |
| | C ₁ - C ₄ | C ₂ - C ₅ | C ₃ - C ₆ | | |
| berechnet | 4.2 V | | | | |
| gemessen | | | | | |
| nomin. Abw. | 0.05%+3D | | | | |
| absol. Abw. | | | | | |
| | C ₁ - C ₅ | C ₂ - C ₆ | | | |
| berechnet | | | | | |
| gemessen | | | | | |
| nomin. Abw. | | | | | |
| absol. Abw. | | | | | |

3.2 Messungen

Bauen Sie die Schaltung aus Aufgabe 3.1 mit den dort genannten Bauteilen auf. Legen Sie an die Eingangsklemmen des Spannungsteilers eine Spannung von $U = 5\text{ V}$. Als Spannungsquelle benutzen Sie nun das Netzgerät HM 7042-5 (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Netzgerät HM7042-5

Messen Sie mit dem Präzisionsmultimeter Metrahit Tech die Spannungen zwischen den Klemmen gemäß der Tabelle und vergleichen Sie die Messwerte mit den theoretischen Werten. Berechnen Sie hierzu die dazugehörigen nominellen und absoluten Messabweichungen. Verwenden Sie die entsprechenden Datenblätter (siehe Emilraum oder Homepage des Labores).

Wodurch werden die Abweichungen verursacht?

4 Strommessung an einem Verbraucher

Stellen Sie an einer Widerstandsdekade möglichst genau $80,0\ \Omega$ ein. Schließen Sie die Dekade an die Universalspannungsquelle (siehe Abb. 3) an und stellen Sie diese möglichst genau auf $U_V = 4\text{ V}$. Messen Sie den Belastungsstrom mit allen zur Verfügung stehenden Multimetern und tragen Sie die Messwerte mit der richtigen Stellenzahl in eine Tabelle ein. Bestimmen Sie über die Abweichungen die Innenwiderstände der Messgeräte.

5 Stromteiler

5.1 Vorbereitung

Berechnen Sie für den Stromteiler in Abb. 4 die Ströme zwischen den Klemmen A1 - A2, B1 - B2, C1 - C2, D1 - D2 und E1 - E2 sowie die dazugehörigen nominellen und absoluten Messabweichungen. Tragen Sie die Werte in eine von Ihnen vorbereitete Tabelle ein, in die am Labortag auch die Messwerte eingetragen werden sollen.

Es gelten folgende Werte:

$$\begin{aligned} U_V &= 5\text{ V} \\ R_1 &= 2.2\text{ k}\Omega \\ R_2 &= 1\text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1\text{ k}\Omega \\ R_4 &= 680\ \Omega \end{aligned}$$

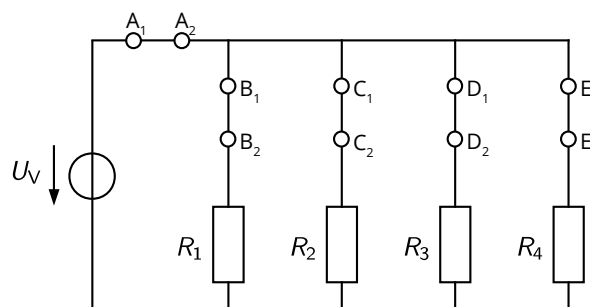


Abb. 4: Stromteiler

5.2 Messungen

Bauen Sie einen Stromteiler gemäß der Abb. 4 mit den gegebenen Werten auf. Als Spannungsversorgung verwenden Sie wieder das Netzgerät HM7042-5 (Abb. 3). Verwenden Sie für die Strommessungen das Präzisionsmultimeter Metrahit Tech. Messen Sie die Ströme zwischen den Anschlüssen A1 - A2, B1 - B2, C1 - C2, D1 - D2 und E1 - E2. Die Verbindungen können mit Kurzschlussbrücken geschlossen oder geöffnet werden.

Erklären Sie die Abweichungen zwischen Theorie und Messung.

6 Elektrisches Netzwerk

Zunächst ist die Schaltung aus Abb. 5 aufzubauen. Die Daten der Schaltung lauten:

$$\begin{aligned} U_1 &= U_2 = 4.5 \text{ V} \\ R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 100 \Omega \\ R_3 &= 220 \Omega \\ R_4 &= 680 \Omega \\ R_L &= 470 \Omega \end{aligned}$$

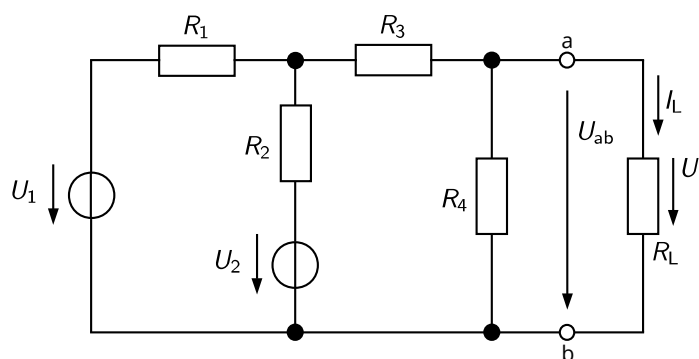


Abb. 5: Netzwerk

6.1 Messung von Leerlaufspannung, Kurzschlussstrom und Laststrom

Messen Sie zuerst den Laststrom I_L und die Lastspannung U_L mit zwei Digitalmultimetern. Danach ist der Lastwiderstand R_L abzutrennen. Die an den Anschlüssen a und b anliegende Spannung (Leerlaufspannung U_0) ist zu messen. Anstelle des Widerstands ist ein Amperemeter anzuschließen. Messen Sie den jetzt fließenden Strom (Kurzschlussstrom I_K).

6.2 Berechnung des Innenwiderstands der Schaltung

Der Innenwiderstand R_i der links der Anschlüsse a und b liegenden Schaltung ist zu berechnen. Es gilt:

$$R_i = \frac{U_0}{I_K}$$

6.3 Ersatzschaltung

Das links von den Klemmen a und b liegende Netzwerk soll durch die im Folgenden dargestellte Schaltung ersetzt werden.

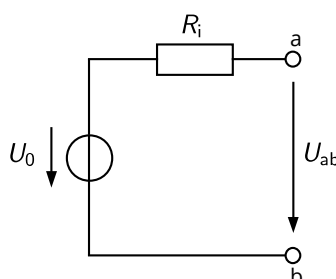


Abb. 6: Ersatzschaltung

Bauen Sie diese Schaltung mit Hilfe des einstellbaren Netzteils und einer Widerstandsdekade auf. Dabei sind die Werte für U_0 und R_i entsprechend der Messung von Abschnitt 6.1 und der Rechnung von Abschnitt 6.2 einzustellen.

Bestimmen Sie die an den Klemmen a und b anliegende Leerlaufspannung und den zwischen den Klemmen a und b fließenden Kurzschlussstrom.

Schließen Sie dann den Widerstand R_L an die Klemmen a und b der Ersatzspannungsquelle an und messen Sie den durch den Widerstand R_L fließenden Strom I_L und die am Widerstand anliegende Spannung U_L .

6.4 Vergleich mit Rechnung

Berechnen Sie die folgenden Werte mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens:

- Leerlaufspannung U_0
- Kurzschlussstrom I_K
- Klemmspannung U_L bei Belastung mit R_L
- Laststrom I_L bei Belastung mit R_L

Geben Sie die Ursachen für die zwischen Messung und Rechnung aufgetretenen Abweichungen an.