

Labor 1: Grundlagen / Multimeter

1. Vorbereitung

Lernziele:

- ❖ *Grundlegende elektrische Begriffe und Zusammenhänge sind gefestigt*
- ❖ *Wirkung von Messgeräten im Stromkreis kann – modelliert als Widerstand - berechnet werden*

1.1. Selbststudium

- ⇒ Wiederholen Sie die grundlegenden Zusammenhänge aus Schaltungsanalyse.
- ⇒ Prägen Sie sich die Zusammenhänge zwischen Strom, Spannung, Widerstand und Leistung (I, U, R, P) ein.

1.2. Empfohlene Vorbereitung (freiwillig)

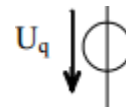
Testen Sie Ihre Analysekompetenz für einfache Beispiele. Folgende Textbeispiele sollten Sie nur mit einem einfachen Taschenrechner **zügig** lösen können. Grundlage sind die Inhalte von Punkt 1.1. (Beispiele aus: Helmut Lindner: Elektro-Aufgaben; da sind auch weitere Beispiele zu finden.)

- ⇒ Welcher Strom fließt durch ein elektrisches Bügeleisen mit $R=80\Omega$ bei einer Spannung von 230V?
- ⇒ An einem Widerstand liegen 150V. Wie groß ist dieser, wenn ein Strom von 2,5mA fließt?
- ⇒ Welchen Spannungsabfall verursacht ein Widerstand von $50k\Omega$ bei einem Strom von 1,5mA?
- ⇒ Ein unter Umständen schon lebensgefährlicher Strom von 40mA fließt durch den menschlichen Körper und überwindet dabei einen Widerstand von $1k\Omega$. Welche Spannung reicht hierzu aus?
- ⇒ Welchen Widerstand besitzt eine Lampe mit folgenden Kenndaten: 12V/10W? Welcher Strom fließt bei Nennleistung? Wie ist das bei folgenden Kenndaten: 230V/10W?
- ⇒ Ein Haushaltgerät habe eine Anschlussleistung von 2,5kW (bei 230V). Kann dieses Gerät an einer mit 10A abgesicherten Steckdose verwendet werden?
- ⇒ Ein Messwiderstand (Temperatursensor) mit ca. $1k\Omega$ darf, um das Messergebnis nicht durch Eigenerwärmung zu verfälschen, maximal 4mW Verlustleistung produzieren. Wie groß ist die maximale zulässige Stromstärke?

1.3. Vorbereitung

Aufgabe 1:

Ein Verbraucher (Licht) ist an einer Spannungsquelle ($U_q=230V$) Symbol: angeschlossen. Die elektrische Anschlussleistung betrage 500W.



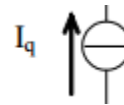
- ⇒ Zeichnen Sie den Ersatzstromkreis (idealisiert: Verbraucher → Widerstand).
- ⇒ Zeichnen Sie in den Stromkreis Zählpfeile für Strom und Spannung ein.
- ⇒ Berechnen Sie den Widerstand der Lampe.
- ⇒ Berechnen Sie die Stromstärke I

Die Stromstärke soll nun mit einem Multimeter gemessen werden. Der Innenwiderstand des verwendeten Multimeters betrage im Strom – Messbereich 1Ω .

- ⇒ Zeichnen Sie den Ersatzstromkreis inklusive Multimeter (idealisiert → Widerstand).
- ⇒ Zeichnen Sie alle Zählpfeile für Strom und Spannungen ein.
- ⇒ Berechnen Sie die auftretende Stromstärke sowie alle Spannungen.
- ⇒ Wie groß ist die systematische Messabweichung für die Stromstärke I ?

Aufgabe 2:

Ein Sensor (Verbraucher) wird mit einer Stromquelle ($I = 10\mu A$) Symbol: betrieben. Die elektrische Anschlussleistung betrage 0,1mW.



- ⇒ Zeichnen Sie den Ersatzstromkreis (idealisiert: Verbraucher → Widerstand).
- ⇒ Zeichnen Sie in den Stromkreis die Zählpfeile für Strom und Spannung ein.
- ⇒ Berechnen Sie den Widerstand des Verbrauchers.
- ⇒ Berechnen Sie die auftretende Spannung.

Die auftretende Spannung soll mit einem Multimeter gemessen werden. Der Innenwiderstand des verwendeten Multimeters betrage im Spannungs-Messbereich $10M\Omega$.

- ⇒ Zeichnen Sie den Ersatzstromkreis inklusive Multimeter (idealisiert → Widerstand).
- ⇒ Zeichnen Sie alle Zählpfeile für Ströme und Spannung ein.
- ⇒ Berechnen Sie die auftretende Spannung sowie alle Stromstärken.
- ⇒ Wie groß ist die systematische Messabweichung für die Spannung U ?

Aufgabe 3:

- ⇒ Berechnen Sie die Ergebnisse für die folgenden Laboraufgaben (überall, wo Berechnungen notwendig sind, z.B.: R_{ges} für die Schaltungen aus 2.1, Spannungen und Ströme aus 2.2 und 2.3, sowie die „allgemeinen“ Zusammenhänge aus Beispiel 2.4 und 2.5!

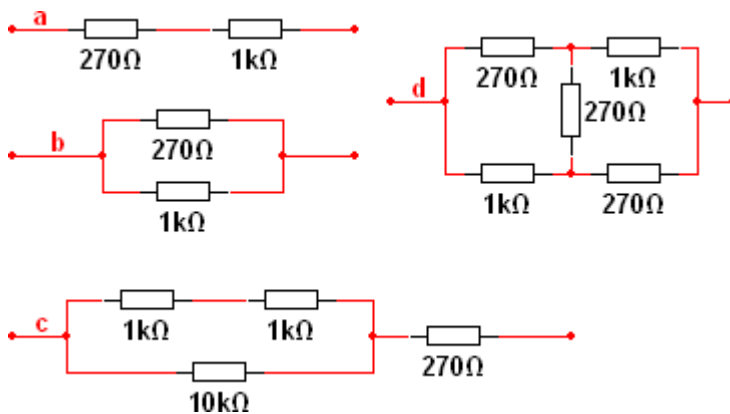
2. Laborübung

Lernziele:

- ❖ Richtiges Anwenden von Strom- und Spannungsmessungen in einer Schaltung
- ❖ Bauteile auf Steckbrett richtig verschalten
- ❖ Stromversorgung als U-Quelle und I Quelle richtig einstellen und verwenden
- ❖ Indirekte Messungen (Leistung) durchführen
- ❖ Systematische Messfehler analysieren

2.1. Widerstandskombinationen

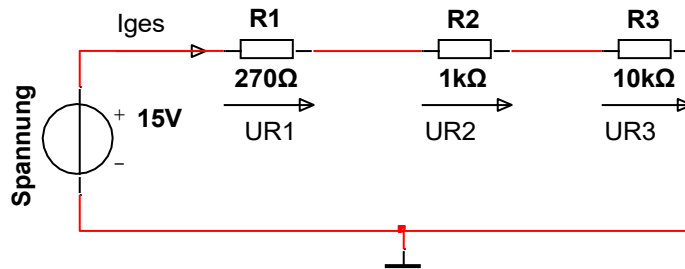
⇒ Versuchen Sie, den resultierenden Widerstand folgender Verschaltungen von Widerständen abzuschätzen:



⇒ Bauen Sie die Schaltungen auf dem Experimentierboard auf (nicht gleichzeitig, hintereinander.) und messen Sie die resultierenden Widerstände.

Gesamtwiderstand	a	b	c	d
geschätzt				
Berechnet (Vorbereitung)				
gemessen				

2.2. Spannungsmessung mit Multimeter

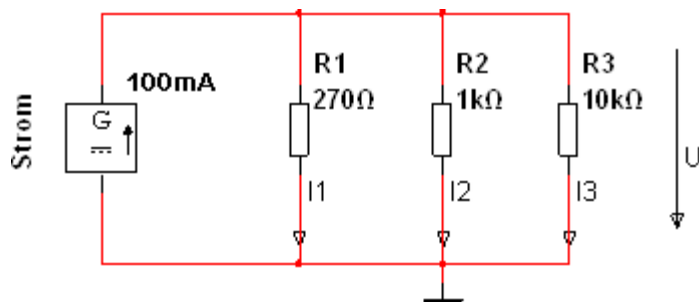


Geg.:

- ⇒ Berechnen Sie die zu erwartenden Spannungsabfälle an allen drei Widerständen und tragen Sie diese in die untenstehende Tabelle ein.
- ⇒ Zeichnen Sie in die Schaltung die Messgeräte zur Messung der Spannungen ein
- ⇒ Bauen Sie die Schaltung auf dem Experimentierboard auf und messen Sie **gleichzeitig** alle 3 Spannungen.

Spannung	U_{R1} (an R1)	U_{R2} (an R2)	U_{R3} (an R3)
Berechnung			
Messung			

2.3. Strommessung mit Multimeter

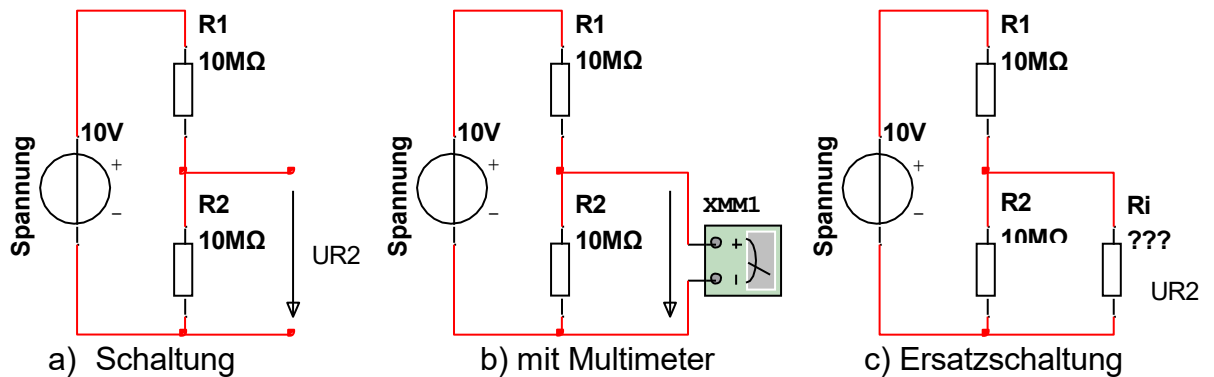


Geg:

- ⇒ Berechnen Sie I1, I2 und I3 und tragen Sie sie diese in die Tabelle ein!
- ⇒ Zeichnen Sie in die Schaltung die Messgeräte zur Messung der Ströme ein
- ⇒ Bauen Sie die Schaltung auf und messen Sie **gleichzeitig** alle 3 Ströme.

Strom	I1 (durch R1)	I2 (durch R2)	I3 (durch R3)
Berechnung			
Messung			

2.4. Systematische Messabweichungen: Spannungsmessung



⇒ Berechnen Sie die ideale Ausgangsspannung U_{R2} des Spannungsteilers in a): $U =$

⇒ Messen Sie die Ausgangsspannung mit verschiedenen Multimetern:

Messgerät	Messergebnis
Handmultimeter	$U_{R2} =$
Tischmultimeter 10V-Bereich	$U_{R2} =$
Tischmultimeter 100V-Bereich	$U_{R2} =$

Übung Schaltungsanalyse (für zu Hause):

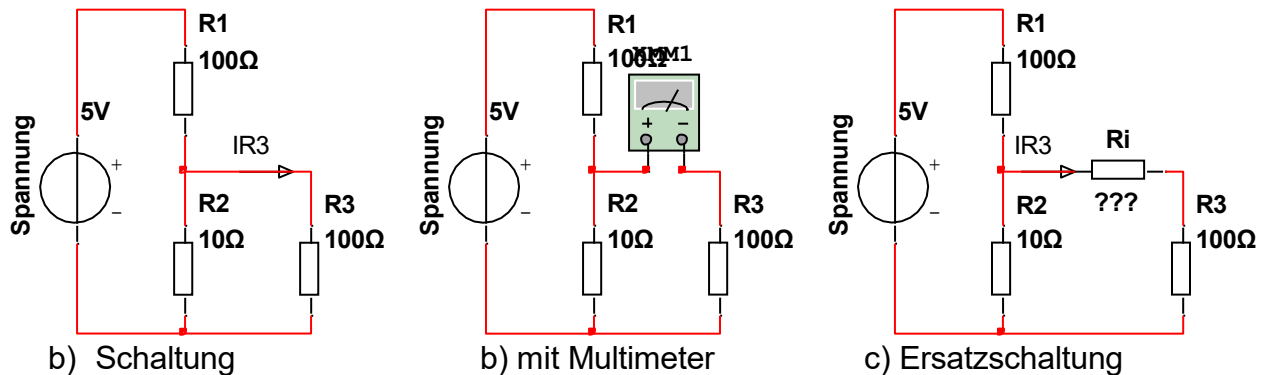
⇒ Berechnen Sie allgemein (d.h. mit Symbolen statt Werten für U , $R1$, $R2$ und R_i) die Ausgangsspannung unter Berücksichtigung des Messgerätewiderstands.

⇒ Formen Sie die Gleichung so um, dass aus der gemessenen Spannung U_{R2} der Innenwiderstand des Messgeräts R_i ausgerechnet werden kann (wieder: allgemeine Berechnung).

⇒ Berechnen Sie durch Einsetzen die Innenwiderstände der Messgeräte:

Messgerät	R_i (Messgerät)
Handmultimeter	$R_i =$
Tischmultimeter	$R_{i,10V} =$ $R_{i,100V} =$

2.5. Systematische Messabweichungen: Strommessung



⇒ Berechnen Sie den Strom durch R3 in a) $I_{R3} =$

⇒ Messen Sie den Strom mit verschiedenen Multimetern:

Messgerät	Messergebnis
Handmultimeter mA - Bereich	$I_{R3} =$ _____
Handmultimeter μ A - Bereich	$I_{R3} =$ _____
Tischmultimeter	$I_{R3} =$ _____

Übung Schaltungsanalyse (für zu Hause):

⇒ Berechnen Sie allgemein (d.h. mit Symbolen statt Werten für U , R_1 , R_2 , R_3 und R_i) den Strom durch R_3 unter Berücksichtigung des Messgerätewiderstands.

⇒ Formen Sie die Gleichung so um, dass aus dem gemessenen Strom I_{R3} der Innenwiderstand des Messgeräts R_i ausgerechnet werden kann (wieder: allgemeine Berechnung).

⇒ Berechnen Sie durch Einsetzen die Innenwiderstände der Messgeräte:

Messgerät	R_i (Messgerät)
Handmultimeter mA - Bereich	$R_i =$
Handmultimeter μ A - Bereich	$R_i =$
Tischmultimeter	$R_i =$

3. Lösungen zu den Übungsbeispielen

ACHTUNG: Sie sollten Fähig sein, die Lösung selbstständig zu berechnen!

Es liegt in Ihrer Verantwortung, wie Sie die Lösungen einsetzen (Kontrolle, ...). Bei den Teilprüfungen (Labortests) müssen Sie ohne Lösungskontrolle die richtigen Lösungen ausrechnen können!

zu 1.1 (in der Reihenfolge der Fragestellungen):

- 2,875 A
- 60 k Ω
- 75 V
- 40 V
- 14,4 Ω - 833 mA bzw. 5,29 k Ω - 43,5 mA
- Nein (10,87 A > 10 A)
- 2 mA

Zu 1.2 (nur Lösungen zu den Berechnungen, Zeichnungen ähnlich den Angaben im Laborteil):

Aufgabe 1:

- 105,8 Ω
- 2,174 A
- 106,8 Ω
- 230 V = 227,8464 V (Last) + 2,15356 V (Messgerät), $I = 2,15356$ A
- 0,936%

Aufgabe 2:

- 1 M Ω
- 10V
- 909,1 k Ω
- 9,091 V, 10 μ A = 9,091 μ A (Sensor) + 0,909 μ A (Messgerät)

Aufgabe 3:

- 1,27 k Ω
- 212,6 Ω
- 1,9367 k Ω