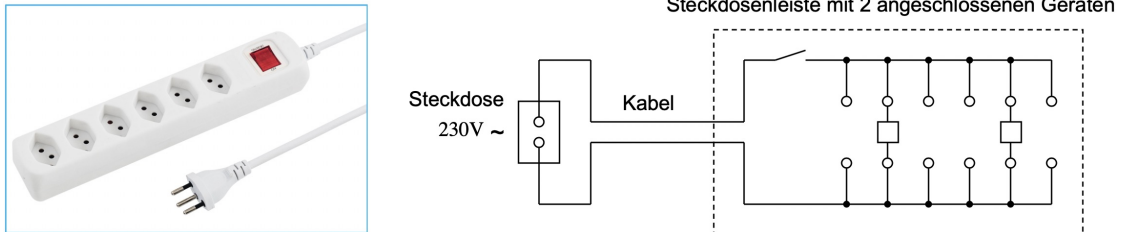


Übungen zum elektrischen Strom

Serie 5: Parallelschaltung, Verschachtelung und Kirchhoffsche Gesetze

1. Verkabelung der Geräte im Haushalt

An einer Steckdosenleiste werden Geräte parallel zueinander angeschlossen. Warum muss das so sein?



2. Rechnungen in einfachen Serie- und Parallelschaltungen

Beispiel "Parallelschaltung": An eine Steckdosenleiste werden ein Hellraumprojektor und eine Stereoanlage angeschlossen. Der Projektor bezieht bei Betrieb eine Leistung von 450 W. Ein Stromzähler an der Wandsteckdose (vor der Leiste) zeigt eine Gesamtstromstärke von 2.31 A.

Bestimme aus diesen Angaben die Widerstände beider Geräte sowie den Gesamtwiderstand der Schaltung.

Lösung: Die Steckdosenspannung von 230 V liegt bei der Parallelschaltung über jedem der beiden Geräte an. Mit der Projektorleistung ergibt sich für die Stromstärke in diesem Gerät:

$$P_{\text{el}} = U \cdot I \Rightarrow I_{\text{H}} = \frac{P_{\text{el,H}}}{U} = \frac{450 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 1.96 \text{ A}$$

Der Gesamtstrom ist die Summe der Teilströme. Somit beträgt der Strom durch die Stereoanlage:

$$I_{\text{S}} = I - I_{\text{H}} = 2.31 \text{ A} - 1.96 \text{ A} = 0.35 \text{ A}$$

Für die beiden Gerätewiderstände folgt:

$$R_{\text{H}} = \frac{U}{I_{\text{H}}} = \frac{230 \text{ V}}{1.96 \text{ A}} = 117 \Omega = \underline{\underline{120 \Omega}} \quad \text{und} \quad R_{\text{S}} = \frac{U}{I_{\text{S}}} = \frac{230 \text{ V}}{0.35 \text{ A}} = 657 \Omega = \underline{\underline{660 \Omega}}$$

Mit diesen Werten berechnen wir schliesslich noch den Gesamtwiderstand:

$$R = \left(\frac{1}{R_{\text{H}}} + \frac{1}{R_{\text{S}}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{117 \Omega} + \frac{1}{657 \Omega} \right)^{-1} = 99.3 \Omega = \underline{\underline{99 \Omega}}$$

Derselbe Wert ergibt sich übrigens direkt aus Spannung und Gesamtstromstärke:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{2.31 \text{ A}} = 99.6 \Omega = \underline{\underline{100 \Omega}}$$

Dass die beiden Werte nicht genau übereinstimmen, ist nur eine Folge der Zwischenresultatrundungen.

- (a) Drei Widerstände mit Werten 220Ω , 470Ω und 680Ω werden einmal seriell und einmal parallel an eine 9.0 V-Batterie angeschlossen.
- Wie gross ist der Gesamtwiderstand und die Gesamtstromstärke in den beiden Schaltungen?
 - Welche Spannungen und Stromstärken werden an resp. in den drei Widerständen gemessen?
 - Welche Gesamt- und Einzelwiderstandsleistungen werden jeweils umgesetzt?
- (b) Acht Widerstände mit den Werten 64Ω , 64Ω , 32Ω , 16Ω , 8Ω , 4Ω , 2Ω und 1Ω werden parallel geschaltet. Wie gross ist der Ersatzwiderstand und wie verhalten sich die Stromstärken in diesen Widerständen zueinander?

3. Felix und seine beiden Widerstände

Felix scheut sich nicht vor quadratischen Gleichungen und stellt sich folgendes Problem: Zwei Widerstände haben in Serie einen Ersatzwiderstand von $100\ \Omega$ und parallel einen Widerstand von $5.00\ \Omega$. Welche Widerstandswerte kommen in Frage?

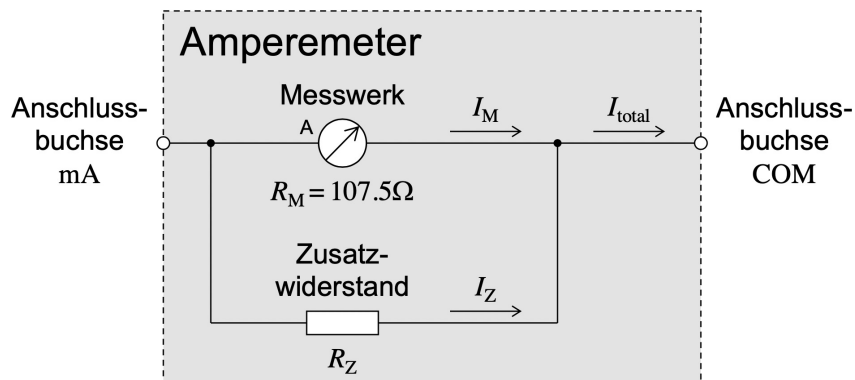
Anspruchsvollere Variante: Lösung rein algebraisch (ohne TR) ermitteln.

4. Messbereichserweiterung im Amperemeter

Das Messwerk eines Amperemeters ist für Ströme bis maximal $I_M = 2.000\ \text{mA}$ ausgelegt. Es sei Ohm'sch und sein elektrischer Widerstand betrage $R_M = 107.5\ \Omega$.

Um den Messbereich des Amperemeters zu vergrössern, d.h., um grössere Gesamtströme I_{total} zu ermöglichen, können in seinem Innern verschiedene Zusatzwiderstände R_Z parallel zum Messwerk angeschlossen werden (vgl. Schema).

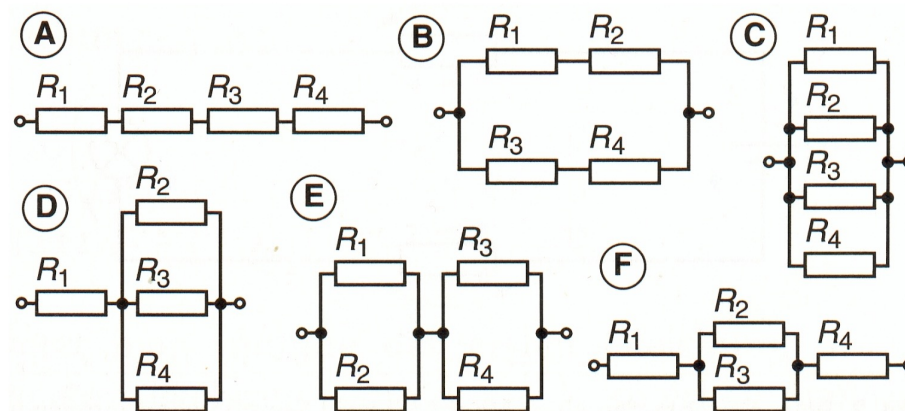
Wie gross müssen diese Zusatzwiderstände R_Z gewählt werden, wenn der Messbereich des Amperemeters in einem Fall bis $20.0\ \text{mA}$ und in einem anderen Fall bis $200\ \text{mA}$ gehen soll?



5. Berechnungen in etwas grösseren Widerstandsschaltungen

Auf dem folgenden Bild siehst du sechs Schaltungen aus je vier Widerständen mit $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 180\ \Omega$, $R_3 = 220\ \Omega$ und $R_4 = 330\ \Omega$. An jede Schaltung wird eine Spannung von $3\ \text{V}$ gelegt.

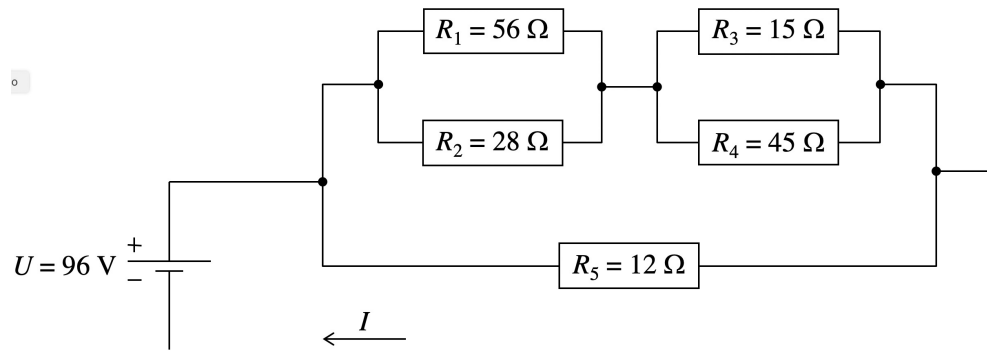
Berechne überall den Gesamtwiderstand und bestimme anschliessend die an jedem einzelnen Widerstand anliegende Spannung, und die Stärke des durch ihn fliessenden Stromes.



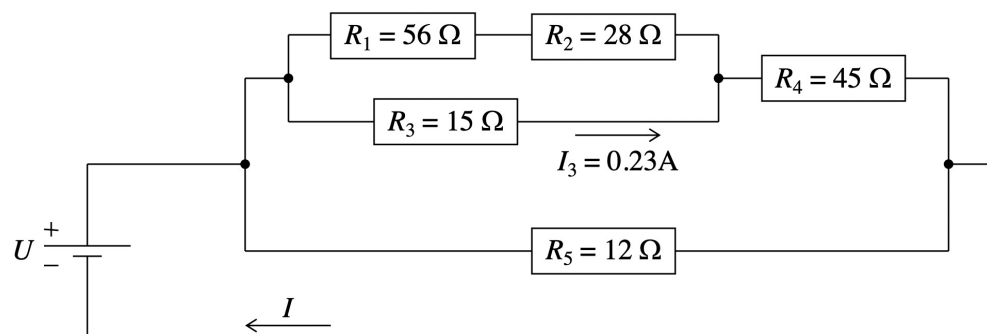
Anmerkung: Wenn du merkst, dass du es begriffen hast, darfst du ruhig mit der Bearbeitung aufhören (Lösungen konsultieren!).

6. Rechnen in umfangreicheren Schaltungen

- (a) Berechne in folgender Schaltung den Gesamtwiderstand, den Gesamtstrom I , sowie die Stromstärken und Spannungen in resp. über den einzelnen Widerständen.



- (b) Berechne bei der folgenden Schaltung den Gesamtwiderstand, den Gesamtstrom I und die Gesamtspannung U , sowie die fehlenden Stromstärken und Spannungen durch resp. über den einzelnen Widerständen.

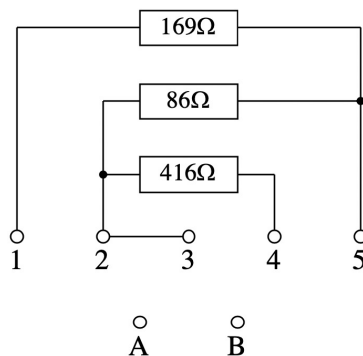


- (c) In einer elektrischen Kochplatte, welche an eine Spannung von 230 V angeschlossen ist, sind zwei Widerstände $R_1 = 70\ \Omega$ und $R_2 = 110\ \Omega$ vorhanden. Die Platte hat vier Heizstufen. Diese entsprechen den vier möglichen Schaltungen der beiden Widerstände: R_1 alleine, R_2 alleine, Serie- und Parallelschaltung.

Welche Widerstandsschaltung entspricht der niedrigsten, welche der höchsten Heizstufe? Begründe deine Antwort in Worten und berechne die elektrischen Leistungen der Kochplatte in den vier Heizstufen.

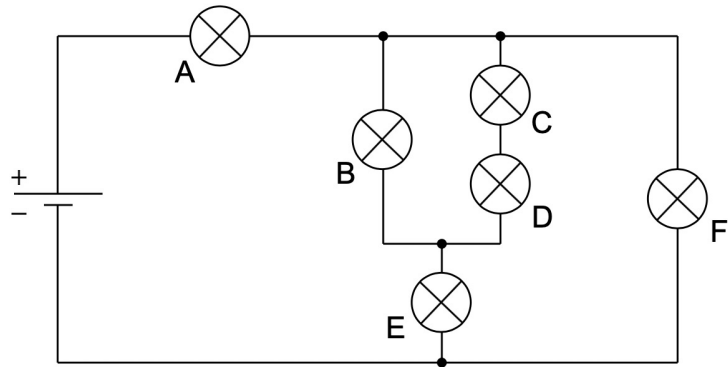
- (d) Die Nr. 1 im Schweizer Detailhandel führt in ihrem Elektrogeräteprogramm eine Kochplatte mit dem unten gezeigten Schaltschema. Die sechs verschiedenen Heizstufen werden dadurch erreicht, dass die Netzanschlüsse A und B (230 V) mit Hilfe eines Schalters an die Eingänge 1 bis 5 der Heizwiderstände angeschlossen werden (siehe Tabelle).

Bestimme die Leistungen der Heizstufen.



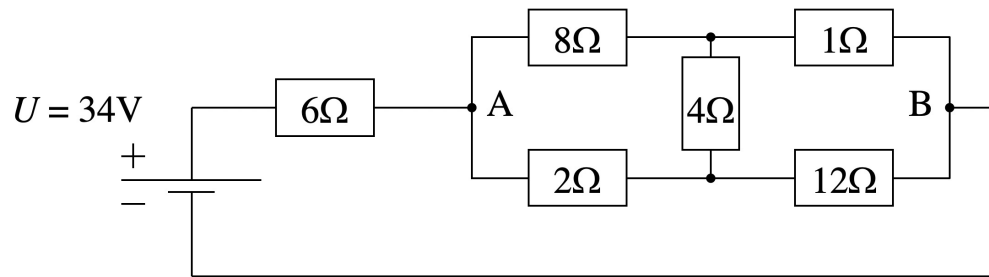
Heizstufe	1	2	3	4	5	6
A wird verbunden mit	2	1	1	2	1 und 2	1 und 2
B wird verbunden mit	4	3	5	5	5	4 und 5

- (e) Die sechs Lämpchen in der folgenden Schaltung seien alle identisch. Welches leuchtet am hellsten? Erstelle eine Helligkeitsreihenfolge und begründe sie (ev. rechnerisch)!

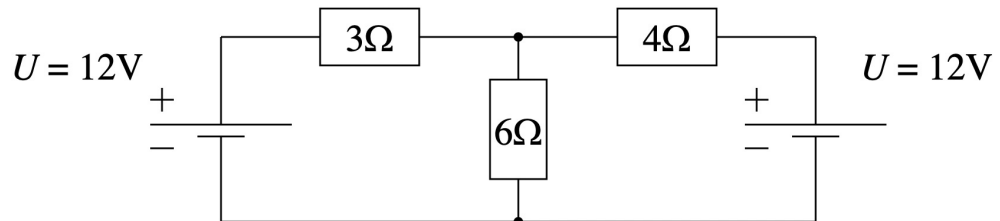


7. **Zusatzaufgabe:** Anwendungen der Kirchhoff'schen Gesetze

- (a) In welche Richtung und mit welcher Stärke fließt der Strom im 4Ω -Widerstand, und welche Spannung herrscht zwischen den Punkten A und B in der Schaltung?



- (b) Wie sehen die Stromflüsse in der folgenden Schaltung aus? Stelle Überlegungen an und versuche eine Berechnung.



- (c) Überlege dir im folgenden Schaltschema zuerst, wo du die grössten Teilströme erwartest und in welche Richtungen diese fließen. Ermittle anschliessend Stärke und Richtung dieser Teilströme durch eine Berechnung.

Gibt es nach der Berechnung Überraschungen oder ist alles wie erwartet herausgekommen?

