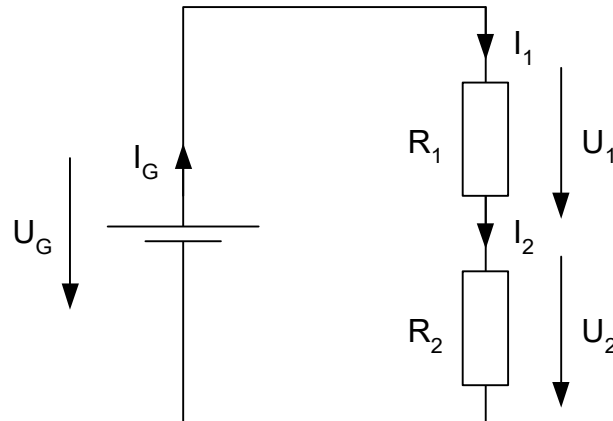


3. Verschaltung von Bauteilen

3.1 Die Reihenschaltung

In einer Reihenschaltung sind alle Bauteile hintereinander (in einer Reihe) geschaltet. Das heißt der Strom fließt von einem Bauteil zum Nächsten.

Beispiel einer Reihenschaltung:



Im Versuch 1 und 2 hatten wir bereits für zwei in Reihe geschaltete Glühlampen festgestellt, dass der Strom durch alle Glühlampen gleich groß ist und die Betriebsspannung sich auf die beiden Glühlampen aufteilt. In einer Reihenschaltung gilt also:

$$\boxed{I_G = I_1 = I_2} \quad \text{und} \quad \boxed{U_G = U_1 + U_2}$$

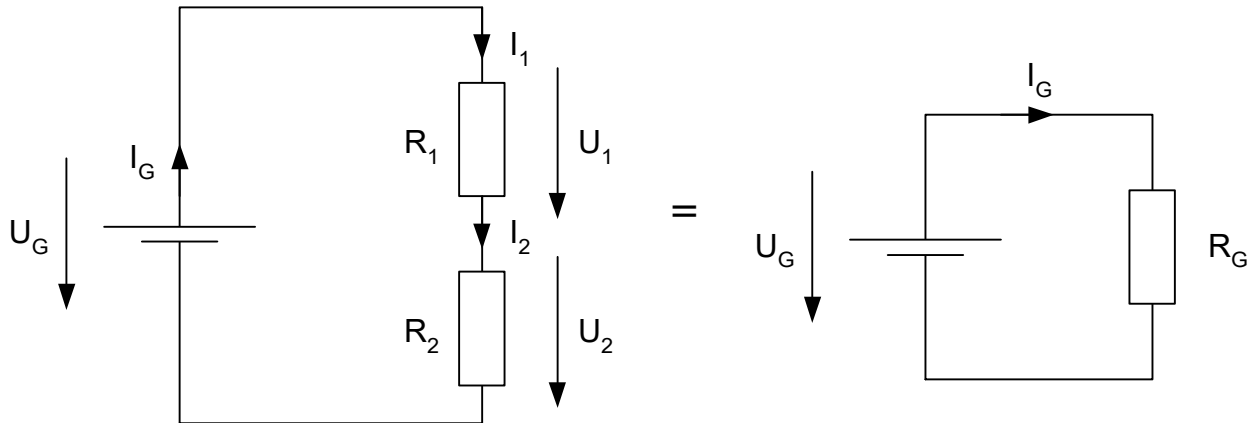
Merksatz:

In der Reihenschaltung sind alle Ströme gleich groß. Die Gesamtspannung teilt sich auf die verschiedenen Verbraucher auf.

Dieser Merksatz gilt übrigens auch, wenn mehr als zwei Verbraucher in Reihe geschaltet sind.

Gesamtwiderstand einer Reihenschaltung:

Der Gesamtwiderstand R_G ist der Widerstand durch den man die gesamte Schaltung ersetzen könnte und trotzdem der gleiche Gesamtstrom I_G fließen würde.



Für den Gesamtwiderstand gilt:

$$\begin{aligned}
 R_G &= \frac{U_G}{I_G} \\
 &= \frac{U_1 + U_2}{I_G} \\
 &= \frac{U_1}{I_G} + \frac{U_2}{I_G} \\
 &= \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} \\
 \underline{\underline{R_G}} &= \underline{\underline{R_1 + R_2}}
 \end{aligned}$$

Merksatz:

In der Reihenschaltung ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der Teilwiderstände.

Dieser Merksatz gilt übrigens auch, wenn mehr als zwei Widerstände in Reihe geschaltet sind.

Anwendungen der Reihenschaltung:

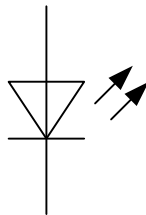
- Lichterkette
- Strommessung
- Vorwiderstand
- Spannungsteiler (siehe Versuch 6)

Defekte Bauteile in einer Reihenschaltung:

Erzeugt ein defektes Bauteil in einer Reihenschaltung eine Unterbrechung, so wird der Strom durch alle Bauteile unterbrochen. Dies führt einerseits zur Abschaltung aller Bauteile und macht des weiteren die Fehlersuche nach dem defekten Bauteil schwierig (siehe Lichterkette). Führt der Defekt in einem Bauteil allerdings zu einer direkten Verbindung der beiden Anschlüsse, so löst dies in der Reihenschaltung nicht direkt einem Kurzschluss aus, da der Strom immer noch durch die anderen Bauteile gebremst wird.

Aufgaben zur Reihenschaltung:

1. Wie verändert sich der Gesamtwiderstand in einer Reihenschaltung, wenn man R_1 erhöht.
2. Wie verändert sich der Gesamtstrom in einer Reihenschaltung, wenn man R_1 erhöht.
3. Wie verändert sich die Spannung U_2 , wenn man die Spannung U_1 erhöht ohne U_G zu verändern.
4. Auf den Glühlampen einer Lichterkette in Reihenschaltung steht $12V/0,25A$. Die Lichterkette wird an $230V$ angeschlossen.
 - a. Wie viele Glühlampen befinden sich wahrscheinlich in der Lichterkette?
 - b. Bestimme ungefähr den Gesamtstrom.
 - c. Berechne die tatsächliche Spannung an einer Glühlampe, wenn 20 Glühlampen eingebaut sind.
 - d. Der Defekt in einem Glühlampensockel führt zur Überbrückung und dem Ausfall einer Glühlampe. Berechne um wie viel sich dadurch die Spannung an den anderen Glühlampen erhöht. Lösung: $\Delta U = 0,6057V$
5. Du möchtest eine LED ($2V/0,02A$) über einen Vorwiderstand am $12V$ -Bordnetz eines Autos in Betrieb nehmen.
 - a. Zeichne die Schaltung. Trage alle unterschiedlichen Spannungen und Ströme ein.
Schaltzeichen einer LED:



- b. Berechne den Widerstandswert und die Verlustleistung des Vorwiderstands.
Lösung: $R=500\Omega$, $P=0,2W$

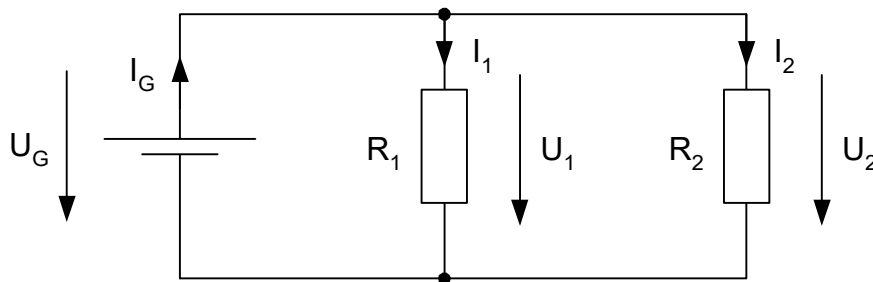
Aufgaben zum unbelasteten Spannungsteiler:

1. An einen Spannungsteiler mit $R_1=150\Omega$ und $R_2=270\Omega$ wird eine Spannung von 12V angelegt. Berechne die Teilspannungen.
2. An einen Spannungsteiler mit $R_1=10k\Omega$ und $R_2=30k\Omega$ wird eine Spannung von 12V angelegt. Welchen Bruchteilen der Gesamtspannung entsprechen die Teilspannungen? Du benötigst keinen Taschenrechner für diese Aufgabe.
3. Ein Spannungsteiler soll 20V am Eingang auf 4V am Ausgang herunterteilen.
 - a. Berechne U_1 .
 - b. Welchen Bruchteilen entsprechen die beiden Teilspannungen?
 - c. Gib ein mögliches Widerstandspaar an, das die Eingangsspannung wie gewünscht auf 4V herunterteilt.
4. Dimensioniere einen Spannungsteiler der 230V am Eingang auf 23V am Ausgang herunterteilt.

3.2 Die Parallelschaltung

In einer Parallelschaltung sind alle Bauteile nebeneinander (parallel) geschaltet. Das heißt sowohl die Plusanschlüsse als auch die Minusanschlüsse aller Bauteile sind miteinander verbunden.

Beispiel einer Parallelschaltung:



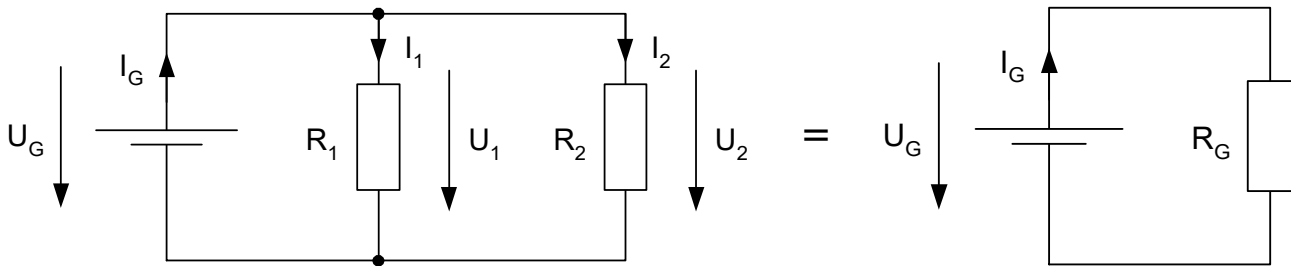
Im Versuch 1 und 2 hatten wir bereits für zwei parallelgeschaltete Glühlampen festgestellt, dass die Spannungen an allen Glühlampen gleich groß sind und der Gesamtstrom sich auf die beiden Glühlampen aufteilt. In einer Parallelschaltung gilt also:

$$\boxed{U_G = U_1 = U_2} \quad \text{und} \quad \boxed{I_G = I_1 + I_2}$$

Merksatz:

In der Parallelschaltung sind alle Spannungen gleich groß. Der Gesamtstrom ist gleich der Summe der Teilströme.

Dieser Merksatz gilt übrigens auch, wenn mehr als zwei Verbraucher parallelgeschaltet sind.

Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung:

Für den Gesamtwiderstand gilt:

$$R_G = \frac{U_G}{I_G}$$

$$R_G = \frac{U_G}{I_1 + I_2}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_G} &= \frac{I_1 + I_2}{U_G} \\ &= \frac{I_1}{U_G} + \frac{I_2}{U_G} \\ &= \frac{I_1}{U_1} + \frac{I_2}{U_2} \\ &= \frac{I_1}{R_1 \cdot I_1} + \frac{I_2}{R_2 \cdot I_2} \\ \underline{\underline{\frac{1}{R_G} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}} \end{aligned}$$

Aufgabe:

Gegeben ist die Parallelschaltung eines 100Ω - und eines 300Ω -Widerstands. Berechne den Gesamtwiderstand und vergleiche ihn mit den Teilwiderständen.

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_G} &= \frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{300\Omega} \\ &= 0,01 \frac{1}{\Omega} + 0,00333 \frac{1}{\Omega} \\ \frac{1}{R_G} &= 0,0133 \frac{1}{\Omega} \\ R_G &= \frac{1}{0,0133 \frac{1}{\Omega}} \\ \underline{\underline{R_G &= 75,2\Omega}} \end{aligned}$$

Der Gesamtwiderstand ist kleiner als die beiden Teilwiderstände.

Merksatz:

In der Parallelschaltung ist der Gesamtwiderstand kleiner als der kleinste Teilwiderstand.

Dieser Merksatz gilt übrigens auch, wenn mehr als zwei Widerstände parallelgeschaltet sind.

Anwendungen der Parallelschaltung:

- Lichterkette
- Spannungsmessung
- Elektroinstallation

Defekte Bauteile in einer Parallelschaltung:

Erzeugt ein defektes Bauteil in einer Parallelschaltung eine Unterbrechung, so wird nur der Strom durch dieses Bauteil unterbrochen. Führt der Defekt in einem Bauteil allerdings zu einer direkten Verbindung der beiden Anschlüsse, so löst dies in der Parallelschaltung einen Kurzschluss aus.

Aufgaben zur Parallelschaltung:

1. Wie verändert sich der Gesamtstrom in einer Parallelschaltung, wenn man R_1 verringert?
2. Wie verändert sich der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung, wenn man R_1 verringert?
3. Wie verändert sich der Gesamtstrom in einer Parallelschaltung, wenn man zu zwei parallel geschalteten Verbrauchern noch einen dritten Verbraucher parallel schaltet?
4. Wie verändert sich der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung, wenn man zu zwei parallel geschalteten Verbrauchern noch einen dritten Verbraucher parallel schaltet?
5. Gegeben ist eine Parallelschaltung von zwei Widerständen à 120Ω .
 - a. Berechne den Gesamtwiderstand.
 - b. Gib eine vereinfachte Formel an, mit der man den Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung von 2 parallel geschalteten Widerständen mit gleichem Widerstandswert berechnen kann.
6. Gegeben ist eine Parallelschaltung von drei Widerständen à 120Ω .
 - c. Berechne den Gesamtwiderstand.
 - d. Gib eine vereinfachte Formel an, mit der man den Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung von 3 parallel geschalteten Widerständen mit gleichem Widerstandswert berechnen kann.
7. Gib eine vereinfachte Formel an, mit der man den Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung von x parallel geschalteten Widerständen mit gleichem Widerstandswert berechnen kann.
8. Zwei Widerstände von 100Ω und 300Ω sind parallel geschaltet und werden an $12V$ angeschlossen. Berechne alle fehlenden Größen.
9. Du benötigst für eine Schaltung einen 100Ω -Widerstand mit einer maximalen Verlustleistung von $0,5W$. Dir stehen aber nur alle möglichen Widerstände mit einer maximalen Verlustleistung von $0,25W$ zur Verfügung. Gib zwei Lösungen an wie du aus einem oder mehreren Widerständen à $0,25W$ den benötigten Widerstand zusammenbauen kannst.

10. Wie sind folgende Widerstände miteinander verschaltet?

Tipp: Färbe alle Leitungen rot die mit dem Pluspol und alle Leitungen blau die mit dem Minuspol der Spannungsquelle verbunden sind.

