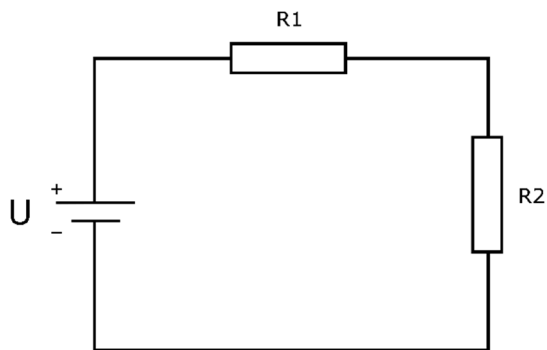


Elektrische Energie und elektrische Leistung

Aufgabe 1

Gegen sei die folgende Schaltung:



$$U = 60 \text{ V}$$

$$R_1 = 5 \, \Omega$$

$$R_2 = 20 \, \Omega$$

- Berechnen Sie den Strom I .
- Berechnen Sie die Spannungen U_1 und U_2 , die an den beiden Widerständen abfallen.
- Berechnen Sie die gesamte Leistung der Schaltung.
- Berechnen Sie die Leistung am Widerstand R_2 .
- Berechnen Sie die Energiemenge, die umgesetzt wird, wenn die Schaltung 8 Stunden lang betrieben wird.
- Berechnen Sie die Kosten in Euro, die entstehen, wenn eine kWh 0,3 € kostet.

Lösung:

$$a) \quad R_{ges} = R_1 + R_2 = 5 \, \Omega + 20 \, \Omega = 25 \, \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60 \text{ V}}{25 \, \Omega} = 2,4 \text{ A}$$

$$b) \quad U_1 = R_1 * I = 5 \, \Omega * 2,4 \text{ A} = 12 \text{ V}$$

$$U_2 = U - U_1 = 60 \text{ V} - 12 \text{ V} = 48 \text{ V}$$

$$c) \quad P = U * I = 60 \text{ V} * 2,4 \text{ A} = 144 \text{ W}$$

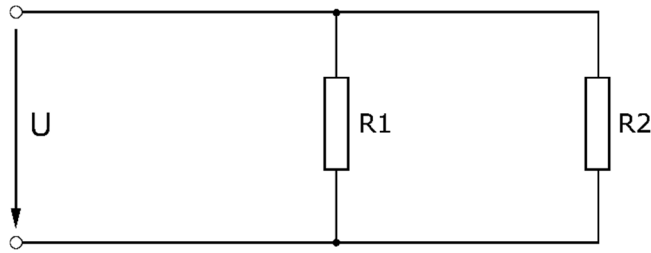
$$d) \quad P_2 = U_2 * I = 48 \text{ V} * 2,4 \text{ A} = 115,2 \text{ W}$$

$$e) \quad W = P * t = 144 \text{ W} * 8 \text{ h} = 0,144 \text{ kW} * 8 \text{ h} = 1,152 \text{ kWh}$$

$$f) \quad \text{Kosten} = 1,152 \text{ kWh} * 0,3 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,3456 \text{ €}$$

Aufgabe 2

Gegeben sei die folgende Schaltung:



$$U = 200 \text{ V}$$

$$R_1 = 80 \, \Omega$$

$$R_2 = 30 \, \Omega$$

- Berechnen Sie den Gesamtstrom I und die Teilströme I_1 und I_2 .
- Berechnen Sie die Leistung der gesamten Schaltung.
- Berechnen Sie die Leistung am Widerstand R_2 .
- Berechnen Sie die Energiemenge in Joule, die umgesetzt wird, wenn die Schaltung 24 h Stunden lang betrieben wird.
- Berechnen Sie die Kosten in Euro, die entstehen, wenn eine kWh 0,3 € kostet.

Lösung:

$$\text{a) } R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{80 \, \Omega \cdot 30 \, \Omega}{80 \, \Omega + 30 \, \Omega} = 21,82 \, \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{200 \text{ V}}{21,82 \, \Omega} = 9,17 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{200 \text{ V}}{80 \, \Omega} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{200 \text{ V}}{30 \, \Omega} = 6,67 \text{ A}$$

$$\text{b) } P = U \cdot I = 200 \text{ V} \cdot 9,17 \text{ A} = 1\,834 \text{ W}$$

$$\text{c) } P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = (6,67 \text{ A})^2 \cdot 30 \, \Omega = 1\,334,67 \text{ W}$$

$$\text{d) } W = P \cdot t = 1\,834 \text{ W} \cdot 86\,400 \text{ s} = 158\,457\,600 \text{ J}$$

$$\text{e) } W = 158\,457\,600 \text{ J} = 158\,457\,600 \text{ Ws} = 44,016 \text{ kWh}$$

$$\text{Kosten} = 44,016 \text{ kWh} \cdot 0,3 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 13,2 \text{ €}$$

Aufgabe 3

Der Elektromotor ist an eine einphasige Wechselstromspannung von 230 V angeschlossen. Der Leistungsfaktor beträgt Cosinus $\varphi = 0,75$. Im Betrieb nimmt der Motor einen Strom von 4,5 A auf.

Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung des Elektromotors.

Lösung:

$$P = U * I * \cos \varphi = 230 \text{ V} * 4,5 \text{ A} * 0,75 = 776,25 \text{ W}$$

Aufgabe 4

Eine elektrische Lampe wird an einer einphasigen Wechselspannung von 230 V betrieben. Im Betrieb nimmt die Lampe einen Strom von 0,2 A auf. Die Lampe ist ein rein ohmscher Verbraucher, sodass der Wirkleistungsfaktor $\cos \varphi = 1$ beträgt.

Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung der Lampe.

Lösung:

$$P = U * I * \cos \varphi$$

$$P = 230 \text{ V} * 0,2 \text{ A} * 1 = 46 \text{ W}$$

Aufgabe 5

Ein Verbraucher ist an eine einphasige Wechselspannung von 230 V angeschlossen. Der Verbraucher nimmt im Betrieb eine Wirkleistung von 500 W auf. Der Wirkleistungsfaktor beträgt Cosinus 0,7. Berechnen Sie den Betriebsstrom des Verbrauchers.

Lösung:

$$P = U * I * \cos \varphi \quad \text{umstellen nach I}$$

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi} = \frac{500 \text{ W}}{230 \text{ V} * 0,7} = 3,11 \text{ A}$$

Aufgabe 6

Ein einphasiger Wechselstromverbraucher wird an einer Spannung von 230 V betrieben. Der Verbraucher nimmt eine Wirkleistung von 920 W auf. Der Wirkleistungsfaktor beträgt 0,8.

Berechnen Sie den Betriebsstrom des Verbrauchers.

Lösung:

$$P = U * I * \cos \varphi \quad \text{umstellen nach } I$$

$$I = \frac{P}{U * \cos \varphi} = \frac{920 \text{ W}}{230 \text{ V} * 0,8} = 5 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 46 \Omega$$

Aufgabe 7

Eine Glühlampe mit einer Bemessungsspannung von 8 V wird an einer 24 V Gleichspannungsquelle betrieben. Der maximale Betriebsstrom der Glühlampe beträgt 2 A.

- Berechnen Sie den erforderlichen Vorwiderstand, damit die Glühlampe mit ihrer Bemessungsspannung betrieben werden kann.
- Berechnen Sie die Verlustleistung, die am Vorwiderstand umgesetzt wird.
- Angenommen, die Schaltung wird wie oben beschrieben über einen Zeitraum von zwei Tagen (48 Stunden) dauerhaft betrieben. Berechnen Sie die dabei entstehenden Energiekosten, wenn der Preis für eine Kilowattstunde 0,25 € beträgt.

Lösung:

a) $I = \frac{U}{R}$ umstellen nach R

Am Widerstand müssen 16 V abfallen:

$$U_V = R_V * I \quad \text{umstellen nach } R_V$$

$$R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{16 \text{ V}}{2 \text{ A}} = 8 \Omega$$

b) $P_V = U_V * I = 16 \text{ V} * 2 \text{ A} = 32 \text{ W}$

c) $P_{ges} = U * I = 24 \text{ V} * 2 \text{ A} = 48 \text{ W}$

$$\text{Energieverbrauch} = 48 \text{ W} * 48 \text{ h} = 2\,304 \text{ Wh} = 2,304 \text{ kWh}$$

$$\text{Kosten} = 2,304 \text{ kWh} * 0,25 \text{ €} = 0,576 \text{ €}$$

Aufgabe 8

Für eine industrielle Trocknungsanlage wird ein elektrisches Heizregister mit drei gleichartigen Heizelementen eingesetzt. Jedes Heizelement besitzt einen Widerstand von 82Ω und ist für einen maximal zulässigen Strom von 3 A ausgelegt.

Das Heizregister soll an ein Drehstromnetz mit einer Leiterspannung von 400 V angeschlossen werden. Der Wirkungsgrad und der Leistungsfaktor betragen jeweils $\eta = 1$ und $\cos \varphi = 1$.

- Bestimmen Sie rechnerisch, ob die drei Heizelemente in Sternschaltung oder Dreieckschaltung betrieben werden müssen, damit der zulässige Strom der Heizelemente nicht überschritten wird.
- Berechnen Sie die maximale elektrische Leistungsaufnahme eines Heizelements sowie die gesamte Leistungsaufnahme des Heizregisters.

Lösung:

a) $U = I \cdot R$

$$U = 3 \text{ A} \cdot 82 \Omega = 246 \text{ V}$$

Die Spannung an einem Heizelement darf 246 V nicht überschreiten. Daher ist die Schaltung in Sternschaltung zu betreiben.

b) $U_{Str} = \frac{U}{\sqrt{3}}$

$$U_{Str} = \frac{400 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 230,94 \text{ V}$$

$$I_{Str} = \frac{U_{Str}}{R}$$

$$I_{Str} = \frac{230,94 \text{ V}}{82 \Omega} = 2,82 \text{ A}$$

$$P_{Str} = U_{Str} \cdot I_{Str}$$

$$P_{Str} = 230,94 \text{ V} \cdot 2,82 \text{ A} = 651,25 \text{ W}$$

$$P_{ges} = U \cdot I_{Str} \cdot \sqrt{3}$$

$$P_{ges} = 400 \text{ V} \cdot 2,82 \text{ A} \cdot \sqrt{3} = 1\,953,75 \text{ W}$$