

Aufgaben zu zusammengesetzten Widerständen

1. Eine Weihnachtsbaumbeleuchtung besteht aus 16 Lämpchen. Sie ist mit 14V/3W Lampen bestückt. Am Heiligabend stellt man fest, dass ein Lämpchen kaputt ist. Es steht ein Ersatzlämpchen 14V/5W zur Verfügung. Was passiert mit den anderen Lampen nach dem Auswechseln der kaputten Lampe?

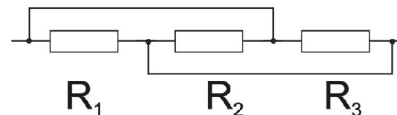
2. Feinsicherungen, wie man sie in vielen elektrischen Geräten findet, bestehen aus einem Glasröhrchen, in dem sich ein dünner Draht befindet, der bei einer bestimmten Stromstärke schmilzt. Bei einer 1,8 A –Sicherung hat der Draht einen Durchmesser $d_1 = 0,3$ mm, bei einer 5 A-Sicherung ist der Durchmesser $d_2 = 0,6$ mm bei gleichem Material und gleicher Länge.

Bei welcher Stromstärke brennt eine Sicherung durch, in der zwei Drähte mit den Durchmessern d_1 und d_2 parallel geschaltet sind?

3. In wieviel gleiche Teile muss man einen Leiter mit 100Ω Widerstand teilen, um bei Parallelschaltung dieser Teile einen Widerstand von 1Ω zu erhalten?

4.

In der nebenstehenden Schaltung ist $R_1=20\text{Ohm}$, $R_2=30\text{Ohm}$ und $R_3=40\text{Ohm}$. Wie groß ist der Gesamtwiderstand der Schaltung?



5. Vögel sitzen mit beiden Füßen auf einer Starkstromleitung.

Warum zweigt sich kein für sie merklicher Strom von der Leitung ab und fließt durch den Körper von einem Fuß zum anderen?

Hinweis: Das Kupferdrahtstück zwischen beiden Füßen ist 5 cm lang und hat $8,5 \text{ mm}^2$ Querschnittsfläche. Vergleiche seinen Widerstand mit dem des (nassen) Vogels von etwa 1000 Ohm . Wie verhalten sich die Teilströme? Welcher Strom fließt durch den Vogel, wenn in dem Leitungsstück die Stromstärke 1000 A beträgt? Welche Spannung ist zwischen seinen Beinen?

Lösungen

1.

Widerstand der Lampe 14/3	65 Ohm
Spannung an jeder Lampe	13,75 V
Strom	0,21 A
Widerstand der Lampe 14/5	39 Ohm
Gesamtwiderstand der Kette	1019 Ohm
neuer Strom	0,22 A
Spannung an der Lampe 14/5	8,5 V
Rest	211,5 V

diese teilt sich auf die 15 Lampen auf

Spannung an Lampe 14,1 V

=> Lampen brennen heller

aber: die 5W-Lampe wird nur mit 8V betrieben => kälter als vorgesehen => Widerstand noch kleiner => es fällt noch weniger Spannung ab => die anderen Lampen haben noch mehr Spannung => eine wird durchbrennen.

2.

geg.:	$I_1 = 1,8 \text{ A}$ $d_1 = 0,3 \text{ mm}$ $I_2 = 5 \text{ A}$ $d_2 = 0,6 \text{ mm}$	ges.:	I_{ges}
-------	--	-------	------------------

Lösung: Werden beide Drähte parallel geschaltet, liegt an jedem Draht die gleiche Spannung an. Es wird die Sicherung durchbrennen, die bei steigender Spannung zuerst den Maximalstrom durchläßt. Die anliegende Spannung ist dann die Maximalspannung. Welcher Draht wird zuerst durchbrennen?

$$R = \frac{U}{I}$$

$$U = R \cdot I$$

Der Widerstand ist aber nicht bekannt. Dafür kennt man das Widerstandsgesetz:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$R = \frac{4 \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot d^2}$$

Da die Länge und das Material gleich sind, gilt

$$R \sim \frac{1}{d^2}$$

Damit ist die Maximalspannung:

$$U \sim \frac{1}{d^2} \cdot I$$

oder das Verhältnis der beiden Spannungen:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{d_2^2 \cdot I_1}{d_1^2 \cdot I_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{0,6^2 \text{ mm}^2 \cdot 1,8 \text{ A}}{0,3^2 \text{ mm}^2 \cdot 5 \text{ A}}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = 1,44$$

Das heißt, die Spannung am der Sicherung 1 kann um den Faktor 1,44 höher sein als am der Sicherung 2 oder, die Sicherung mit dem dickeren Draht brennt eher durch. Dann fließt aber durch diese Sicherung ein Strom von 5 A.

Wie groß ist der Strom durch die andere Sicherung?

Die Ströme verhalten sich umgekehrt wie die Widerstände:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot I_2$$

$$I_1 = \frac{d_1^2}{d_2^2} \cdot I_2$$

$$I_1 = \frac{0,3^2 \text{ mm}^2}{0,6^2 \text{ mm}^2} \cdot 5 \text{ A}$$

$$I_1 = 1,25 \text{ A}$$

Die Sicherung, die aus der Parallelschaltung besteht, brennt demnach bei 6,25 A durch, da ja nach dem Schmelzen des dicken Drahtes der dünne Draht ebenfalls durchbrennt.

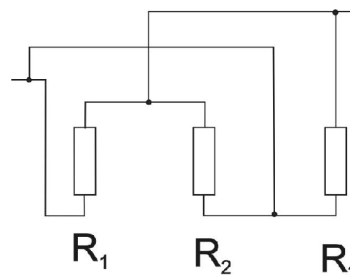
Antwort: Die Parallelschaltung aus den beiden Sicherungen brennt bei 6,25 A durch.

3.

geg.:	$R_L = 100 \Omega$ $R_{ges} = 1 \Omega$	ges.:	n
Lösung:	<p>Der Gesamtwiderstand soll aus einer Parallelschaltung von gleichen Einzelwiderständen gebildet werden. Der Einzelwiderstand sei R_1. Es gilt also:</p> $\frac{1}{R_{ges}} = n \cdot \frac{1}{R_1}$ <p>Weiterhin ist bekannt, dass alle Einzelwiderstände in Reihe geschaltet einen Widerstand von 100Ω haben, nämlich den gegebenen Leiter. $R_L = n \cdot R_1$</p> <p>Es müssen beide Gleichungen nach R_1 umgestellt werden. Danach kann man sie gleichsetzen und die gesuchte Größe n berechnen.</p> $\frac{1}{R_{ges}} = n \cdot \frac{1}{R_1}$ $R_{ges} = \frac{1}{n} \cdot R_1$ $R_1 = n \cdot R_{ges}$ <p>und</p> $R_1 = \frac{R_L}{n}$ <p>Gleichsetzen:</p> $\frac{R_L}{n} = n \cdot R_{ges}$ $R_L = n^2 \cdot R_{ges}$ $n = \sqrt{\frac{R_L}{R_{ges}}}$ $n = \sqrt{\frac{100 \Omega}{1 \Omega}}$ $n = 10$		
Antwort:	Der Leiter muss in 10 gleich Teile zerlegt werden. Jedes Einzelteil hat dann einen Einzelwiderstand von 10Ω .		

4.

Gesamtwiderstand=9,2 Ohm
Die Schaltung ist eine etwas ungewöhnliche Darstellung einer Parallelschaltung von 3 Widerständen. Damit gilt: $1/R_{ges} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$



5.

Widerstand des Drahtes $1 \cdot 10^{-4}$ Ohm
Teilstrome verhalten sich wie $10^7 : 1$
Strom durch den Vogel $0,1$ mA

Spannung zwischen den
Beinen 0,1 V