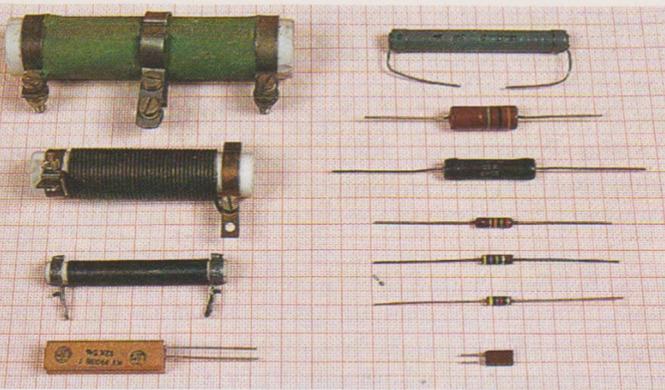


Technische Widerstände



1 Widerstände in einer elektronischen Schaltung



2 Verschiedene Widerstände

Dekade (Zehnerpotenz)

Zahl Toleranz

$R = (27 \cdot 10^0) \Omega \pm 10\%$
 $R = 27\Omega \pm 2,7\Omega$

Kennfarbe	Widerstandswert in Ω			Toleranz
	1. Kennziffer	2. Kennziffer	3. Kennziffer	
keine	-	-		$\pm 20\%$
silber	-	-	10^{-2}	$\pm 10\%$
gold	-	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
schwarz	-	0	$10^0 = 1$	-
braun	1	1	10^1	$\pm 1\%$
rot	2	2	10^2	$\pm 2\%$
orange	3	3	10^3	-
gelb	4	4	10^4	-
grün	5	5	10^5	$\pm 0,5\%$
blau	6	6	10^6	-
violett	7	7	10^7	-
grau	8	8	10^8	-
weiß	9	9	10^9	-

3 Farbkennzeichnung von Widerständen

Widerstände in technischen Geräten

Die Lautstärke im Rundfunkgerät läßt sich durch einen Einstellwiderstand verändern. Beim Umschalten der Herdplatte werden Heizwiderstände so geschaltet, daß größere oder kleinere Ströme fließen. In elektronischen Schaltungen benutzt man Widerstände zur Strom- und Spannungsanpassung (Bild 1).

In allen Fällen wird das Wort „Widerstand“ zur Bezeichnung eines Bauteils verwendet. Wir haben aber bisher diesen Begriff zur Kennzeichnung der Eigenschaften von elektrischen Leitern verwendet. Man muß also stets darauf achten, ob das Bauteil selbst oder die Eigenschaft des Leiters gemeint ist.

Elektrische Widerstände werden in unterschiedlichen Bauformen hergestellt. Bild 2 zeigt links *Drahtwiderstände*. Dabei werden auf keramische Sockel Metalldrähte aufgewickelt. Man verwendet sie für geringe Widerstandswerte bei hohen Strömen. Bei *Schichtwiderständen* werden dünne Schichten aus Kohle, Metalloxid oder Metall auf Keramikröhrchen aufgebracht. Diese Widerstandsschicht wird durch einen isolierten Lacküberzug geschützt. Der Widerstandswert ist entweder direkt aufgedruckt oder er wird durch farbige Ringe gekennzeichnet (kodiert). Die Bedeutung der Farbringe zeigt die Übersicht in Bild 3.

Veränderliche Widerstände (Potentiometer, Trimmer) haben einen Schleifkontakt, mit dem unterschiedliche Längen des Widerstandsmaterials in den Stromkreis eingeschaltet werden können. Dadurch kann z. B. die Stromstärke in einem Stromkreis kontinuierlich verändert werden.

Wovon hängt der Widerstand eines Drahtes ab?

Neben dem Material wird der Widerstand eines Drahtes vermutlich noch von seiner Dicke und seiner Länge abhängen. Untersuche zunächst, wie der Widerstand von der Drahtlänge abhängt.

Versuch 1: Lege an Konstantandrähte gleicher Dicke aber unterschiedlicher Länge jeweils eine Spannung von 1 V! Du erhältst z. B. folgende Meßergebnisse:

Drahtlänge <i>l</i> in m	Stromstärke <i>I</i> in A	Widerstand $R = U/I$ in Ω
0,5	4,0	0,25
1,0	2,1	0,48
1,5	1,3	0,77
2,0	1,0	1,00

Die Querschnittsfläche *A* der Drähte für diese Meßta-belle beträgt $A = 1 \text{ mm}^2$. Du stellst fest: Der Widerstand ist um so größer, je länger der Draht ist. Bei

doppelter Länge l ist auch der Widerstand R doppelt so groß. Bei dreifacher Länge wird R dreimal so groß, usw. Allgemein gilt:

Der Widerstand R ist proportional zur Länge l des Leiters:
 $R \sim l$.

Nun kann untersucht werden, wie der Widerstand von der Querschnittsfläche des Leiters abhängt.

Versuch 2: Lege an Konstantandrähte mit verschiedenen Querschnitten A aber gleicher Länge jeweils eine Spannung von 1 V! Du erhältst z. B. für $l = 1$ m folgende Meßwerte:

A in mm^2	I in A	$R = U/I$ in Ω
0,25	0,50	2,0
0,50	1,00	1,0
1,00	2,00	0,5

Ergebnis: Bei doppelter Querschnittsfläche A ist der Widerstand R halb so groß. Bei vierfacher Fläche sinkt der Widerstand auf ein Viertel. Allgemein gilt:

Der Widerstand eines Leiters ist umgekehrt proportional zur Querschnittsfläche:
 $R \sim 1/A$.

Beide Ergebnisse können in einer Formel zusammengefaßt werden. Wenn wir l z. B. verzehnfachen, so steigt R um das 10fache. Wird außerdem die Querschnittsfläche A verdoppelt, so wächst R nur noch um das 5fache. R ist somit zum Quotienten l/A proportional: $R \sim l/A$. Führen wir den Proportionalitätsfaktor ρ ein, so gilt:

Zwischen der Länge l eines Drahtes, seiner Querschnittsfläche A und seinem Widerstand besteht folgender Zusammenhang:

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

Welche Bedeutung hat der materialabhängige Faktor ρ ? Mit Hilfe der Meßtabelle kannst du ρ für Konstantan bestimmen. Für die Länge $l = 1$ m und $A = 1 \text{ mm}^2$ erhältst du

$$\rho = \frac{0,48 \Omega \cdot 1 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}} \approx 0,48 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

ρ hat also die Einheit $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Die Maßzahl von ρ gibt den Widerstand an, den ein Draht aus einem bestimmten Material bei 1 m Länge und 1 mm^2 Querschnittsfläche hat. Man nennt ρ den **spezifischen Widerstand**.

Wie man mit dem spezifischen Widerstand rechnet, zeigen dir die folgenden Beispiele.

B 1: Ein Kupferdraht von 12 m Länge und 2 mm Durchmesser hat eine Querschnittsfläche von $A \approx 3,14 \cdot 1 \text{ mm}^2 = 3,14 \text{ mm}^2$. Wie groß ist der Widerstand des Drahtes?

Mit Hilfe der Tabelle der spezifischen Widerstände am Ende des Buches findet man:

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,017 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{12 \text{ m}}{3,14 \text{ mm}^2} = 0,065 \Omega$$

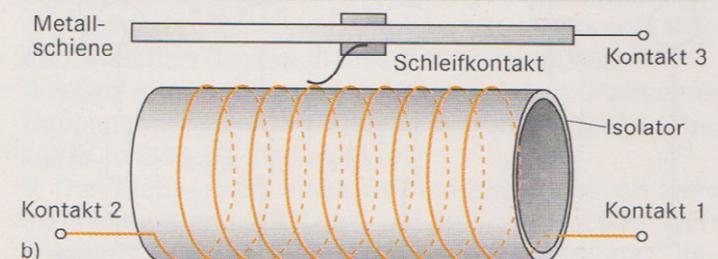
B 2: Ein Eisendraht der Länge $l = 0,5$ m und dem Durchmesser $d = 0,2$ mm hat einen Widerstand von $1,59 \Omega$. Bestimme daraus den spezifischen Widerstand von Eisen!

Lösung:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{1,59 \Omega \cdot 0,0314 \text{ mm}^2}{0,5 \text{ m}} \approx \frac{0,1 \Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

Aufgaben

- 1 Welche Widerstandswerte haben die in Bild 1 dargestellten Widerstände?
- 2 Berechne den Widerstand einer zweiadrigen Telefonleitung aus Kupfer mit der Länge 5 km und dem Querschnitt von je $0,8 \text{ mm}^2$!
- 3 Der Widerstand einer Spule aus Kupferdraht beträgt $60,5 \Omega$. Der Leiterquerschnitt beträgt $0,5 \text{ mm}^2$. Wie lang ist der aufgewickelte Draht?
- 4 Für die Herstellung von 100Ω -Drahtwiderständen werden Leiterlängen von 40 m bei einer Querschnittsfläche von $0,2 \text{ mm}^2$ verwendet. Aus welchem Material besteht der Draht?
- 5 Bild 4 zeigt einen Stromkreis mit einem Schiebewiderstand. Damit läßt sich z. B. die Helligkeit einer Lampe regeln. Erkläre, wie ein solcher Schiebewiderstand funktioniert!



4 Helligkeitsregelung mit einem Schiebewiderstand