

# Flegel/Birnstiel/Nerretter, Elektrotechnik für Maschinenbau und Mechatronik

Carl Hanser Verlag München

## 7 Bauelemente

### Aufgabe 7.1

Das Potenziometer aus dem Beispiel 7.2 wird ohne Last an der Spannung  $U = 12\text{ V}$  betrieben. Welche Nennleistung muss das Potenziometer haben, damit es sich im Dauerbetrieb nicht zu stark erwärmt?

### Aufgabe 7.2

Das Potenziometer aus dem Beispiel 7.2 wird mit der Last  $R_L = 220\ \Omega$  an der Spannung  $U = 12\text{ V}$  betrieben. Welche Nennleistung muss das Potenziometer haben, damit es sich bei beliebiger Schleiferstellung im Dauerbetrieb nicht zu stark erwärmt?

### Aufgabe 7.3

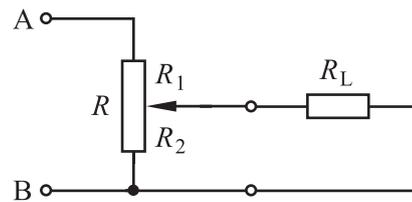
Ein PTC-Widerstand mit den im Bild 7.4 dargestellten  $I$ - $U$ -Kennlinien wird an einer Spannungsquelle mit der konstanten Spannung  $U_q = 12\text{ V}$  betrieben. Welcher Strom  $I_1$  fließt bei einer Kühlung des PTC-Widerstandes mit Luft? Welcher Strom  $I_2$  fließt bei einer Kühlung des PTC-Widerstandes mit Öl?

### Aufgabe 7.4

Ein PTC-Widerstand mit den im Bild 7.4 dargestellten  $I$ - $U$ -Kennlinien wird an einer linearen Spannungsquelle mit der Leerlaufspannung  $U_0 = 12\text{ V}$  und dem Innenwiderstand  $R_i = 240\ \Omega$  betrieben. Welcher Strom  $I_1$  fließt bei einer Kühlung des PTC-Widerstandes mit Luft? Welcher Strom  $I_2$  fließt bei einer Kühlung des PTC-Widerstandes mit Öl?

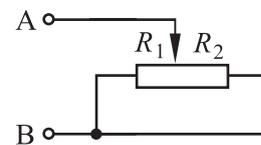
### Aufgabe 7.5

Ein Potenziometer  $R = 1\text{ k}\Omega$  mit dem Schleifer in der Mittelstellung wird mit einem Widerstand  $R_L = 2\text{ k}\Omega$  belastet. Welchen Widerstand  $R_{AB}$  hat die Schaltung? Welche Werte  $R_1$  bzw.  $R_2$  müssen bei  $R_L = 2\text{ k}\Omega$  eingestellt werden, damit die Schaltung den Widerstand  $R_{AB} = 800\ \Omega$  aufweist?



### Aufgabe 7.6

Bei dem Potenziometer mit  $R = R_1 + R_2 = 1\text{ k}\Omega$  und der Nennleistung  $20\text{ W}$  soll die Parallelschaltung von  $R_1$  und  $R_2$  den Widerstand  $240\ \Omega$  aufweisen. Wie sind  $R_1$  und  $R_2$  zu wählen? An welcher höchsten Spannung darf diese Schaltung betrieben werden?



### Aufgabe 7.7

Welchen Stellbereich hat die Schaltung mit dem Potenziometer aus der Aufgabe 7.6?

### Aufgabe 7.8

Der aus metallisierten Polypropylenfolien bestehende Wickel eines Wickelkondensators mit der Kapazität  $4,7\ \mu\text{F}$  hat das Volumen  $8,3\text{ cm}^3$ . Die Dicke der Metallschicht soll unberücksichtigt bleiben. Berechnen Sie die Fläche und die Dicke einer Folie.

### Aufgabe 7.9

Der aus metallisierten Polypropylenfolien bestehende Wickel eines Wickelkondensators mit der Kapazität  $4,7\ \mu\text{F}$  hat das Volumen  $8,3\text{ cm}^3$ . Die Dicke der Metallschicht wird zu  $0,1\ \mu\text{m}$  angenommen. Berechnen Sie die Fläche und die Dicke einer Folie.

### Aufgabe 7.10

In der Schaltung 7.27 ist die Spannung  $U_{q1}$  so eingestellt, dass der Basisstrom  $I_B = 100\ \mu\text{A}$  fließt. Ermitteln Sie für  $U_{q2} = 20\text{ V}$  und  $R_C = 200\ \Omega$  den Kollektorstrom  $I_C$  und die Kollektor-Emitter-Spannung  $U_{CE}$ .

**Lösung 7.1**

Wir setzen  $U = 12 \text{ V}$  und  $R = 100 \Omega$  in die Gl. (1.19) ein und erhalten die erforderliche Leistung:

$$P_{\text{erf}} = 1,44 \text{ W}$$

**Lösung 7.2**

Durch das unbelastete Potenziometer fließt der Strom  $I_0 = U/R = 0,12 \text{ A}$ . Die Last nimmt den maximalen Strom  $I_{2\text{max}}$  auf, wenn der Schleifer des Potenziometers fast den oberen Anschluss berührt und dabei  $R_1 \approx 0$  und  $R_2 \approx R$  ist:

$$I_{2\text{max}} = U/R_L = 54,5 \text{ mA}$$

Für den gesamten Strom

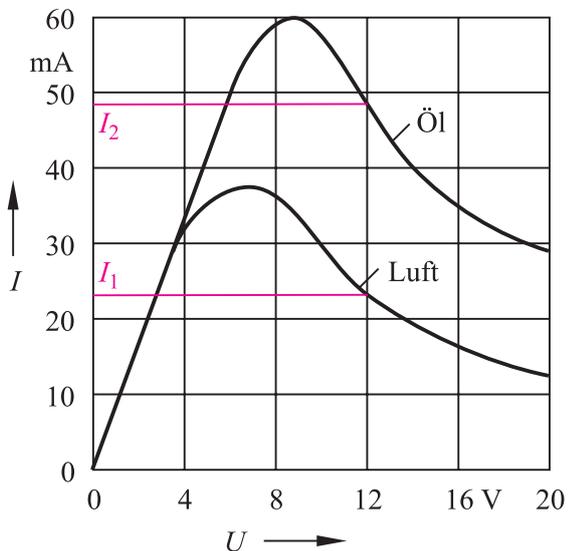
$$I_{1\text{max}} = I_0 + I_{2\text{max}} = 0,1745 \text{ A}$$

muss das gesamte Potenziometer ausgelegt sein. Die erforderliche Leistung ist:

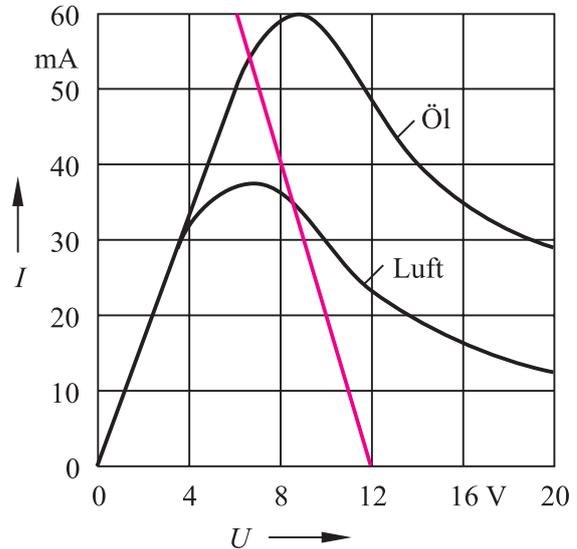
$$P_{\text{erf}} = R (I_{1\text{max}})^2 = 3,047 \text{ W}$$

**Lösung 7.3**

Im Bild 7.4 werden für  $12 \text{ V}$  die Werte  $I_1 = 23 \text{ mA}$  und  $I_2 = 48 \text{ mA}$  abgelesen.

**Lösung 7.4**

Die lineare Quelle mit der Leerlaufspannung  $12 \text{ V}$  hat den Kurzschlussstrom  $I_k = 12 \text{ V} / 100 \Omega = 120 \text{ mA}$ . Wir tragen im Bild 7.4 die  $I$ - $U$ -Kennlinie der linearen Quelle ein und lesen bei den Schnittpunkten die Werte  $I_1 = 35 \text{ mA}$  und  $I_2 = 54 \text{ mA}$  ab.

**Lösung 7.5**

Ist der Schleifer in Mittelstellung, so stimmen die Widerstände  $R_1 = 500 \Omega$  und  $R_2 = 500 \Omega$  überein. Die Parallelschaltung von  $R_L$  und  $R_2$  hat den Widerstand  $R_p = 400 \Omega$  und damit ist  $R_{AB} = R_1 + R_p = 900 \Omega$ . Für  $R_{AB} = R_1 + R_p = 800 \Omega$  setzen wir an:

$$R_1 + R_2 = 1000 \Omega$$

$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_2}} = 800 \Omega$$

Wir lösen die erste dieser Gleichungen nach  $R_1$  auf und setzen sie in die zweite Gleichung ein. Dadurch erhalten wir eine quadratische Gleichung für  $R_2$ , deren einzige positive und damit brauchbare Lösung  $R_2 = 740,31 \Omega$  ist. Damit berechnen wir den Widerstand  $R_1 = 259,69 \Omega$ .

**Lösung 7.6**

Wegen  $RI^2 = 20 \text{ W}$  darf in dem Potenziometer der maximale Strom  $I_{\max} = 0,1414 \text{ A}$  fließen.

Für die Widerstände setzen wir an:

$$R_1 + R_2 = 1000 \ \Omega$$

$$R_{AB} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = 240 \ \Omega$$

Dieses nichtlineare Gleichungssystem hat zwei Lösungen:

$$1. R_1 = 400 \ \Omega; R_2 = 600 \ \Omega$$

$$2. R_1 = 600 \ \Omega; R_2 = 400 \ \Omega$$

Der maximale Strom  $I_{\max} = 0,1414 \text{ A}$  muss durch den Widerstand  $400 \ \Omega$  fließen, der dabei an der höchsten Spannung  $56,57 \text{ V}$  liegen darf.

**Lösung 7.7**

Der Stellbereich der Parallelschaltung von  $R_1$  und  $R_2$  beträgt  $0 \dots 250 \ \Omega$ ; er ist kleiner als der von  $R_1$  allein ( $0 \dots 1000 \ \Omega$ ).

**Lösung 7.8**

Mit der Dicke  $l$  der Folien und der Fläche  $A$  setzen wir für das Volumen des Wickels an:

$$V = 2 A l$$

Die Gl. (7.5) beschreibt die Kapazität des Wickels:

$$C = 2 \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 A}{l}$$

Wir lösen das Produkt  $VC$  nach  $A$  auf und berechnen mit  $\varepsilon_r = 2,3$  aus der Tab. 4.1:

$$A = \sqrt{\frac{VC}{4 \varepsilon_r \varepsilon_0}} = 0,692 \text{ m}^2$$

Mit der Gleichung für das Volumen berechnen wir die Dicke  $l = 6 \ \mu\text{m}$  einer Folie.

**Lösung 7.9**

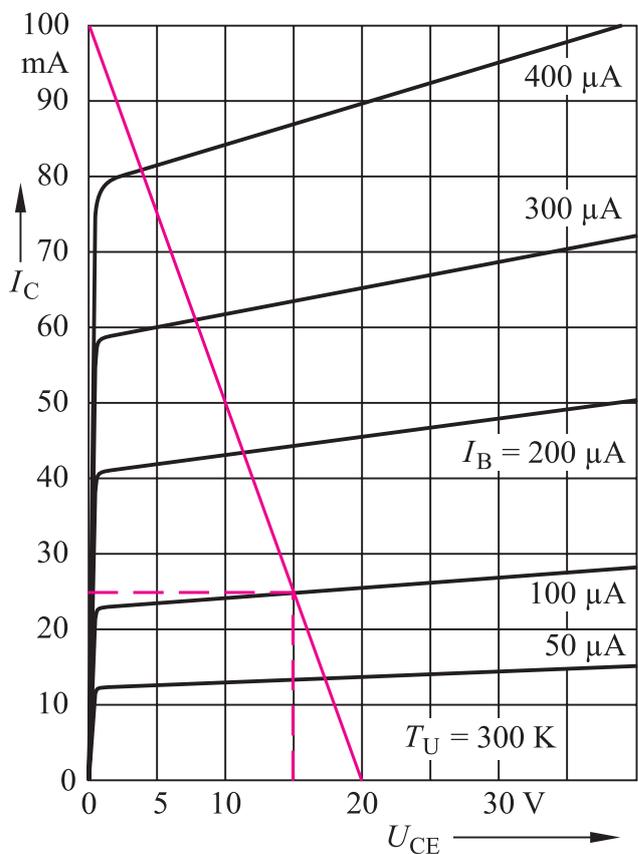
Mit der Dicke  $l$  der Folien und der Dicke  $d$  der Metallschichten setzen wir an:

$$V = 2 A (l + d)$$

Mit der Gl. (7.5) liegt ein nichtlineares Gleichungssystem vor, dessen Lösungen die Fläche  $A = 0,688 \text{ m}^2$  und die Foliendicke  $l = 5,96 \ \mu\text{m}$  sind.

**Lösung 7.10**

Wir zeichnen die  $I$ - $U$ -Kennlinie der linearen Quelle für  $U_{q2} = 20 \text{ V}$  und  $I_{k2} = U_{q2} / R_C = 100 \text{ mA}$  in das Bild 7.28 ein.



Als Schnittpunkt mit der Kurve für  $I_B = 100 \ \mu\text{A}$  lesen wir  $U_{CE} = 15 \text{ V}$  und  $I_C = 24,8 \text{ mA}$  ab.