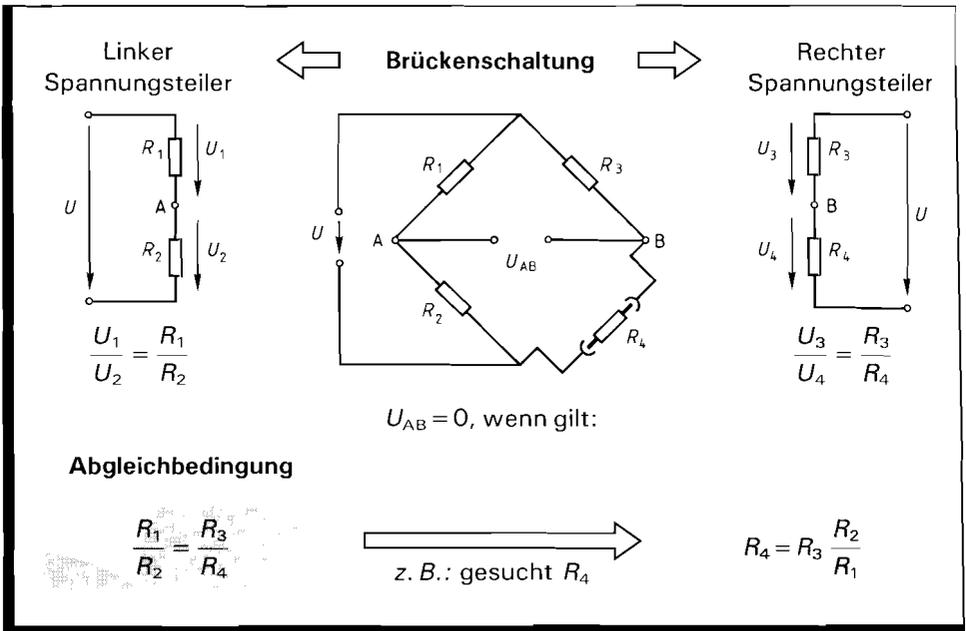


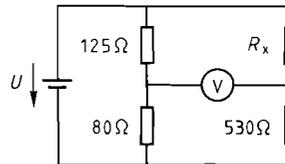
7.2.2 Direkte Messung (Wheatstone-Meßbrücke)



Aufgaben

Beispiel: Die abgebildete Meßbrücke liegt an einer Betriebsspannung von 4,5 V und ist abgeglichen.

- Wie groß ist der gesuchte Widerstandswert?
- Welche Spannung liegt an R_x ?



Gegeben: $R_1 = 125 \Omega$; $R_2 = 80 \Omega$; $R_4 = 530 \Omega$; $U = 4,5 \text{ V}$

Gesucht: R_x ; U_x

Lösung: a) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_4} \Rightarrow R_x = R_4 \frac{R_1}{R_2}$

$$R_x = 530 \Omega \frac{125 \Omega}{80 \Omega}$$

$$R_x = 828 \Omega$$

b) $R_E = R_4 + R_x$
 $R_E = 530 \Omega + 828 \Omega$
 $R_E = 1358 \Omega$

$$I_x = \frac{U}{R_E}$$

$$I_x = \frac{4,5 \text{ V}}{1358 \Omega}$$

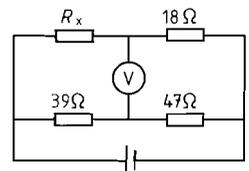
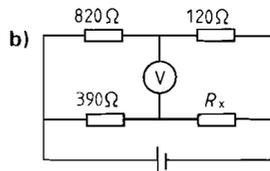
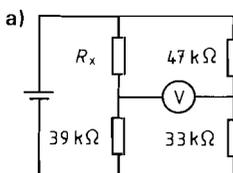
$$I_x = 3,31 \text{ mA}$$

$$U_x = R_x \cdot I_x$$

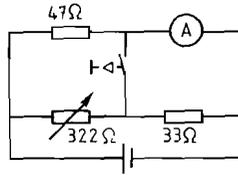
$$U_x = 828 \Omega \cdot 3,31 \text{ mA}$$

$$U_x = 2,74 \text{ V}$$

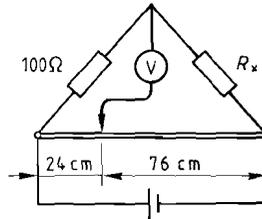
1. Wie groß ist jeweils der Widerstand R_x bei den abgeglichenen Meßbrücken?



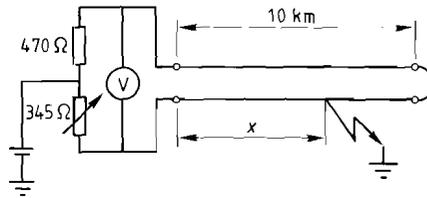
2. Zur Bestimmung des Innenwiderstandes eines Meßgerätes wird der veränderbare Widerstand so lange verändert, bis sich bei Schalterbetätigung der Ausschlag des Meßgerätes nicht mehr ändert. Wie groß ist der Innenwiderstand des Meßgerätes, wenn die Brücke bei den dargestellten Widerstandswerten abgeglichen ist?



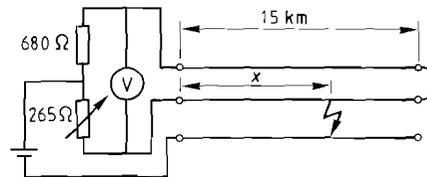
3. Die abgebildete Schleifdrahtmeßbrücke ist abgeglichen. Wie groß ist der gesuchte Widerstandswert?



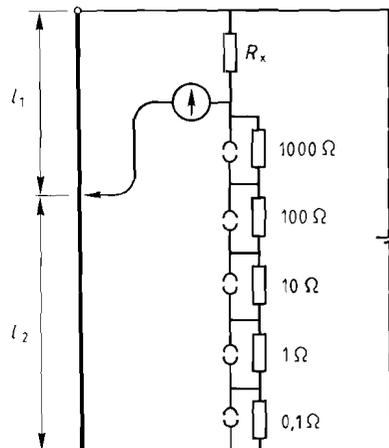
4. Eine Ader einer Telefonleitung hat einen Erdanschluß. Zur Ermittlung des Fehlerortes wird die beschädigte Ader am Ende der Leitung mit einer unbeschädigten Ader kurzgeschlossen. Am Anfang der Leitung werden die Adern zu einer Brückenschaltung ergänzt. (Fehlerortbestimmung nach Murray) Wie weit ist die Fehlerstelle vom Meßort entfernt, wenn die abgebildete Brückenschaltung abgeglichen ist?



5. Zur Fehlerortbestimmung bei Kurzschluß zweier Adern einer Leitung wird die Meßbrücke wie in der Abbildung geschaltet. Wie weit ist der Fehler vom Meßort entfernt?



6. Die nebenstehende Schaltung zeigt eine Schleifdraht-Meßbrücke mit einstellbarem Vergleichswiderstand. Der Schleifdraht ist insgesamt 1 m lang. Die größte Meßgenauigkeit wird erzielt, wenn der Vergleichswiderstand genauso groß wie der Meßwiderstand ist. Der Vergleichswiderstand wird durch Kurzschließen einzelner Widerstände eingestellt. Welche Widerstände sind kurzzuschließen und wie groß ist das Streckenverhältnis $l_1:l_2$, wenn folgende Widerstandswerte gemessen werden?



- a) 20 Ω e) 3 kΩ
 b) 45 Ω f) 200 Ω
 c) 200 mΩ g) 10 kΩ
 d) 30 mΩ h) 1 kΩ

$$U_A = I \cdot \frac{R_{iV} \cdot R}{R_{iV} + R} = 65,55 \text{ mA} \cdot \frac{10000 \Omega \cdot 379,5 \Omega}{10000 \Omega + 379,5 \Omega} = \underline{23,967 \text{ V}}$$

$$R_A = \frac{U_A}{I_A} = \frac{23,97 \text{ V}}{65,55 \text{ mA}} = \underline{365,68 \Omega}$$

$$e) f = \frac{A - W}{W} \cdot 100\% = \frac{365,68 \Omega - 379,5 \Omega}{379,5 \Omega} \cdot 100\% = \underline{-3,64\%}$$

9. Anzeige: Stromfehlerschaltung

$$R_A = \frac{R_{iV} \cdot R}{R_{iV} + R} = \frac{10 \text{ k}\Omega \cdot 1 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega} = 909,09 \Omega$$

Anzeige: Spannungsfehlerschaltung

$$R_A = R + R_{iA} = 1 \text{ k}\Omega + 1 \Omega = 1001 \Omega$$

Die Spannungsfehlerschaltung liefert das genauere Ergebnis.

7.2.2 Direkte Messung (Wheatstone - Meßbrücke)

$$1. a) R_x = 39 \text{ k}\Omega \cdot \frac{47 \text{ k}\Omega}{33 \text{ k}\Omega} = \underline{55,55 \text{ k}\Omega}$$

$$b) R_x = 390 \Omega \cdot \frac{120 \Omega}{820 \Omega} = \underline{57,1 \Omega}$$

$$c) R_x = 18 \Omega \cdot \frac{39 \Omega}{47 \Omega} = \underline{14,94 \Omega}$$

$$2. R_l = 47 \Omega \cdot \frac{33 \Omega}{322 \Omega} = \underline{4,82 \Omega}$$

$$3. R_x = 100 \Omega \cdot \frac{76 \text{ cm}}{24 \text{ cm}} = \underline{316,67 \Omega}$$

$$4. \frac{470 \Omega}{10 \text{ km} + (10 \text{ km} - x)} = \frac{345 \Omega}{x}$$

$$x = \underline{8,47 \text{ km}}$$

$$5. \frac{680 \Omega}{15 \text{ km} + (15 \text{ km} - x)} = \frac{265 \Omega}{x}$$

$$x = \underline{8,41 \text{ km}}$$

6. a) Bis auf den 10 Ω -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{20 \Omega}{10 \Omega} = 2 \quad (2:1)$$

7.2.2 Direkte Messung (Wheatstone - Meßbrücke)

b) Bis auf den 100Ω -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{45\Omega}{100\Omega} = \underline{0,45} \quad (4,5:10)$$

c) Bis auf den $0,1\Omega$ -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{200m\Omega}{100m\Omega} = \underline{2} \quad (2:1)$$

d) Bis auf den $0,1\Omega$ -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{30m\Omega}{100m\Omega} = \underline{0,3} \quad (3:10)$$

e) Bis auf den $1k\Omega$ -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{3k\Omega}{1k\Omega} = \underline{3} \quad (3:1)$$

f) Bis auf den 100Ω -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{200\Omega}{100\Omega} = \underline{2} \quad (2:1)$$

g) Bis auf den $1k\Omega$ -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{10k\Omega}{1k\Omega} = \underline{10} \quad (10:1)$$

h) Bis auf den $1k\Omega$ -Widerstand sind alle Widerstände kurzzuschließen.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_x}{R_V} = \frac{1k\Omega}{1k\Omega} = \underline{1} \quad (1:1)$$

7.3 Meßbereichserweiterung

7.3.1 Spannungsmeßgeräte mit Drehspulmeßwerk

$$1. \quad n = \frac{U}{U_i} = \frac{100V}{15V} = \underline{6,67}$$

$$2. \quad U_A = \frac{U}{n} = \frac{8V}{5} = \underline{1,6V}$$

$$3. \quad U = n \cdot U_A = 3 \cdot 28V = \underline{84V}$$

$$4. \quad R_V = (n - 1) \cdot R_i = (5 - 1) \cdot 1k\Omega = \underline{4k\Omega}$$

$$5. \quad R_V = \left(\frac{U}{U_i} - 1 \right) \cdot R_i = \left(\frac{20V}{3V} - 1 \right) \cdot 3k\Omega = \underline{17k\Omega}$$