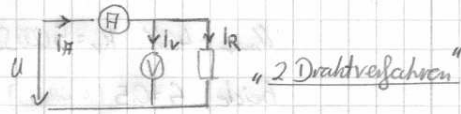
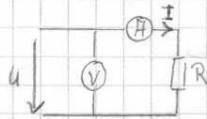


a) Stromrichtige Schaltung

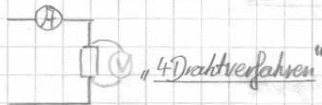
b) Spz-richtige Schaltung



Stromfehler-Schaltung: $I_M = I_R + I_V \Rightarrow R_V = \frac{U_R}{I_V} \rightarrow I_M = I_R + \frac{U_R}{R_V} \rightarrow I_R = I_M - \frac{U_R}{R_V}$
 $\rightarrow R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{U_R}{I_M - \frac{U_R}{R_V}}$ Korrektur

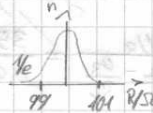
üblich $R_V \rightarrow \infty$

Bsp: $\frac{U_R}{R_V} \approx \frac{10 \text{ V}}{10 \text{ V}} \cdot 10^{-6} \approx 1 \mu\text{A}$ $I_R \gg I_V$ für kleine Meßfehler ohne Korrektur



Minimierung von Leitungseinflüssen

$R_{\text{Zoll}} = 100 \Omega \pm 1\%$



Welche Schaltung verwenden?

Generell: Ist der Fehler zusätzliche Fehler durch die Schaltung kleiner als der Fehler der Einzelmessgeräte können beide Schaltungen eingesetzt werden

Faustregel: • hohes $U \rightarrow$ großes R : stromrichtige Schaltung

• hoher $I \rightarrow$ kleines R : spz-richtige Schaltung

• Entscheidungshilfe: $\frac{R_V}{R} > \frac{R}{R_M}$ spz-richtige Schaltung

$\frac{R}{R_M} > \frac{R_V}{R}$ stromrichtige Schaltung

• Korrekturrechnung sinnvoll:

a) stromrichtige Schaltung

b) spzrichtige Schaltung

$\frac{R_V}{R} \neq \frac{R_M \cdot I}{U} \leq G_{u\text{-spz-messer}}$ } wenn angeleich, nicht erfüllt
 $\frac{I_V}{I_M} \leq G_{I\text{-Nennparameter}}$ } \rightarrow Korrektur erforderlich

Bsp: zu messender Widerstand $R_x \approx 80 \Omega$

Meßgeräte: $I_{max} = 1 \text{ A}$ $R_{iI} = 2 \Omega$ für Amperemeter

$U_{max} = 40 \text{ V}$ $R_v = 5000 \Omega$ für Voltmeter

beide $G = 0,5$ (% relativ)

a) Welche Schaltung?

$$\frac{R_v}{R_x} = \frac{5000}{80} = 62,5 \quad \frac{R_x}{R_{iI}} = \frac{80}{2} = 40$$

→ Spröchtige Schaltung ist günstiger

b) Korrektur notwendig?

$$\frac{I_v}{I_I} \leq G \rightarrow \frac{R_x}{G} \leq R_v \quad \frac{80 \Omega}{\text{absolut } 0,005} = 16 \text{ k}\Omega > 5000 \Omega$$

→ Korrektur ist notwendig!

Umformung: $\frac{U \cdot R}{R_v \cdot U} \rightarrow R_x = \frac{U_R}{I_I - \frac{U_R}{R_v}} = \frac{35,5 \text{ V}}{0,42 \text{ A} - \frac{35,5 \text{ V}}{5 \text{ k}\Omega}} = 85,98 \Omega$

Meßwerte eingesetzt

Systematischer Fehler: (relativ)

$$\frac{F}{R_x} = \frac{G_v}{U_a} + \frac{G_i}{I_I} = \frac{0,005 \cdot 40 \text{ V}}{35,5 \text{ V}} + \frac{0,005 \cdot 1 \text{ A}}{0,42 \text{ A}} = 0,0175 \approx 1,75\%$$

abs. Fehler $F \cdot R_{gemessen} = 0,0175 \cdot 85,98 \Omega \approx 1,5 \Omega$

$$\rightarrow R_x = (85,98 \pm 1,5) \Omega \approx (86 \pm 1,5) \Omega$$

weitere Meßverfahren (zur Widerstandsbestimmung)

- Strom-~~oder~~ Spg.-Vergleichschaltung mit bekannten Widerstand Vgl.
- Digitalmultimeter mit Konstantstromquelle

gemessen wird Spg. fall über Widerstand

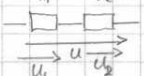


klein, ablesbar mess
tiefe
Leistungsaufnahme

HT Gleichspg-messung kleiner Widerstände

Bsp: $R(T) = R + \Delta R(T)$ mit $\Delta R \ll R$

- Messsignal soll auf AD-Wandler gehen

a) Spg-teiler  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \rightarrow \frac{U}{U_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$

Annahme: $R_1 = R$, $R_2 = R + \Delta R$

$$\frac{U}{U_2} = \frac{2R + \Delta R}{R + \Delta R} \rightarrow U_2 = \frac{U(R + \Delta R)}{2R + \Delta R}$$

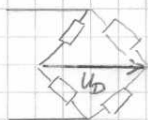
- Stimmt das? $\Delta R = 0$: $R_1 = R_2$

$$U_2 = \frac{U \cdot R}{2R} = 0,500 \cdot U$$

- R_2 ändert sich $\Delta R = \frac{R}{100}$ $U_2 = \frac{U(R + \frac{1}{100}R)}{2R + \frac{1}{100}R} = \frac{U \cdot 1,01}{2,01} = 0,5025 \cdot U$

Bsp: $U = 10V$ $U_2 = 5,025V$ $\rightarrow \Delta U = 25mV$ $\frac{10V}{0,025} \rightarrow 76bit$

b) Brückenschaltung



aus der Formelsammlung:

$$U_D \approx \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} \cdot U$$

$$\Delta R = 0 \rightarrow U_D = 0$$

$$\Delta R = \frac{1}{100} R \rightarrow U_D \approx \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{100} \cdot 10V = \frac{1}{400}V = 25mV$$
 besser, da $U_{mess} = 0,025m$

oben Spg-teiler: $5,000 \dots 5,025V$