

Name, Vorname	Testat	

Einfache Elektrische Netzwerke

Aufgabe 1: Messbereichserweiterung bei einer Strommessung

Mittels eines Strommessgerätes soll der Quellenstrom (Kurzschlussstrom) I_q und der Innenwiderstand R_q einer realen Stromquelle ermittelt werden (Fig. 1). Damit der Strom durch das interne Messgerät I_{MW} nicht überschreitet, wird die Widerstandskette mit den Widerständen R_1 , R_2 , R_3 und R_{mwi} eingeführt. Je nach Messbereich MB wird der zu messende Strom I über eine andere Verbindung geleitet.

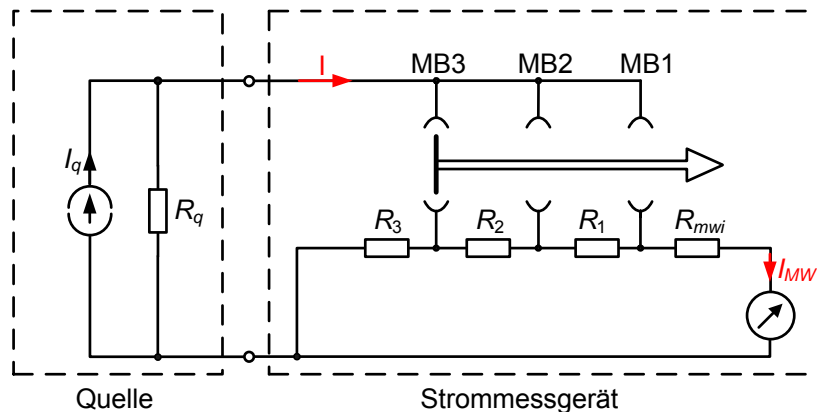


Fig.1: Netzwerk mit Quelle und Strommessgerät

Benutzen Sie für die Berechnungen folgende Werte:

MB1 = 100 mA, MB2 = 1 A, MB3 = 10 A, $I_{MW} = 5$ mA und $R_{mwi} = 100 \Omega$

- Berechnen Sie R_1 , R_2 , R_3 und die Eingangswiderstände R_{e1} , R_{e2} , R_{e3} des Strommessgerätes in den drei Messbereichen.
- Berechnen Sie die maximalen Leistungen $P_{1,max}$, $P_{2,max}$ und $P_{3,max}$, die an den drei Widerständen R_1 , R_2 und R_3 auftreten.
- Berechnen Sie den Kurzschlussstrom I_q und den Innenwiderstand R_q der Quelle, wenn der mit dem Messgerät gemessene Strom I im MB1 $I_1 = 47.62$ mA und im MB2 $I_2 = 49.74$ mA beträgt. Durch welches Spannungsquellen-Ersatzschaltbild (Quellenspannung und Innenwiderstand) könnte die Quelle äquivalent dargestellt werden?

Aufgabe 2: Temperaturmessung

Mit der in **Fig. 2** dargestellten Brückenschaltung soll ein Temperaturmessgerät aufgebaut werden. Zur Anzeige wird ein Spannungsmessinstrument verwendet. Zwischen der Spannung U_M und der gemessenen Temperatur ϑ_{mess} wird bei der Anzeige ein linearer Zusammenhang angenommen, d.h. $U_M = m \vartheta_{mess} + q$ mit $m, q = \text{konstant}$. Der Zusammenhang zwischen U_M und der tatsächlichen Temperatur ϑ ist jedoch nicht linear, weshalb ein arbeitspunktabhängiger, absoluter Temperaturmessfehler $F_\vartheta = \vartheta_{mess} - \vartheta = \Delta\vartheta$ auftritt. Analog kann eine Spannungsdifferenz $F_U = U_{M_{erw}} - U_M$ definiert werden, die die Differenz der erwarteten Spannung ($U_{M_{erw}} = m\vartheta + q$) zu der tatsächlich gemessenen Spannung angibt.

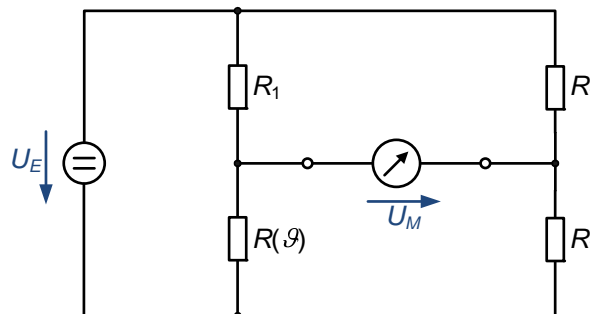


Fig.2: Brückenschaltung zur Temperaturmessung

Die Temperaturmessung soll in einem Bereich von -20°C bis 40°C einsetzbar sein, wobei sie bei $\vartheta_{start} = -20^\circ\text{C}$ einen Wert von $U_{M_{start}} = 0\text{V}$ und bei $\vartheta_{end} = 40^\circ\text{C}$ einen Wert von $U_{M_{end}} = 3\text{V}$ liefern soll. Für die Messung wird ein temperaturabhängiger Widerstand eingesetzt, dessen Widerstands-Temperatur-Kennlinie durch

$$R(\vartheta) = R_0(1 + \alpha(\vartheta - \vartheta_0))$$

mit den Parametern

$R_0 = 2000\ \Omega$	Widerstand bei ϑ_0
$\vartheta_0 = 20^\circ\text{C}$	Bezugstemperatur
$\alpha = 8 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$	Temperaturkoeffizient

beschrieben wird.

- Berechnen Sie R_1 und U_E derart, dass bei der Messung der Temperaturwerte $\vartheta_{start} = -20^\circ\text{C}$ und $\vartheta_{end} = 40^\circ\text{C}$ kein Fehler auftritt, d.h. der tatsächliche und der angezeigte Temperaturwert übereinstimmen.
- Ermitteln Sie die Temperatur ϑ , bei welcher die absolute Spannungsdifferenz F_U und damit der Temperaturmessfehler am grössten ist.
- Berechnen Sie nun diese grösste absolute Spannungsdifferenz $F_{U_{max}}$ und den dazugehörigen grössten Temperaturmessfehler $\Delta\vartheta_{max}$.

Aufgabe 3: Berechnung von Gleichstromkreisen

Nachfolgende Abbildungen (siehe **Fig.3**) zeigen Netzwerke aus Widerständen und Gleichspannungsquellen.

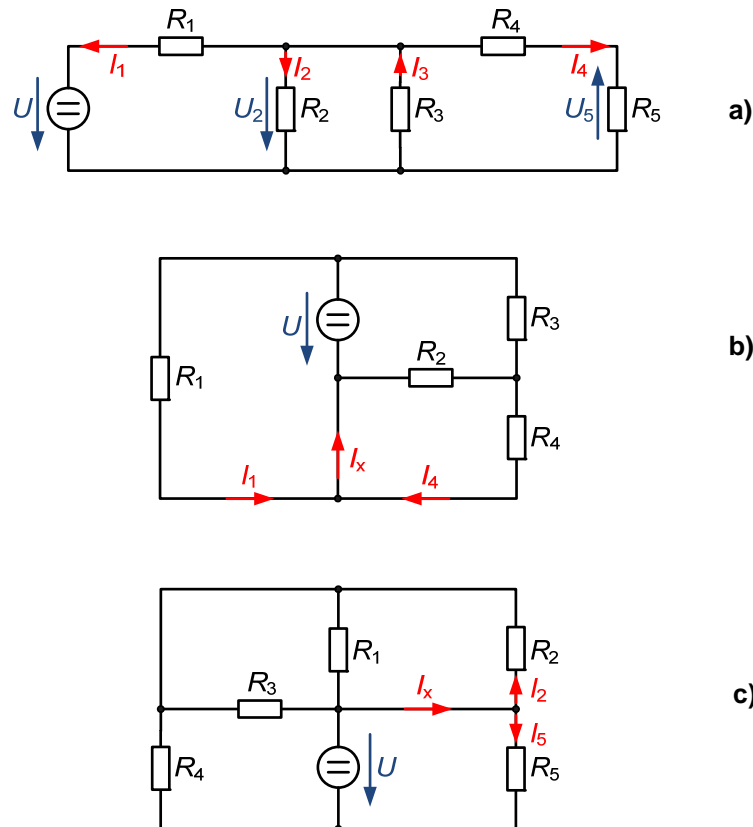


Fig.3: Netzwerke

Lösen Sie die Aufgaben **a)** bis **c)**, indem Sie Bauelementegruppen zusammenfassen und die Schaltungen anschaulicher darstellen. Letztlich soll nur eine einzige Masche verbleiben. Berechnen Sie dann über die Spannungs- bzw. Stromteiler-Formeln die gesuchten Grössen.

- Das Widerstandsnetzwerk $R_1=30\,\Omega$, $R_2=50\,\Omega$, $R_3=40\,\Omega$, $R_4=50\,\Omega$ und $R_5=10\,\Omega$ liegt an der Spannung $U=24\,\text{V}$. Berechnen Sie die Ströme I_1 bis I_4 , sowie die Spannungen U_2 und U_5 (**Fig.3a**).
- Die Schaltung enthält die Widerstände $R_1=90\,\Omega$, $R_2=50\,\Omega$, $R_3=40\,\Omega$ und $R_4=60\,\Omega$ und die Spannungsquelle $U=48\,\text{V}$ (**Fig.3b**). Bestimmen Sie den Zweigstrom I_x .
- Die Spannungsquelle liefert die Spannung $U=48\,\text{V}$, weiters wird die Schaltung durch die Widerstände $R_1=50\,\Omega$, $R_2=45\,\Omega$, $R_3=40\,\Omega$, $R_4=50\,\Omega$ und $R_5=60\,\Omega$ gebildet (**Fig.3c**). Wie gross ist der Zweigstrom I_x ?
- Lösen Sie nun Aufgabe **c)**, indem Sie ausgehende von **Fig. 3c**) die gesuchten Grössen direkt (d.h. ohne Zusammenfassung von Bauelementen) über Knoten- und Maschengleichungen berechnen.