

Aufgabe 5

Eine flexible 100m lange Kupferleitung bestehend aus 24 Einzeldrahnten mit einem Durchmesser von jeweils 0,2mm wird zur Übertragung eines Gleichstroms von konstant 0,5A genutzt. Die Temperatur beträgt 20 °C. Wie groß ist der Widerstand der Kupferleitung, die Verlustleistung in der Kupferleitung und wie groß ist der Spannungsabfall auf der 100m langen Leitung.

Wie verändern sich die Ergebnisse für den Fall das der Strom gleich bleibt aber die Temperatur auf 120 °C steigt?

Der spezifische Widerstand für Kupfer ist mit $\rho = 0,0178 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ bei 20 °C gegeben und der Temperaturkoeffizient beträgt $\alpha = 0,00393 \text{K}^{-1}$.

Aufgabe 5

$$A_{\text{Leitung}} = 24 \cdot A_{\text{Draht}} = 24 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,75 \text{mm}^2$$

$$R_{20^\circ\text{C}} = \frac{\rho_{\text{Cu}} \cdot l}{A_{\text{Leitung}}} = \frac{0,0178 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 100 \text{m}}{0,75 \text{mm}^2} = 2,37 \Omega$$

$$P_{20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot I^2 = 2,37 \Omega \cdot 0,25 \text{A}^2 = 0,592 \text{W}$$

$$U_{20^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} \cdot I = 2,37 \Omega \cdot 0,5 \text{A} = 1,18 \text{V}$$

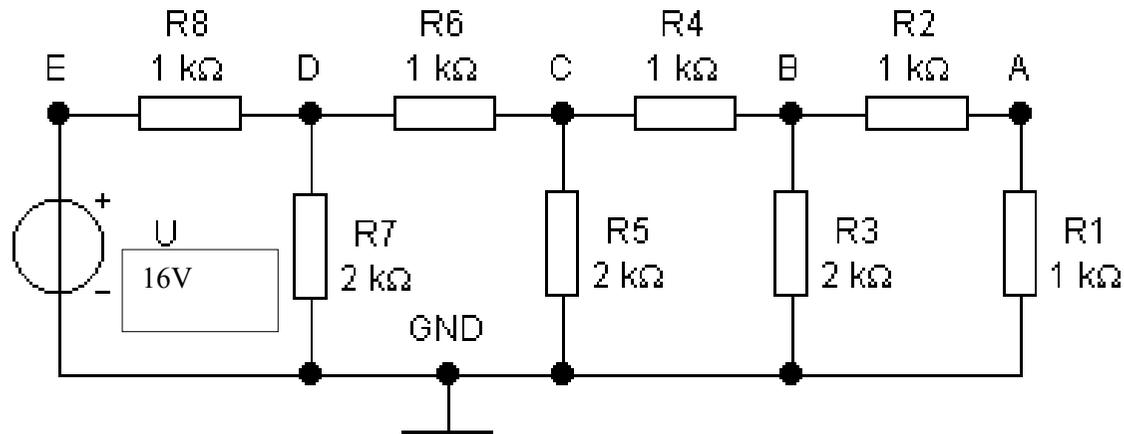
$$R_{120^\circ\text{C}} = R_{20^\circ\text{C}} + \alpha \cdot \Delta\vartheta \cdot R_{20^\circ\text{C}} = 2,37 \Omega + 0,00393 \frac{1}{^\circ\text{K}} \cdot 100^\circ\text{K} \cdot 2,37 \Omega = 3,30 \Omega$$

$$P_{120^\circ\text{C}} = R_{120^\circ\text{C}} \cdot I^2 = 3,30 \Omega \cdot 0,25 \text{A}^2 = 0,825 \text{W}$$

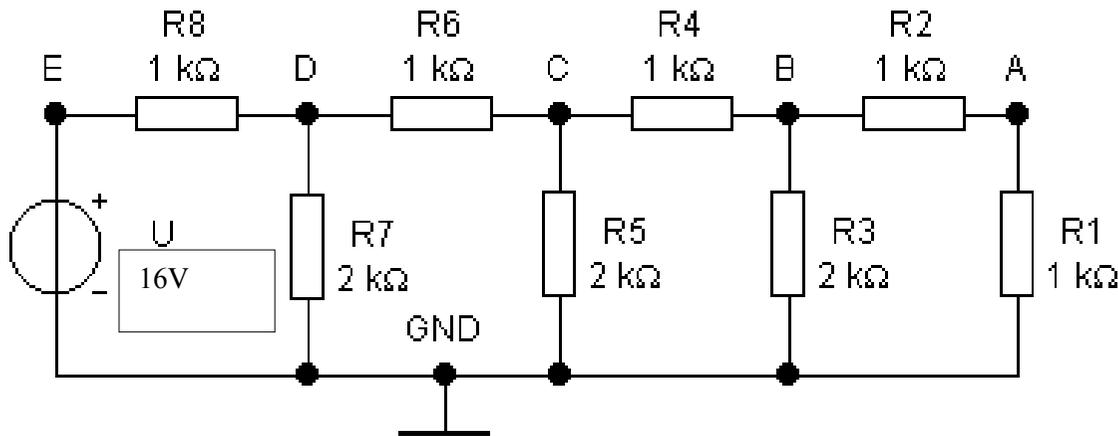
$$U_{120^\circ\text{C}} = R_{120^\circ\text{C}} \cdot I = 3,30 \Omega \cdot 0,5 \text{A} = 1,65 \text{V}$$

Aufgabe 7

Für die nebenstehend abgebildete Schaltung sind die Spannungen U_{R7} , U_{R5} , U_{R3} , U_{R1} und die Ströme I_{R8} , I_{R7} , I_{R5} , I_{R3} , I_{R1} zu berechnen.



Aufgabe 7



$$R_A = R_1 = 1k\Omega$$

$$R_B = \frac{(R_2 + R_A) \cdot R_3}{(R_2 + R_A) + R_3} = \frac{(1k\Omega + 1k\Omega) \cdot 2k\Omega}{(1k\Omega + 1k\Omega) + 2k\Omega} = 1k\Omega$$

$$R_C = \frac{(R_4 + R_B) \cdot R_5}{(R_4 + R_B) + R_5} = \frac{(1k\Omega + 1k\Omega) \cdot 2k\Omega}{(1k\Omega + 1k\Omega) + 2k\Omega} = 1k\Omega$$

$$R_D = \frac{(R_6 + R_C) \cdot R_7}{(R_6 + R_C) + R_7} = \frac{(1k\Omega + 1k\Omega) \cdot 2k\Omega}{(1k\Omega + 1k\Omega) + 2k\Omega} = 1k\Omega$$

$$R_E = R_8 + R_D = 1k\Omega + 1k\Omega = 2k\Omega$$

$$U_D = \frac{R_D}{R_D + R_8} \cdot U_E = \frac{1}{2} \cdot U_E = 8V$$

$$U_C = \frac{R_C}{R_C + R_6} \cdot U_D = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot U_E = 4V$$

$$U_B = \frac{R_B}{R_B + R_4} \cdot U_C = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot U_E = 2V$$

$$U_A = \frac{R_A}{R_A + R_2} \cdot U_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot U_E = 1V$$

$$I_{R7} = \frac{U_D}{R_7} = \frac{8V}{2k\Omega} = 4mA$$

$$I_{R5} = \frac{U_C}{R_5} = \frac{4V}{2k\Omega} = 2mA$$

$$I_{R3} = \frac{U_B}{R_3} = \frac{2V}{2k\Omega} = 1mA$$

$$I_{R1} = \frac{U_A}{R_1} = \frac{1V}{1k\Omega} = 1mA$$

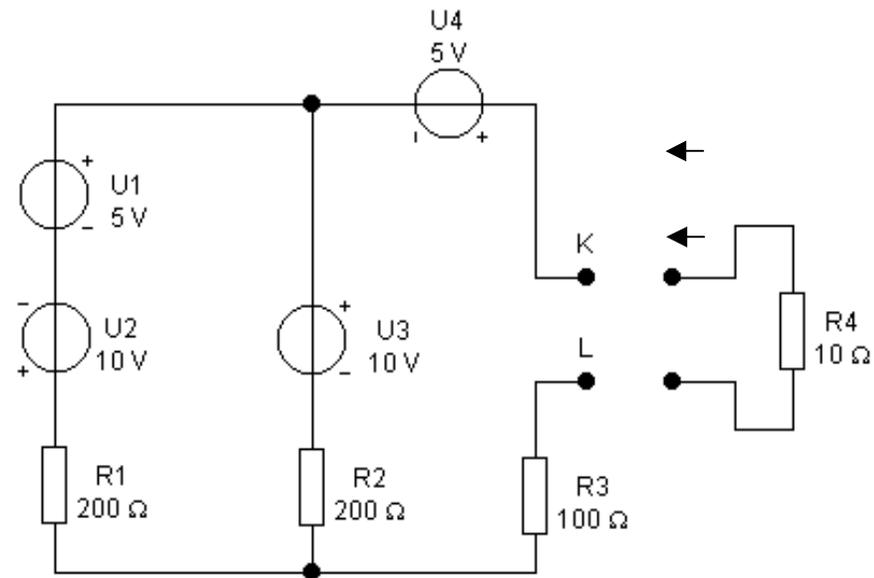
Aufgabe 8

Für den Fall, dass R_4 nicht an den Klemmen K und L angeschlossen ist (zwischen K und L keine Verbindung) soll der Widerstand, die Spannung und deren Polarität zwischen den Klemmen K und L berechnet werden.

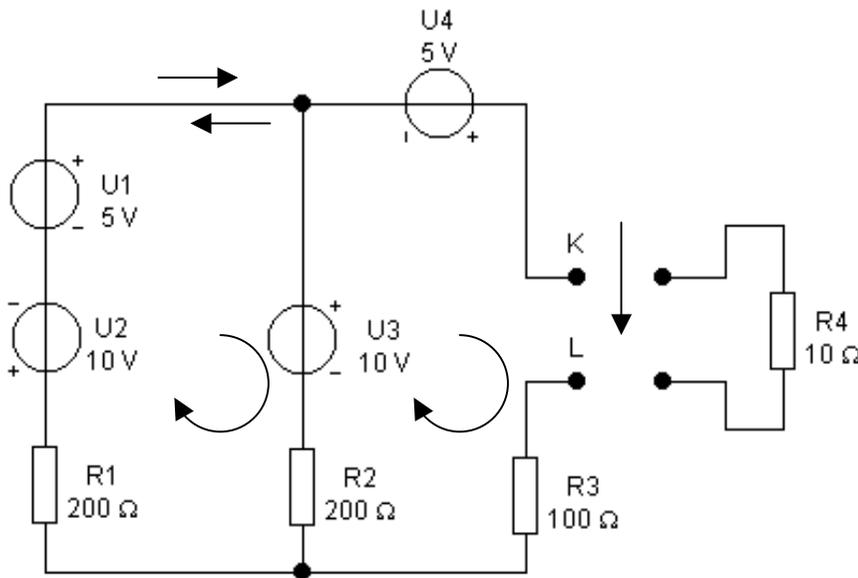
Wie verändern sich die Ergebnisse für den Fall, dass R_4 an die Klemmen K und L angeschlossen wird?

Wie groß ist der Strom über den Widerstand R_4 in diesem Fall?

Die Berechnung soll auf Basis des Verfahrens der Ersatzspannungsquelle erfolgen.



Aufgabe 8



$$R_i = R_3 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 100\Omega + \frac{200\Omega \cdot 200\Omega}{200\Omega + 200\Omega} = 200\Omega$$

$$\sum U = 0 = -U_1 + U_2 + I(R_1 + R_2) + U_3$$

$$I = \frac{+U_1 - U_2 - U_3}{R_1 + R_2} = \frac{+5V - 10V - 10V}{200\Omega + 200\Omega} = -0,0375A$$

angenommene Stromrichtung falsch

$$\sum U = 0 = -U_3 - U_4 + I_{R3} \cdot R_3 + I \cdot R_2 + U_{KL}$$

$$I_{R3} \cdot R_3 = 0$$

$$U_{KL} = U_3 + U_4 - I \cdot R_2 = 10V + 5V - 0,0375A \cdot 200\Omega = 7,5V$$

K = positiv

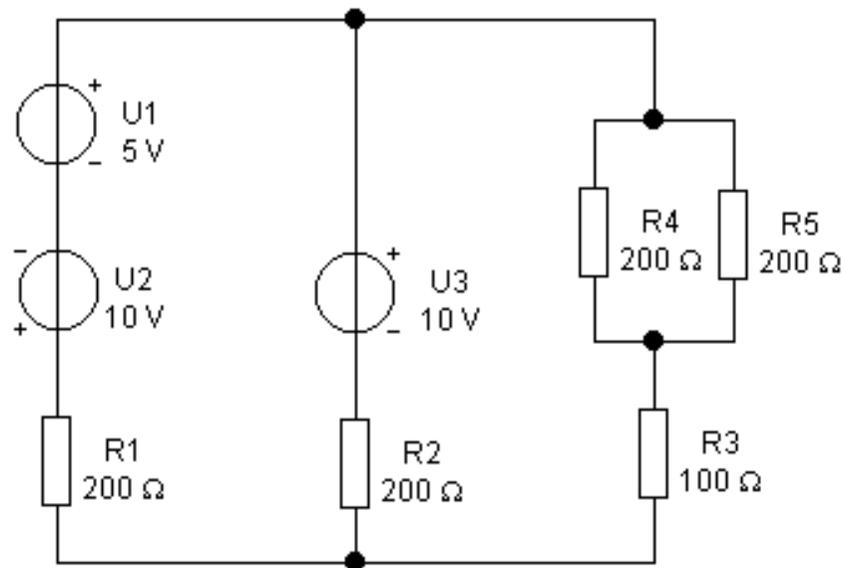
L = negativ

$$I_{R4} = \frac{U_{KL}}{R_i + R_4} = \frac{7,5V}{210\Omega} = 0,0357A$$

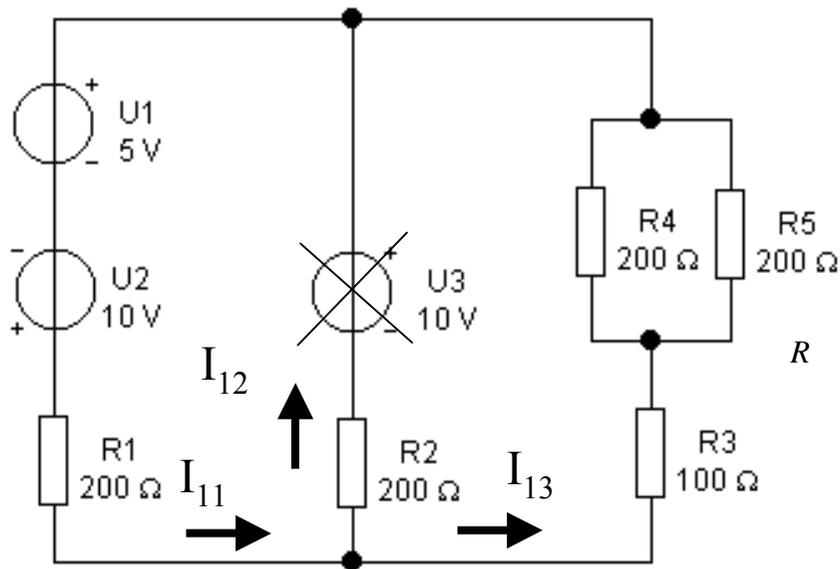
$$U'_{KL} = R_4 \cdot I_{R4} = 10\Omega \cdot 0,0357A = 0,357V$$

Aufgabe 9

Berechnen Sie auf Basis des Überlagerungsverfahrens die Spannungen (U_{R1} , U_{R2} , U_{R3} , U_{R4} , U_{R5}) und die Ströme (I_{R1} , I_{R2} , I_{R3} , I_{R4} , I_{R5}). Die Strom und Spannungsrichtungen sind in der Schaltung einzuzeichnen.



Aufgabe 9



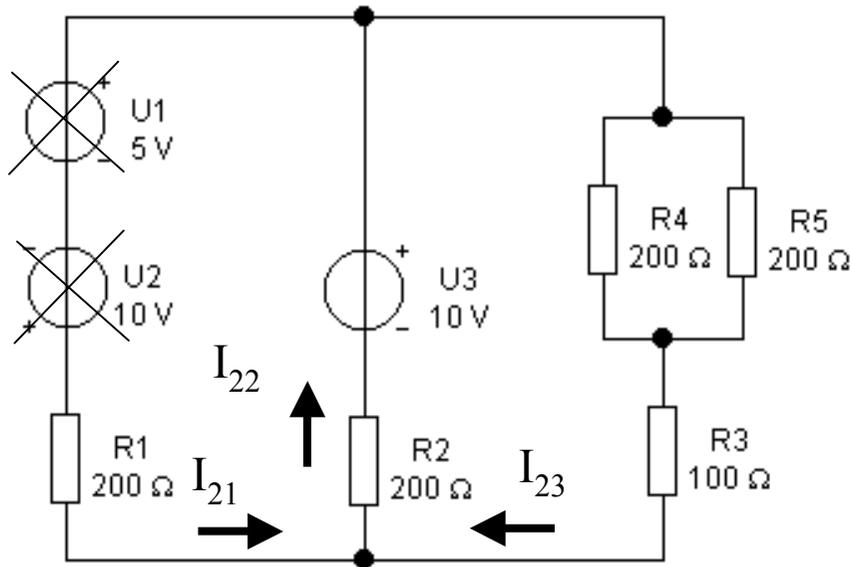
$$R_{G1} = R_1 + \frac{R_2 \cdot \left(R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \right)}{R_2 + \left(R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \right)} = 300\Omega$$

$$I_{11} = \frac{U_2 - U_1}{R_{G1}} = \frac{5V}{300\Omega} = 0,01667A$$

$$I_{12} = \frac{(U_2 - U_1) - R_1 \cdot I_{11}}{R_2} = \frac{5V - 200\Omega \cdot 0,01667A}{200\Omega} = 0,00833A$$

$$I_{13} = \frac{(U_2 - U_1) - R_1 \cdot I_{11}}{R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5}} = \frac{10V - 200\Omega \cdot 0,01667A}{200\Omega} = 0,00833A$$

Aufgabe 9



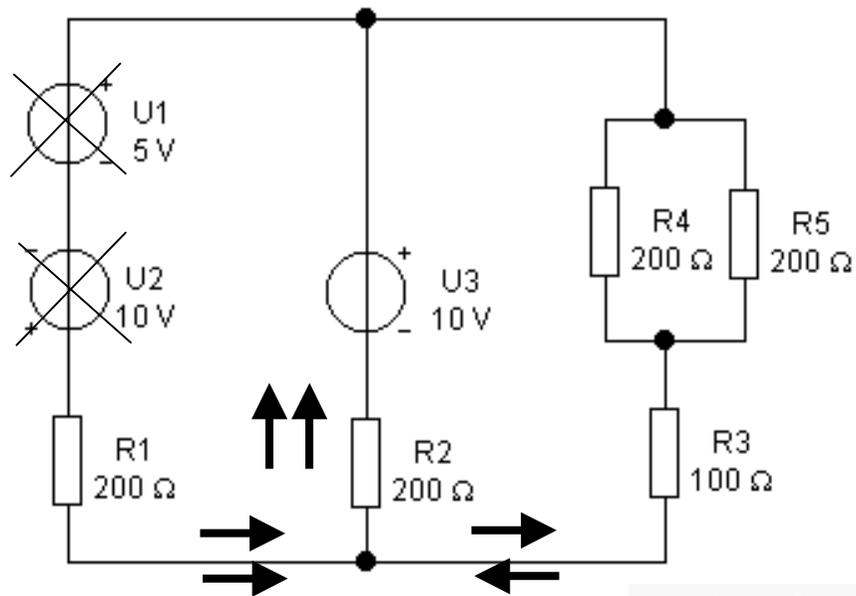
$$R_{G2} = R_2 + \frac{R_1 \cdot \left(R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \right)}{R_1 + \left(R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \right)} = 300\Omega$$

$$I_{22} = \frac{U_3}{R_{G2}} = \frac{10V}{300\Omega} = 0,03333A$$

$$I_{21} = \frac{U_3 - R_2 \cdot I_{22}}{R_1} = \frac{10V - 200\Omega \cdot 0,03333A}{200\Omega} = 0,01667A$$

$$I_{23} = \frac{U_3 - R_2 \cdot I_{22}}{R_3 + \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5}} = \frac{10V - 200\Omega \cdot 0,03333A}{200\Omega} = 0,01667A$$

Aufgabe 9



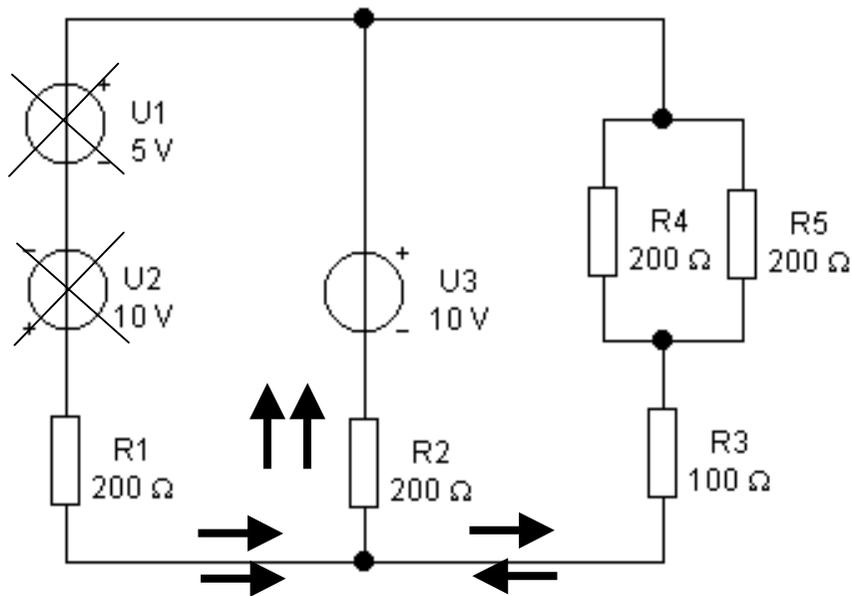
$$I_1 = I_{11} + I_{21} = 0,01667A + 0,01667A = 0,03334A$$

$$I_2 = -I_{12} - I_{22} = -0,00833A - 0,03333A = -0,04166A$$

$$I_3 = -I_{13} + I_{23} = -0,00833A + 0,01667A = +0,00834A$$

$$\sum I = 0 = I_1 + I_2 + I_3 = 0,03334A - 0,04166A + 0,00834A$$

Aufgabe 9



$$U_{R1} = R_1 \cdot I_1 = 6,668V$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_2 = 8,332V$$

$$U_{R3} = R_3 \cdot I_3 = 0,834V$$

$$I_{R4} = I_{R5} = \frac{I_3}{2} = 0,00417A$$

$$U_{R4} = R_4 \cdot \frac{I_3}{2} = 0,834V$$

$$U_{R5} = R_5 \cdot \frac{I_3}{2} = 0,834V$$

$$I_1 = I_{11} + I_{21} = 0,01667A + 0,01667A = 0,03334A$$

$$I_2 = -I_{12} - I_{22} = -0,00833A - 0,03333A = -0,04166A$$

$$I_3 = -I_{13} + I_{23} = -0,00833A + 0,01667A = +0,00834A$$

$$\sum I = 0 = I_1 + I_2 + I_3 = 0,03334A - 0,04166A + 0,00834A$$

Aufgabe 11

Ein Batterie gibt einen Strom von 0,8 A ab, wenn an ihr ein Lastwiderstand von $1,5 \Omega$ angeschlossen ist. Wird ein Lastwiderstand von $3,3 \Omega$ an eine Batterie angeschlossen, stellt sich eine Stromstärke von 0,4 A ein. Wie groß sind die Leerlaufspannung, der Innenwiderstand und der Kurzschlußstrom der Batterie? Die Leerlaufspannung und der Kurzschlußstrom sind rechnerisch und grafisch zu ermitteln!

Aufgabe 11

$$U_{KL} = U_{Ri1} + U_{RL1}$$

$$U_{KL} = U_{Ri2} + U_{RL2}$$

$$U_{Ri1} + U_{RL1} = U_{Ri2} + U_{RL2}$$

$$R_i \cdot I_{L1} + R_{L1} \cdot I_{L1} = R_i \cdot I_{L2} + R_{L2} \cdot I_{L2}$$

$$R_i \cdot I_{L1} - R_i \cdot I_{L2} = R_{L2} \cdot I_{L2} - R_{L1} \cdot I_{L1}$$

$$R_i \cdot (I_{L1} - I_{L2}) = R_{L2} \cdot I_{L2} - R_{L1} \cdot I_{L1}$$

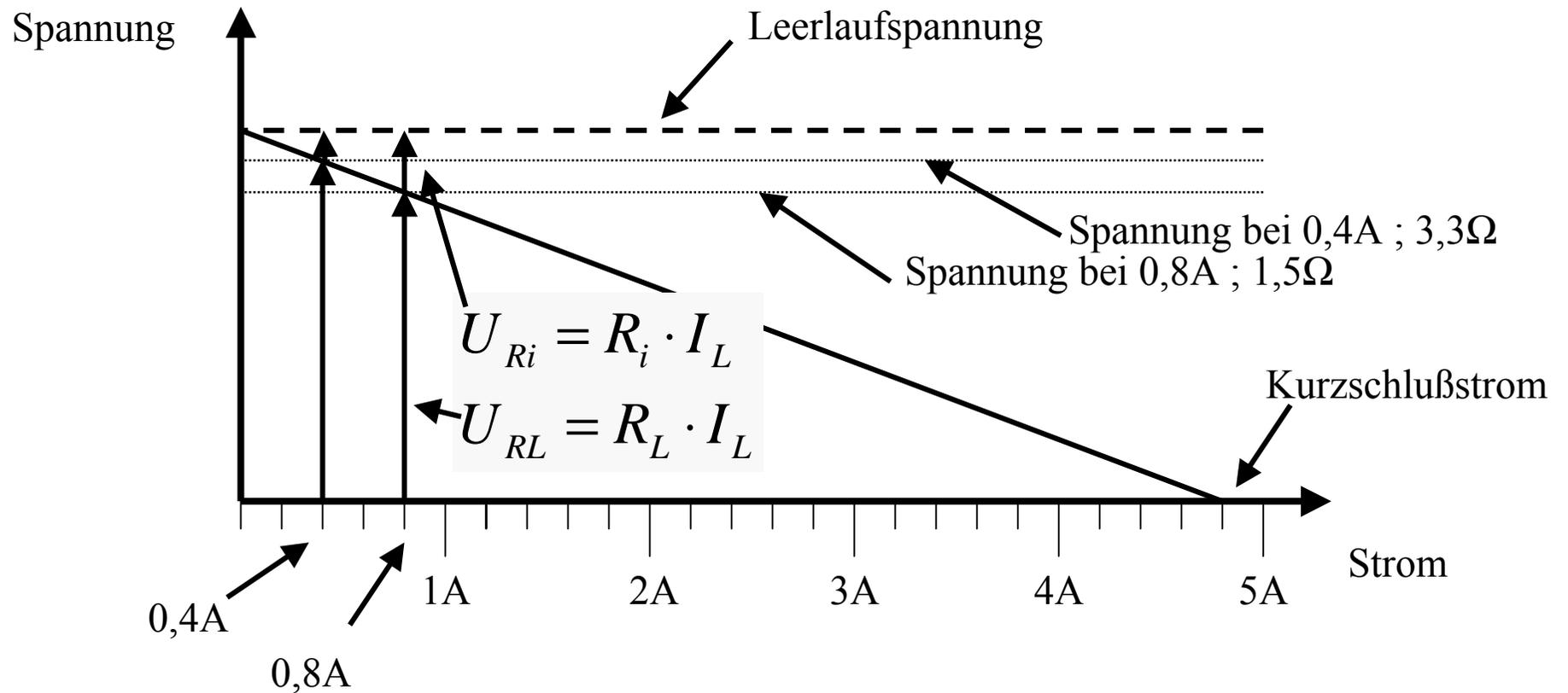
$$R_i = \frac{R_{L2} \cdot I_{L2} - R_{L1} \cdot I_{L1}}{I_{L1} - I_{L2}} = \frac{1,5\Omega \cdot 0,8A - 3,3\Omega \cdot 0,4A}{0,8A - 0,4A} = \frac{1,2V - 1,32V}{0,4A} = 0,3\Omega$$

$$U_{KL} = U_{Ri1} + U_{RL1} = I_{L1} \cdot (R_i + R_{L1}) = 0,8A \cdot (0,3\Omega + 1,5\Omega) = 1,44V$$

$$R_i = \frac{U_{KL} - U_{RL}}{I_{RL}} = \frac{1,44V - 1,5\Omega \cdot 0,8A}{0,8A} = 0,3\Omega$$

$$I_{KS} = \frac{U_{KL}}{R_i} = \frac{1,44V}{0,3\Omega} = 4,8A$$

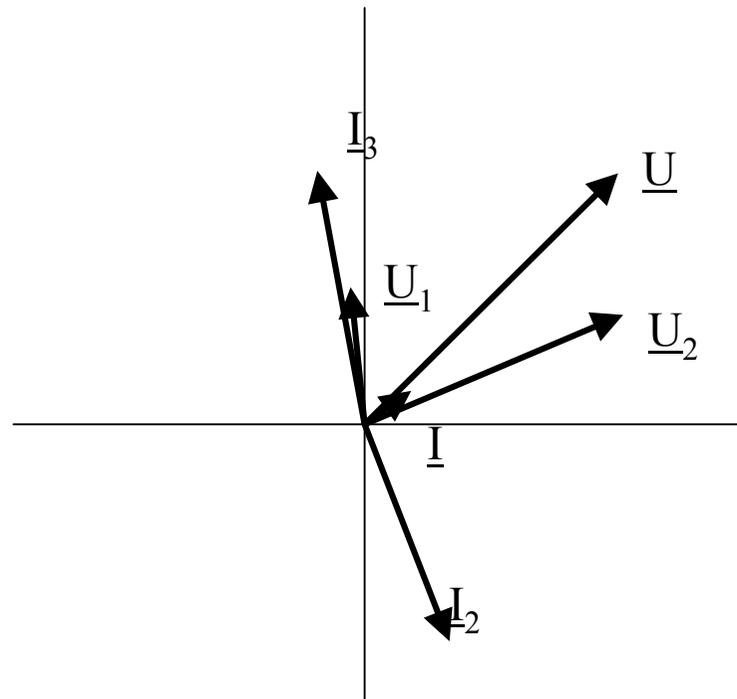
Aufgabe 11



Aufgabe 15

Für die angegebene Schaltung sind die komplexen Scheinwiderstände (\underline{Z}_1 , \underline{Z}_2 und \underline{Z}_3), die Stromstärken (\underline{I} , \underline{I}_1 und \underline{I}_2) und die Spannungen (\underline{U}_1 und \underline{U}_2) zu berechnen und in einem Zeigerdiagramm darzustellen.

Beachten Sie die Phasenlage der Spannung \underline{U} .



Aufgabe 15

$$\underline{Z}_1 = R_1 + j2\pi f L_1 = 20\Omega + j218,54\Omega = 219,45e^{+j84,77^\circ} \Omega$$

$$\underline{Z}_2 = R_2 + j2\pi f L_2 = 4\Omega + j54,63\Omega = 54,77e^{+j85,81^\circ} \Omega$$

$$\underline{Z}_3 = R_3 - j\frac{1}{2\pi f C_3} = 4\Omega - j54,9\Omega = 55,04e^{-j85,83^\circ} \Omega$$

$$\underline{Z}_{23} = \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = \frac{54,77e^{+j85,81^\circ} \Omega \cdot 55,04e^{-j85,83^\circ} \Omega}{4\Omega + j54,63\Omega + 4\Omega - j54,9\Omega} = \frac{3014,54e^{-j0,02^\circ} \Omega^2}{8\Omega - j0,27\Omega} = \frac{3014,54e^{-j0,02^\circ} \Omega^2}{8,0045e^{-j1,93^\circ} \Omega} = 376,6e^{+j1,91^\circ} \Omega$$

$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 20\Omega + j218,54\Omega + 376,6e^{+j1,91^\circ} \Omega = 20\Omega + j218,54\Omega + 376,39\Omega + j12,55\Omega =$$

$$\underline{Z} = 396,39\Omega + j231,09\Omega = 458,83e^{+j30,24^\circ} \Omega$$

$$\underline{U}_1 = \frac{\underline{Z}_1}{\underline{Z}} \cdot \underline{U} = \frac{219,45e^{+j84,77^\circ} \Omega}{458,83e^{+j30,24^\circ} \Omega} \cdot 5e^{+j45^\circ} V = 2,39e^{+j99,53^\circ} V$$

$$\underline{U}_2 = \frac{\underline{Z}_{23}}{\underline{Z}} \cdot \underline{U} = \frac{376,6e^{+j1,91^\circ} \Omega}{458,83e^{+j30,24^\circ} \Omega} \cdot 5e^{+j45^\circ} V = 4,10e^{+j16,67^\circ} V$$

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{5e^{+j45^\circ} V}{458,83e^{+j30,24^\circ} \Omega} = 0,01089e^{+j14,76^\circ} A$$

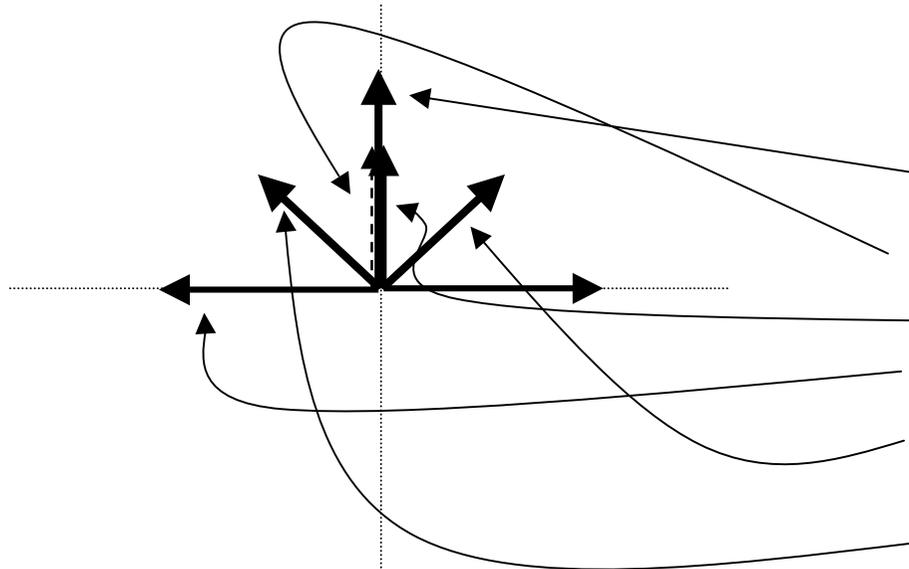
$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_2} = \frac{4,10e^{+j16,67^\circ} V}{54,77e^{+j85,81^\circ} \Omega} = 0,07485e^{-j69,14^\circ} A$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_3} = \frac{4,10e^{+j16,67^\circ} V}{55,04e^{-j85,83^\circ} \Omega} = 0,0744e^{+j102,5^\circ} A$$

Aufgabe 16

Berechnen Sie die Impedanz \underline{Z} für die angegebene Schaltung zwischen den Knotenpunkten A und B.

Bestimmen Sie den Gesamtstrom, alle Teilströme und Spannungen und stellen Sie die Ergebnisse in einem Zeigerdiagramm dar.



$$\underline{Z} = \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \cdot \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} + \underline{Z}_4$$

$$\underline{Z} = 100e^{-90^\circ} + \frac{100e^{j45^\circ} \cdot 100e^{-j45^\circ}}{100e^{j45^\circ} + 100e^{-j45^\circ}} + 100e^{j90^\circ}$$

$$\underline{Z} = +j100\Omega + \frac{10000e^{j0^\circ}\Omega}{70,71\Omega + j70,71\Omega + 70,71\Omega - j70,71\Omega} - j100\Omega$$

$$\underline{Z} = +j100\Omega + \frac{10000e^{j0^\circ}\Omega}{141,42\Omega} - j100\Omega$$

$$\underline{Z} = +j100\Omega + \frac{10000e^{j0^\circ}\Omega}{141,42e^{j0^\circ}\Omega} - j100\Omega = 70,71e^{j0^\circ}\Omega$$

$$R = Z \cdot \cos(0^\circ) = 70,71\Omega$$

$$X = Z \cdot \sin(0^\circ) = 0\Omega$$

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{100e^{j90^\circ}\text{V}}{70,71e^{j0^\circ}\Omega} = 1,414e^{j90^\circ}\text{A}$$

$$\underline{U}_1 = \underline{Z}_1 \cdot \underline{I} = 100e^{-j90^\circ}\Omega \cdot 1,414e^{j90^\circ}\text{A} = 141,4e^{j0^\circ}\text{V}$$

$$\underline{U}_{23} = \underline{Z}_{23} \cdot \underline{I} = 70,71e^{j0^\circ}\Omega \cdot 1,414e^{j90^\circ}\text{A} = 99,98e^{j90^\circ}\text{V}$$

$$\underline{U}_4 = \underline{Z}_4 \cdot \underline{I} = 100e^{j90^\circ}\Omega \cdot 1,414e^{j90^\circ}\text{A} = 141,4e^{j180^\circ}\text{V}$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}_2} = \frac{99,98e^{j90^\circ}\text{V}}{100e^{j45^\circ}\Omega} = 0,999e^{j45^\circ}\text{A}$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{U}_{23}}{\underline{Z}_3} = \frac{99,98e^{j90^\circ}\text{V}}{100e^{-j45^\circ}\Omega} = 0,999e^{j135^\circ}\text{A}$$