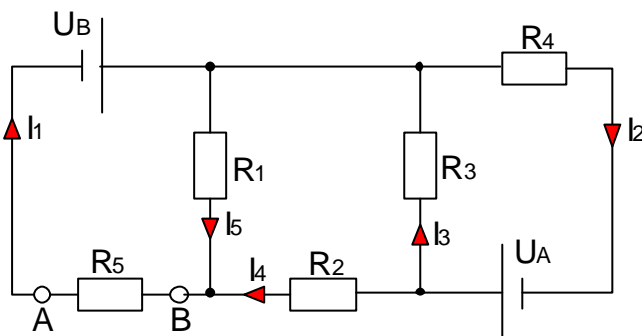


Übungsaufgaben mit Lösungen (*Klausurniveau*)

Üb. 61:

Die skizzierte Schaltung soll mit den Kirchhoff'schen Sätzen berechnet werden. Verwenden Sie bei der Berechnung die eingezeichneten Ströme.



$U_A = 50 \text{ V}$, $U_B = 100 \text{ V}$,
 $R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 25 \Omega$,
 $R_3 = 50 \Omega$, $R_4 = 50 \Omega$,
 $R_5 = 75 \Omega$

Bild1

- a) Ermitteln Sie analytisch den Strom I_3 .
- b) Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_3 , I_4 und I_5 .

Lösung:

$$a) \quad I_3 = \frac{U_B R_2 R_1 R_4 - U_A R_2 [R_1 R_5 + R_2 (R_1 + R_5)]}{R_3 R_5 R_1 R_4 - [R_3 R_4 + R_2 (R_3 + R_4)] [R_1 R_5 + R_2 (R_1 + R_5)]}$$

b) $I_3 = 93,75 \text{ mA}$, $I_4 = 812,5 \text{ mA}$, $I_5 = 312,5 \text{ mA}$

Üb. 62:

Berechnen Sie für Bild 1 (Aufgabe 61) mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_2 .

Lösung:

$I_2 = 906,25 \text{ mA}$

Üb. 63:

Die in Bild 1 (Aufgabe 61) skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 2 gleichwertig beschrieben werden.

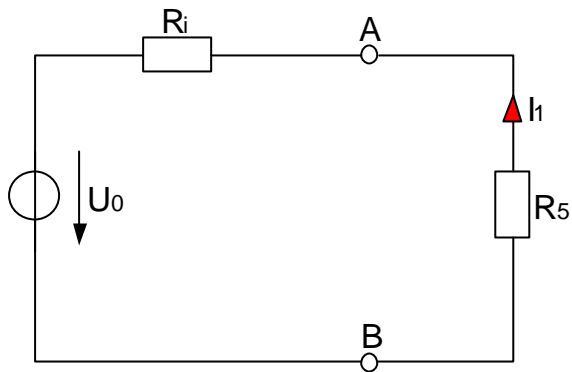


Bild 2

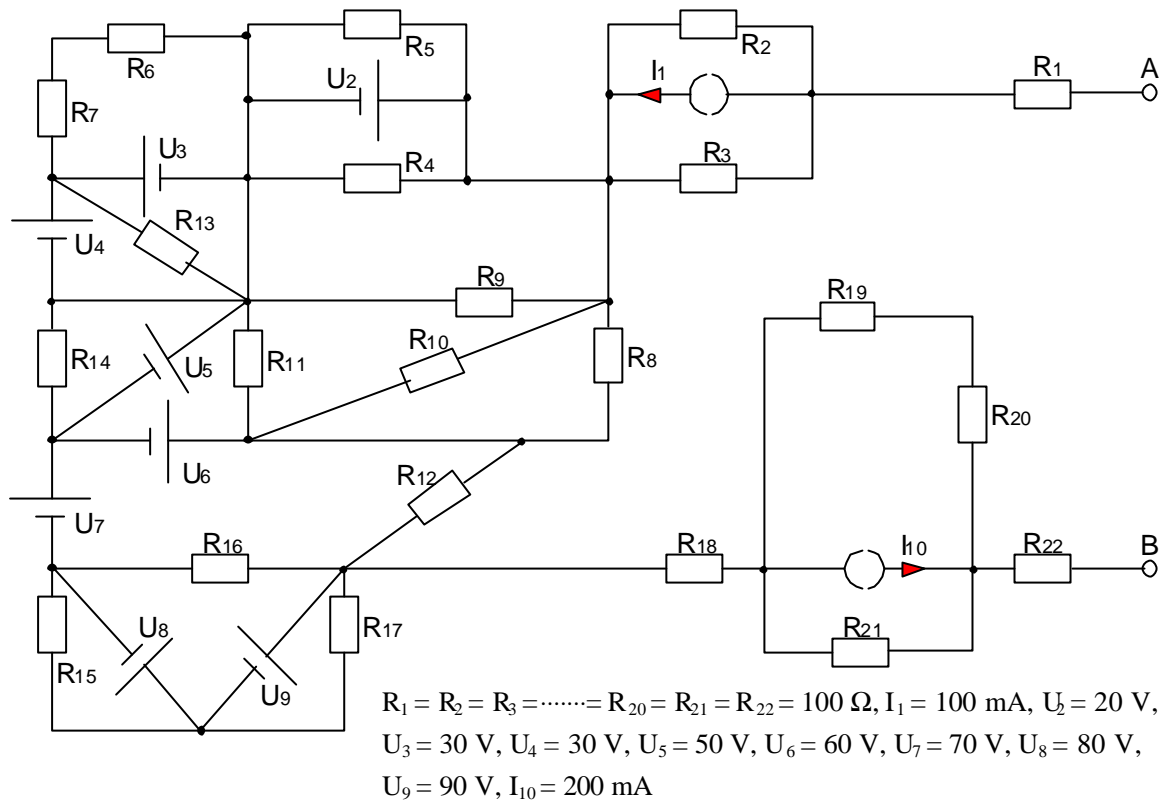
- Bestimmen Sie numerisch die Größen U_0 und R_i .
- Berechnen Sie I_1 (numerisch).
- Ermitteln Sie die gesamte in den Widerständen umgesetzte Wirkleistung P .

Lösung:

- $U_0 = -112,5 \text{ V}$, $R_i = 25 \text{ } \Omega$
- $I_1 = 1,125 \text{ A}$
- $P = 126,56 \text{ W}$

Üb. 64:

Berechnen Sie für die Klemmen A-B der skizzierten Schaltung die Kenngrößen



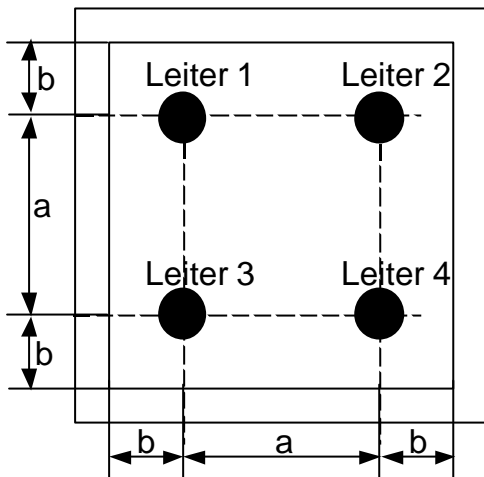
- Innenwiderstand R_i
- Leerlaufspannung U_L
- Kurzschlussstrom I_K
einer Ersatzspannungs- und -stromquelle.

Lösung:

- $R_i = 416,67 \Omega$
- $U_L = -48,34 \text{ V}$
- $I_K = -116,02 \text{ mA}$

Üb. 65:

Gegeben ist die skizzierte 4-Leiteranordnung. Das umhüllende Metallgehäuse liegt auf dem Potential $\Phi_G = 0$ V. Zwischen den Leitern 1, 2, 3 und 4 wirkt jeweils eine Teilkapazität C_{12} , C_{13} , C_{14} , C_{23} , C_{24} bzw. C_{34} ; zwischen dem Metallgehäuse und den Leitern 1, 2, 3 und 4 wirkt jeweils eine Teilkapazität C_{1G} , C_{2G} , C_{3G} bzw. C_{4G} . Mit einem Kapazitätsmessgerät wurden die Teilkapazitäten $C_{12} = 70$ pF, $C_{23} = 50$ pF und $C_{4G} = 90$ pF gemessen.



- a) Berechnen Sie die Betriebskapazität C_{B12} zwischen den Leitern 1 und 2 für folgende Potentialverteilung:

$$\Phi_1 = 25 \text{ V}, \Phi_2 = -25 \text{ V}, \Phi_3 = 0 \text{ V}, \Phi_4 = 0 \text{ V}$$

- b) Ermitteln Sie die Ladung Q_2 des Leiters 2.

Lösung:

- a) $C_{B12} = 175$ pF
 b) $Q_2 = -8,75 \cdot 10^{-9}$ As

Üb. 66:

Die skizzierte Schaltung soll mit den Kirchhoff'schen Sätzen berechnet werden. Verwenden Sie bei der Berechnung die eingezeichneten Ströme.

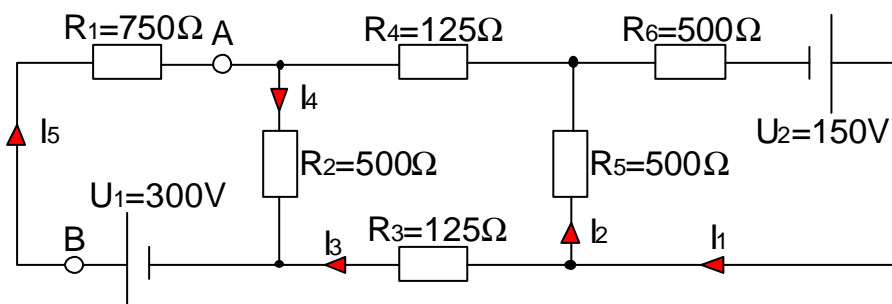


Bild 1

- a) Ermitteln Sie analytisch den Strom I_2 .
 b) Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_2 , I_3 und I_4 .

Lösung:

$$a) \quad I_2 = \frac{U_1(R_3 + R_4)R_2R_6 - U_2(R_3 + R_4)[(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1R_2]}{R_1R_2R_5R_6 - [R_5R_6 + (R_5 + R_6)(R_3 + R_4)][(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1R_2]}$$

$$= \frac{U_2[(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1R_2] - U_1R_2R_6}{R_5R_6(R_1 + R_2) + (R_5 + R_6)[(R_1 + R_2)(R_3 + R_4) + R_1R_2]}$$

b) $I_2 = 28,12 \text{ mA}$, $I_3 = 243,75 \text{ mA}$, $I_4 = 93,75 \text{ mA}$

Üb. 67:

Berechnen Sie für Bild 1 (Aufgabe 66) mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_1 .

Lösung:

$I_1 = 271,88 \text{ mA}$

Üb. 68:

Die in Bild 1 (Aufgabe 66) skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 2 gleichwertig beschrieben werden.

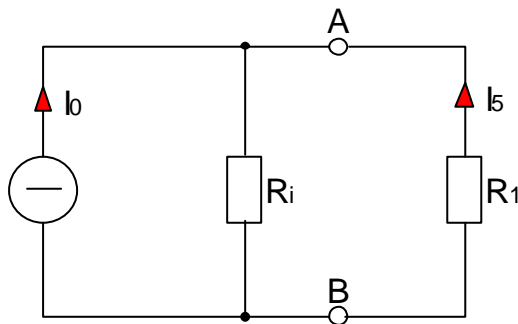


Bild 2

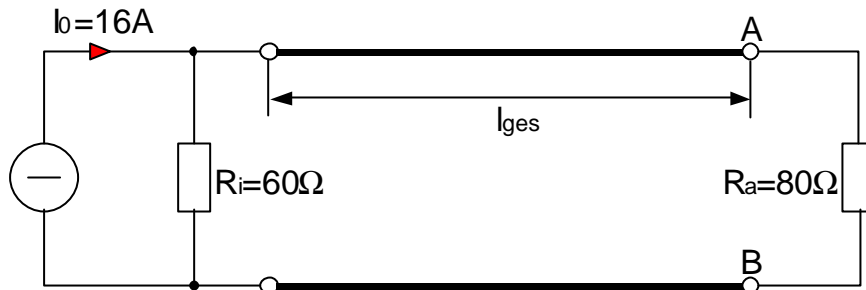
- a) Bestimmen Sie numerisch die Größen I_0 und R_i .
 b) Berechnen Sie I_5 (numerisch).
 c) Wie groß ist der Wirkungsgrad der Stromquellenersatzschaltung?

Lösung:

- a) $I_0 = -1,35 \text{ A}$, $R_i = 250 \Omega$
 b) $I_5 = 337,5 \text{ mA}$
 c) $\eta_I = 25\%$

Üb. 69:

Die Ersatzstromquelle und der Widerstand R_a sind über eine Leitung des Querschnitts $A = 5 \text{ mm}^2$ verbunden. Bei 20°C ist der Lastwiderstand R_a leistungsmäßig an die Klemmen A-B angepasst. Bei 20°C beträgt der mittlere Temperaturkoeffizient der Leitung $0,425\%$ pro Grad und die Leitfähigkeit $\chi = 55 \text{ Sm/mm}^2$.



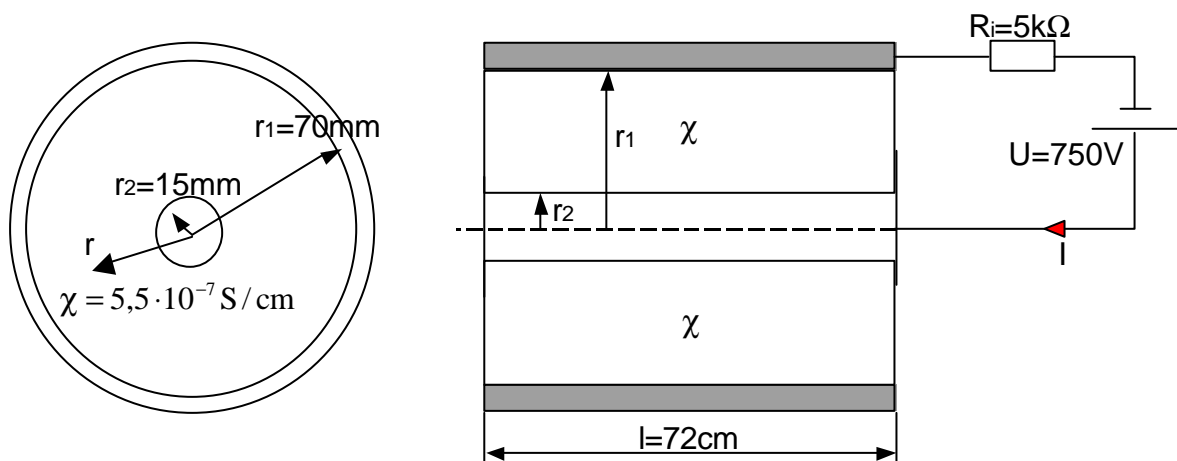
- Ermitteln Sie die Länge l_{ges} .
- Berechnen Sie die Stromdichte in der Leitung bei -35°C .
- Welche Wirkleistung wird bei 35°C am Lastwiderstand umgesetzt?

Lösung:

- $l_{\text{ges}} = 2,75 \text{ km}$
- $J_{-35^\circ} = 1,236 \text{ A/mm}^2$
- $P_{a+35^\circ} = 2832,2 \text{ W}$

Üb. 70:

Gegeben sind zwei koaxiale Zylinderelektroden der Länge l , zwischen denen sich ein leitendes Medium befindet. Die ideal leitenden Zylinderelektroden werden mit einer Spannungsquelle verbunden.



- a) Wie groß ist der skizzierte Strom I?
 a1) analytisch
 a2) numerisch
 b) Berechnen Sie die maximale Feldstärke E_{\max} .
 b1) analytisch
 b2) numerisch in V/m
 c) An welcher Stelle r (numerisch) ist die Feldstärke E auf 75 % des Maximalwertes abgesunken?

Lösung:

$$a) \quad I = \frac{U}{\frac{1}{2\pi l \chi} \cdot \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right) + R_i} = 67,02 \text{ mA}$$

$$b) \quad E_{\max} = \frac{I}{2\pi r_2 l \chi} = 17.957 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

$$c) \quad r = 20 \text{ mm}$$

Üb. 71:

Die in Bild 1 skizzierte Schaltung soll mit den Kirchhoff'schen Sätzen berechnet werden. Verwenden Sie bei der Berechnung die eingezeichneten Ströme.

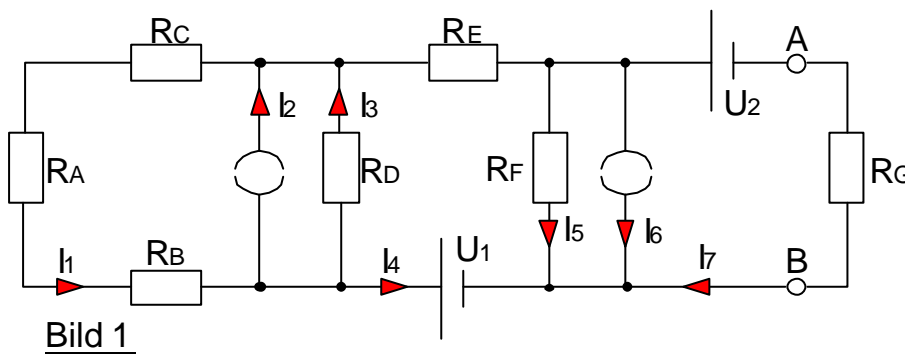


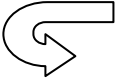
Bild 1

- $R_A = 3 \text{ k}\Omega$,
- $R_B = 1,25 \text{ k}\Omega$,
- $R_C = 1,25 \text{ k}\Omega$,
- $R_D = 2 \text{ k}\Omega$,
- $R_E = 1,5 \text{ k}\Omega$,
- $R_F = 1 \text{ k}\Omega$,
- $R_G = 500 \Omega$,
- $I_2 = 50 \text{ mA}$,
- $I_6 = 50 \text{ mA}$,
- $U_1 = 75 \text{ V}$,
- $U_2 = 25 \text{ V}$

- a) Ermitteln Sie den Strom I_1 (analytisch).
 b) Berechnen Sie unter Verwendung der in Teil a) aufgestellten Gleichungen die numerischen Werte der Ströme I_1 , I_3 und I_5 .

Lösung:

$$a) \quad I_1 = \frac{-U_1 R_D (R_F + R_G) + U_2 R_D R_F + I_2 R_D [R_E (R_F + R_G) + R_F R_G]}{[(R_A + R_B + R_C + R_D)(R_E + R_F) + R_D (R_A + R_B + R_C)](R_F + R_G)}$$


$$\frac{-I_6 R_F R_D R_G}{-R_F^2 (R_A + R_B + R_C + R_D)}$$

$$b) \quad I_1 = 1,35 \text{ mA}, I_3 = -3,7 \text{ mA}, I_5 = 14,97 \text{ mA}$$

Üb. 72:

Berechnen Sie in Bild 1 (Aufgabe 71) den Strom I_4 mit Hilfe des Überlagerungssatzes.

Lösung:

$$I_4 = -45 \text{ mA}$$

Üb. 73:

Die in Bild 1 (Aufgabe 71) skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 2 gleichwertig beschrieben werden.

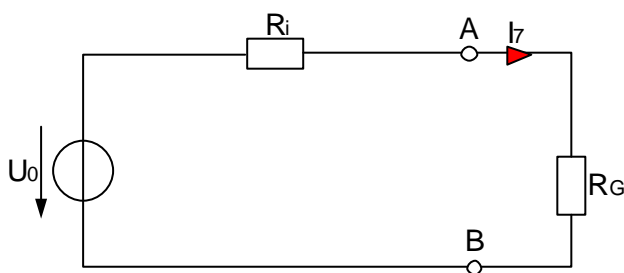


Bild 2

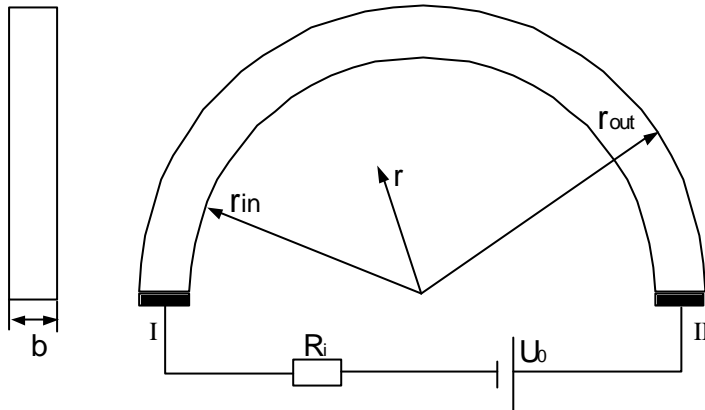
- Bestimmen Sie die Größen U_0 und R_i der Ersatzspannungsquelle.
- Berechnen Sie den in Bild 1 eingezeichneten Strom I_7 .

Lösung:

- $U_0 = -25 \text{ V}, R_i = 748,11 \Omega$
- $I_7 = -20 \text{ mA}$

Üb. 74:

Gegeben ist der skizzierte Metallbügel mit der Leitfähigkeit $\chi = 40 \text{ Sm/mm}^2$ und der Dicke $b = 0,5 \text{ mm}$. Über die ideal leitenden Elektroden I und II ist der kreisförmige Metallbügel ($r_{\text{in}} = 14,2 \text{ cm}$, $r_{\text{out}} = 14,8 \text{ cm}$) mit der Spannungsquelle ($U_0 = 1 \text{ V}$, $R_i = 10 \text{ m}\Omega$) verbunden.



- Wie groß ist der im Kupferbügel fließende Strom?
- An welcher Stelle des Metallbügels ist die Feldstärke \vec{E} am größten?
- Berechnen Sie die maximale Feldstärke \vec{E}_{max} im Metallbügel.

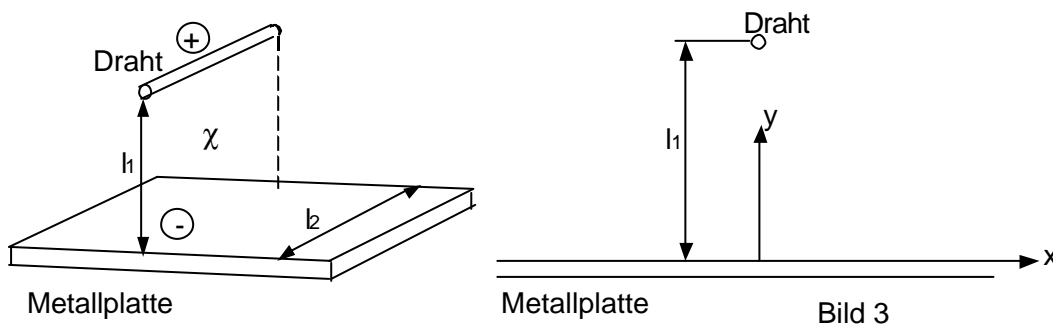
Lösung:

- $I = 72,48 \text{ A}$
- $r = 14,2 \text{ cm}$
- $E_{\text{max}} = 0,616 \text{ V/m}$

Üb. 75:

Ein sehr dünner Draht, der vom Strom $I = 750 \text{ mA}$ durchflossen wird, hat den Abstand $l_1 = 8,5 \text{ cm}$ von einer unendlich langen, $l_2 = 90 \text{ cm}$ breiten, ideal leitenden Metallplatte. Zwischen Draht und Metallplatte befindet sich ein Material mit der Leitfähigkeit $\chi = 0,17 \text{ Sm/mm}^2$.

Berechnen Sie den Feldstärkevektor \vec{E}_{ges} nach Betrag ($|\vec{E}_{\text{ges}}|$) und Richtung ($\alpha(\vec{E}_{\text{ges}})$) im Punkt P ($x = -5,4 \text{ cm}$, $y = 6,2 \text{ cm}$) für das in Bild 3 angegebene Koordinatensystem.



Lösung:

$$|\vec{E}_{\text{ges}}| = 14,43 \cdot 10^{-8} \text{ V/cm}, \alpha(\vec{E}_{\text{ges}}) = 43,25^\circ$$