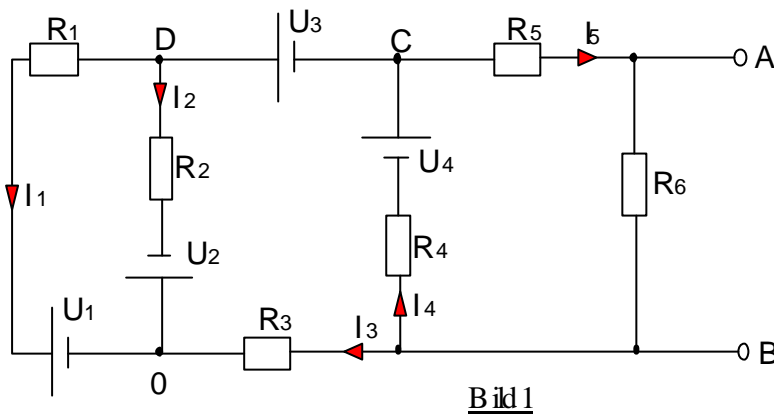


Elektrotechnik 1 (ET 1)
 Fachhochschule Gießen-Friedberg, Bereich Friedberg
 Fachbereich Informationstechnik-Elektrotechnik-Mechatronik
 1. Semester
 Prof. Dr.-Ing. R. Geißler

Übungsaufgaben mit Lösungen (*Klausurniveau*)

Üb. 41:



$R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$,
 $R_3 = 300 \Omega$, $R_4 = 400 \Omega$,
 $R_5 = 500 \Omega$, $R_6 = 600 \Omega$,
 $U_1 = 10 \text{ V}$, $U_2 = 20 \text{ V}$,
 $U_3 = 30 \text{ V}$, $U_4 = 40 \text{ V}$

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

- Ermitteln Sie analytisch den Strom I_3 .
- Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_1 , I_2 , I_3 , I_4 und I_5 .
- Bestimmen Sie die Potentiale der Punkte A, B, C und D, wenn der Punkt 0 als Bezugspunkt gewählt wird.

Lösung:

a)
$$I_3 = \frac{[U_1 R_2 - U_2 R_1 - (U_3 + U_4)(R_1 + R_2)](R_4 + R_5 + R_6) + U_4 R_4 (R_1 + R_2)}{[R_1 R_2 + R_3 (R_1 + R_2)](R_4 + R_5 + R_6) + (R_5 + R_6)(R_1 + R_2) R_4}$$

b) $I_1 = -40,1 \text{ mA}$, $I_2 = 130 \text{ mA}$, $I_3 = -89,9 \text{ mA}$, $I_4 = 92,59 \text{ mA}$, $I_5 = 2,69 \text{ mA}$

c) $\varphi_A = -25,36 \text{ V}$, $\varphi_B = -26,97 \text{ V}$, $\varphi_C = -24 \text{ V}$, $\varphi_D = 6 \text{ V}$

Üb. 42:

Berechnen Sie mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_4 in Bild 1 der Aufgabe 41.

Lösung:

$I_4 = 92,59 \text{ mA}$

Üb. 43:

Ermitteln Sie in Bild 1 der Aufgabe 41 unter Anwendung der Zweipoltheorie den Strom I_5 .

Lösung:

$$I_5 = 2,69 \text{ mA}$$

Üb. 44:

Berechnen Sie für die Klemmen A-B der in Bild 1 (Aufgabe 41) skizzierten Schaltung die Kenngrößen (analytisch und numerisch)

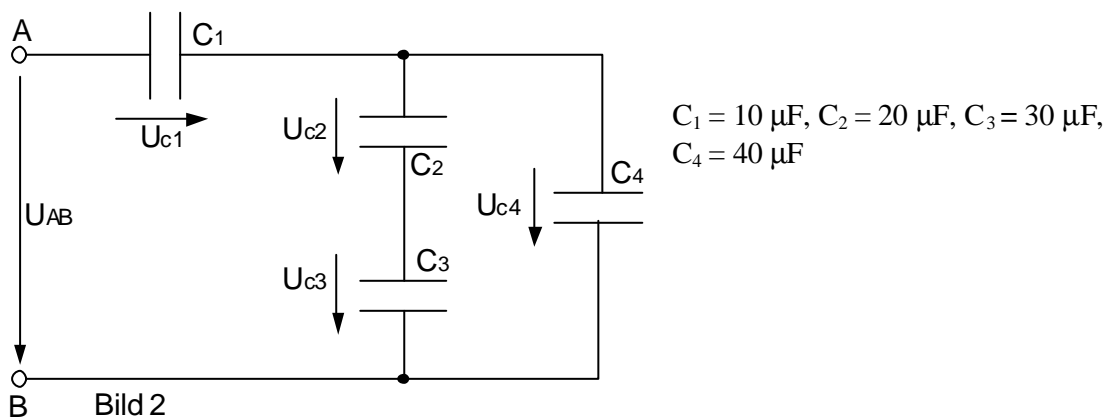
- Innenwiderstand R_i
- Leerlaufspannung U_L
- Kurzschlussstrom I_K einer Ersatzspannungs- und -stromquelle.

Lösung:

- $R_i = 321,21 \ \Omega$
- $U_L = 1,614 \text{ V}$
- $I_K = 5,025 \text{ mA}$

Üb. 45:

Die in Bild 2 dargestellte Schaltung mit entladenen Kondensatoren wird mit den Klemmen A-B der Schaltung in Bild 1 (Aufgabe 41) verbunden. Danach wird solange gewartet, bis der Aufladevorgang abgeschlossen ist, d. h. kein Strom mehr in Bild 2 fließt. Auf welche Spannungen U_{C1} , U_{C2} , U_{C3} und U_{C4} haben sich die Kondensatoren aufgeladen?

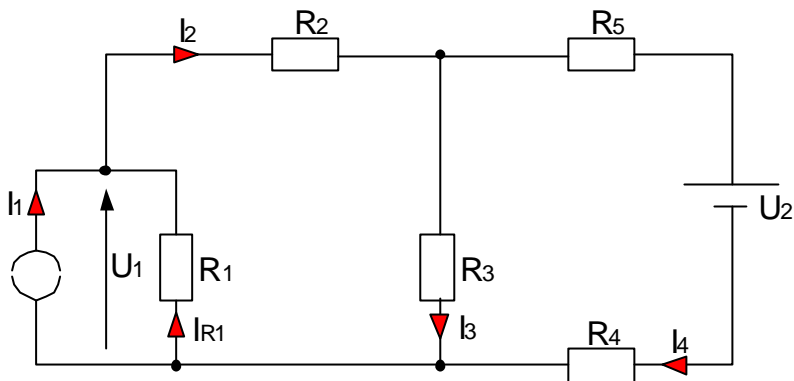


Lösung:

$$U_{C1} = 1,354 \text{ V}, U_{C2} = 0,156 \text{ V}, U_{C3} = 0,104 \text{ V}, U_{C4} = 0,26 \text{ V}$$

Üb. 46:

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



$$\begin{aligned}
 R_1 &= 10 \, \Omega, & R_2 &= 20 \, \Omega, \\
 R_3 &= 30 \, \Omega, & R_4 &= 40 \, \Omega, \\
 R_5 &= 50 \, \Omega, & I_1 &= 180 \, \text{mA}, \\
 U_2 &= 1,2 \, \text{V}
 \end{aligned}$$

- Ermitteln Sie analytisch den Strom I_4 .
- Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_2 , I_3 und I_4 .
- Wie groß ist U_1 (numerisch)?

Lösung:

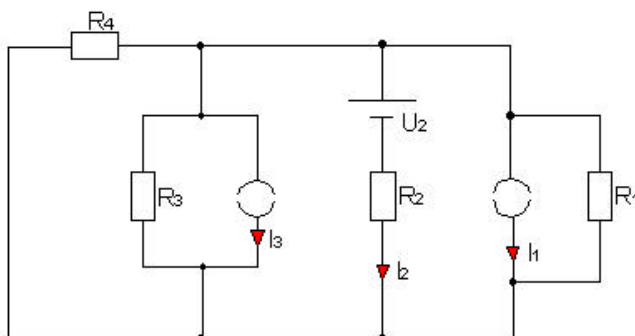
$$\text{a) } I_4 = \frac{I_1 R_1 R_3 - U_2 (R_1 + R_2 + R_3)}{(R_1 + R_2 + R_3)(R_4 + R_5) + R_3 (R_1 + R_2)}$$

$$\text{b) } I_2 = 28,572 \, \text{mA}, \quad I_3 = 31,429 \, \text{mA}, \quad I_4 = -2,857 \, \text{mA}$$

$$\text{c) } U_1 = -1,51 \, \text{V}$$

Üb. 47:

Berechnen Sie mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_2 .



$$R_1 = 1 \, \text{k}\Omega, \quad R_2 = 2 \, \text{k}\Omega, \quad R_3 = 5 \, \text{k}\Omega, \quad R_4 = 2,5 \, \text{k}\Omega, \quad I_1 = 60 \, \text{mA}, \quad U_2 = 90 \, \text{V}, \quad I_3 = 24 \, \text{mA}$$

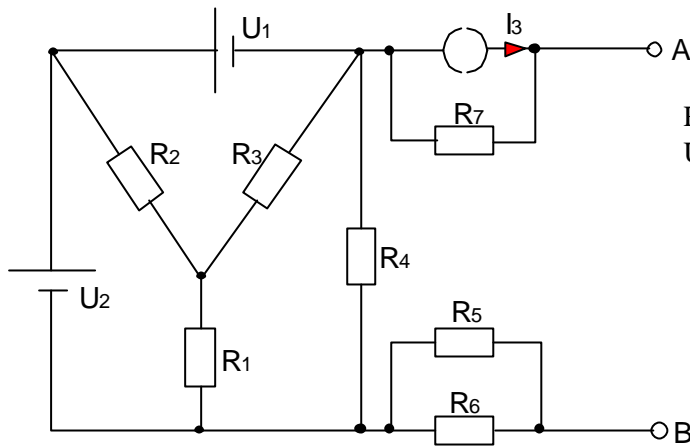
Lösung:

$$I_2 = -54,29 \, \text{mA}$$

© by O.Herzberger 2000

Überarbeitet von Markus Mattern 2002

Üb.. 48:



$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 60 \, \Omega, \\ U_1 = 36 \, \text{V}, U_2 = 12 \, \text{V}, I_3 = 0,3 \, \text{A}$$

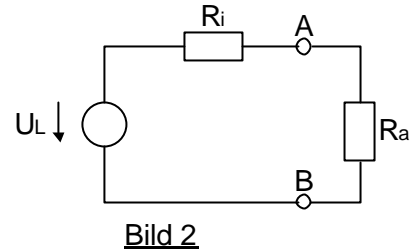


Bild 1

Bild 2

Berechnen Sie für die Klemmen A-B der skizzierten Schaltung in Bild 1 die Kenngrößen

- a) Innenwiderstand R_i
- b) Leerlaufspannung U_L
- c) Kurzschlussstrom I_K einer Ersatzspannungs- und -stromquelle.
- d) An die Klemmen A-B wird der Lastwiderstand R_a angeschlossen.
- d1) Zeichnen Sie in das Ersatzschaltbild 2 den Strom ein (technische Stromrichtung), sodass mit Bild 2 die Schaltung in Bild 1 gleichwertig beschrieben wird.
- d2) Wie groß muss R_a (numerisch) gewählt werden, damit der Wirkungsgrad der Schaltung in Bild 2 $\eta = 0,7$ beträgt?

Lösung:

- a) $R_i = 90 \, \Omega$,
- b) $U_L = -6 \, \text{V}$
- c) $I_K = -66,67 \, \text{mA}$
- d1) Richtung von I durch R_a : von B nach A
- d2) $R_a = 210 \, \Omega$

Üb. 49:

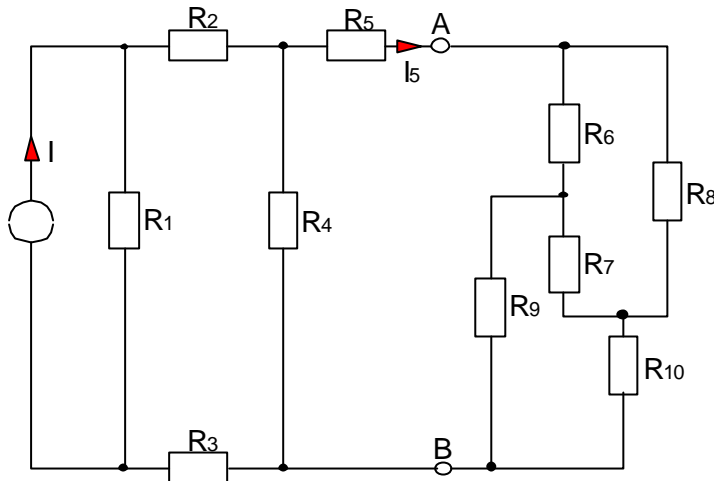


Bild 3

$$I = 0,3 \text{ A}, R_1 = 5 \, \Omega, R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10 \, \Omega, R_6 = 2 \, \Omega, R_7 = 1 \, \Omega, R_8 = 0,5 \, \Omega, R_9 = 4 \, \Omega, R_{10} = 1 \, \Omega$$

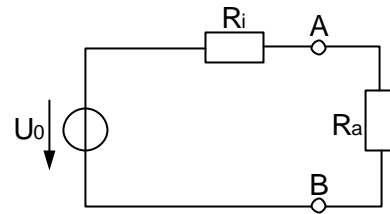


Bild 4

Die in Bild 3 skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 4 gleichwertig beschrieben werden.

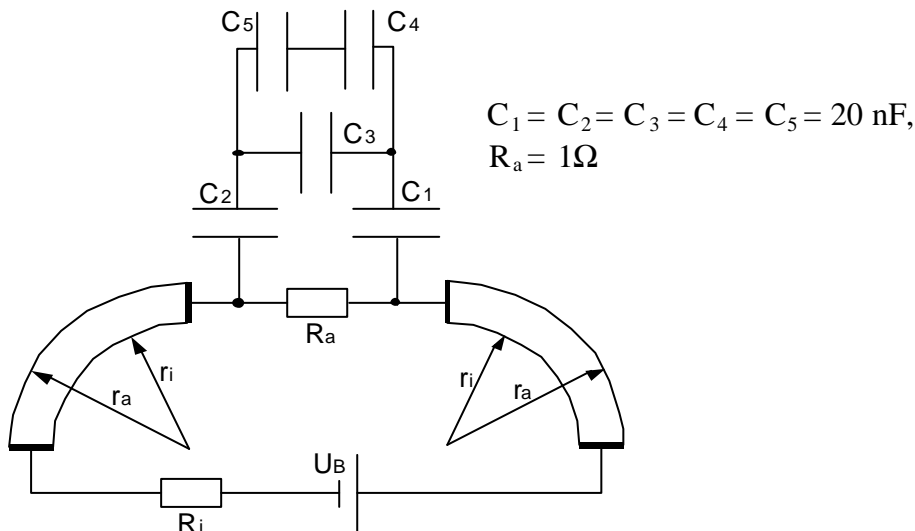
- Bestimmen Sie numerisch die Größen U_0 , R_i und R_a .
- Berechnen Sie den Strom I_5 (numerisch).

Lösung:

- $U_0 = 0,4286 \text{ V}$, $R_i = 17,143 \, \Omega$, $R_a = 1,2 \, \Omega$
- $I_5 = 23,37 \text{ mA}$

Üb. 50:

Eine Spannungsquelle ($U_B = 10 \text{ mV}$, $R_i = 0,5 \, \Omega$) ist über zwei kreisförmige Kupferbahnen ($r_i = 3,55 \text{ cm}$, $r_a = 3,6 \text{ cm}$, $\chi = 56 \text{ Sm/mm}^2$) der Dicken $d = 0,018 \text{ mm}$ mit einer Last verbunden. Es wird solange gewartet, bis der Aufladevorgang der vorher entladenen Kondensatoren abgeschlossen ist. Auf welche Spannungen U_{C1} , U_{C2} , U_{C3} , U_{C4} und U_{C5} haben sich die Kondensatoren aufgeladen?



$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C_5 = 20 \text{ nF}, R_a = 1 \, \Omega$$

Lösung:

$$U_{C1} = 2,175 \text{ mV}, U_{C2} = 2,175 \text{ mV}, U_{C3} = 1,45 \text{ mV}, U_{C4} = 0,725 \text{ mV}, U_{C5} = 0,725 \text{ mV}$$

Üb. 51:

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

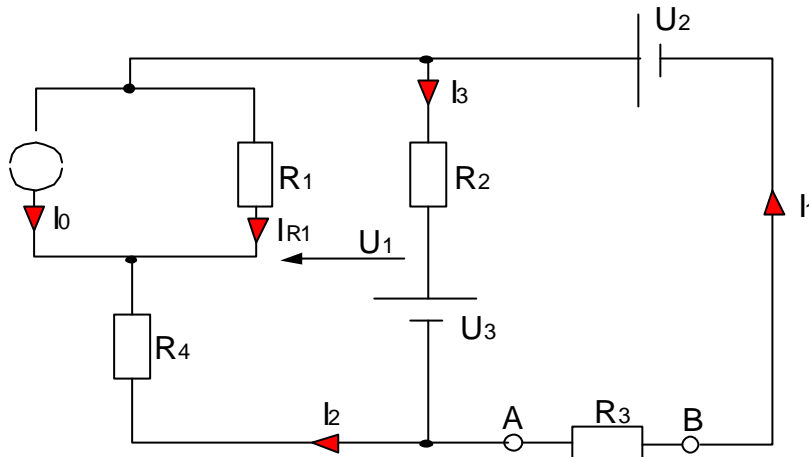


Bild1

$$I_0 = 0,48 \text{ A}, U_2 = 108 \text{ V}, \\ U_3 = 144 \text{ V}, R_1 = 150 \Omega, \\ R_2 = 1170 \Omega, R_3 = 3 \text{ k}\Omega, \\ R_4 = 300 \Omega$$

- Ermitteln Sie analytisch den Strom I_2 .
- Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_1 , I_2 und I_3 .
- Wie groß ist U_1 (numerisch)?

Lösung:

$$a) \quad I_2 = -\frac{U_3 R_3 + I_0 R_1 (R_2 + R_3) + U_2 R_2}{R_2 (R_1 + R_4) + R_3 (R_1 + R_2 + R_4)}$$

$$b) \quad I_1 = 36,09 \text{ mA}, I_2 = -159,4 \text{ mA}, I_3 = -123,31 \text{ mA}$$

$$c) \quad U_1 = 96,18 \text{ V}$$

Üb. 52:

Berechnen Sie für Bild 1 (Aufgabe 51) mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_{R1} .

Lösung:

$$I_{R1} = -0,3206 \text{ A}$$

Üb. 53:

Die in Bild 1 (Aufgabe 51) skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 2 gleichwertig beschrieben werden.

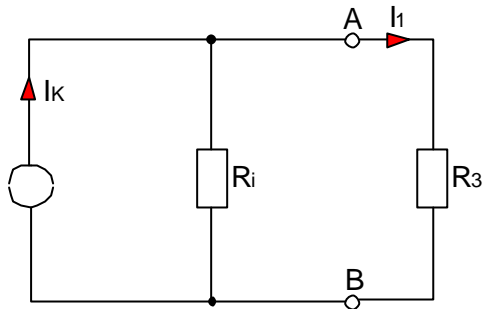


Bild 2

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

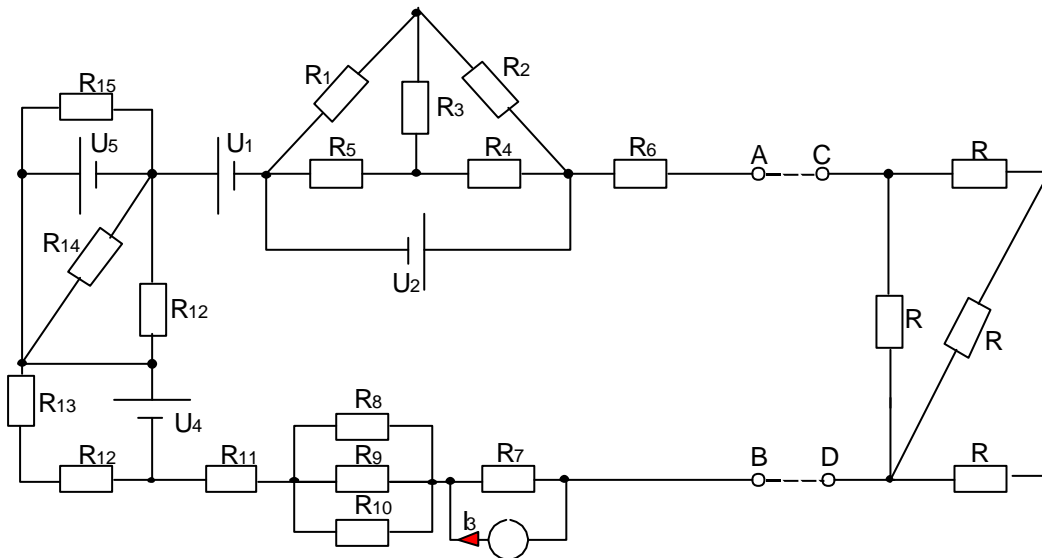
Lösung:

- $I_K = 369,23 \text{ mA}$, $R_i = 325 \text{ } \Omega$
- $I_1 = 36,09 \text{ mA}$
- $P = 4,33 \text{ W}$

Üb. 54:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = R_{10} = R_{11} = R_{12} = R_{13} = R_{14} = R_{15} = 100 \text{ } \Omega$$

$$U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5 = 25 \text{ V}, I_3 = 0,1 \text{ A}$$



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

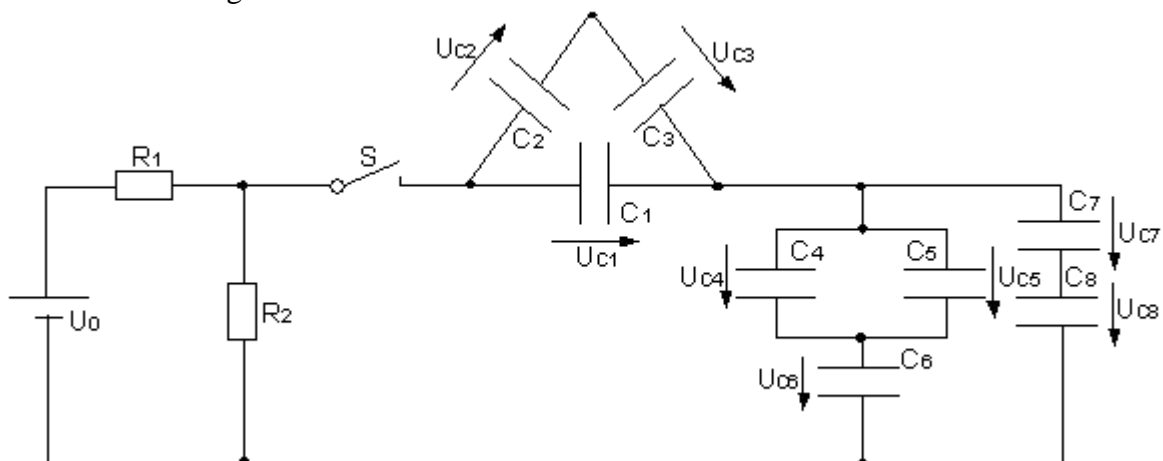
- Innenwiderstand R_i
- Leerlaufspannung U_L
- Kurzschlussstrom I_K
einer Ersatzspannungs- und -stromquelle.
- Die Klemmen A-C und B-D werden verbunden. Wie groß müssen die Widerstände R gewählt werden, damit die Schaltung A-B die maximale Leistung an die Last abgeben kann?

Lösung:

- $R_i = 333,33 \Omega$
- $U_L = 10 \text{ V}$
- $I_K = 30 \text{ mA}$
- $R = 555,5 \Omega$

Üb. 55:

Bei der dargestellten Schaltung mit entladenen Kondensatoren wird der Schalter S geschlossen und solange gewartet, bis der Aufladevorgang abgeschlossen ist. Auf welche Spannungen U_{C1} , U_{C2} , U_{C3} , U_{C4} , U_{C5} , U_{C6} , U_{C7} und U_{C8} haben sich die Kondensatoren aufgeladen?



$U_0 = 50 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 40 \Omega$, $C_1 = 10 \mu\text{F}$, $C_2 = 20 \mu\text{F}$, $C_3 = 30 \mu\text{F}$, $C_4 = 40 \mu\text{F}$,
 $C_5 = 50 \mu\text{F}$, $C_6 = 60 \mu\text{F}$, $C_7 = 70 \mu\text{F}$, $C_8 = 80 \mu\text{F}$

Lösung:

$U_{C1} = 30,77 \text{ V}$, $U_{C2} = 18,46 \text{ V}$, $U_{C3} = 12,31 \text{ V}$, $U_{C4} = 3,69 \text{ V}$, $U_{C5} = 3,69 \text{ V}$, $U_{C6} = 5,54 \text{ V}$,
 $U_{C7} = 4,92 \text{ V}$, $U_{C8} = 4,31 \text{ V}$

Üb. 56:

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

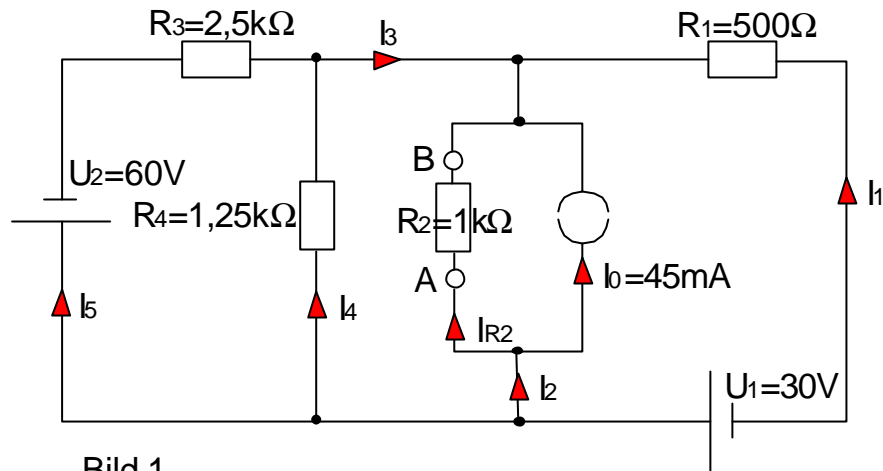


Bild 1

- Ermitteln Sie analytisch den Strom I_4 .
- Berechnen Sie die numerischen Werte der Ströme I_4 und I_5 .

Lösung:

$$a) \quad I_4 = \frac{R_2 R_3 (U_1 - I_0 R_1) + U_2 R_1 R_2}{R_1 R_2 (R_3 + R_4) + R_3 R_4 (R_1 + R_2)}$$

$$b) \quad I_4 = 7,43 \text{ mA}, I_5 = -20,29 \text{ mA}$$

Üb. 57:

Berechnen Sie für Bild 1 (Aufgabe 56) mit Hilfe des Überlagerungssatzes den Strom I_2 .

Lösung:

$$I_2 = 54,29 \text{ mA}$$

Üb. 58:

Die in Bild 1 (Aufgabe 56) skizzierte Schaltung soll mit der Ersatzschaltung in Bild 2 gleichwertig beschrieben werden.

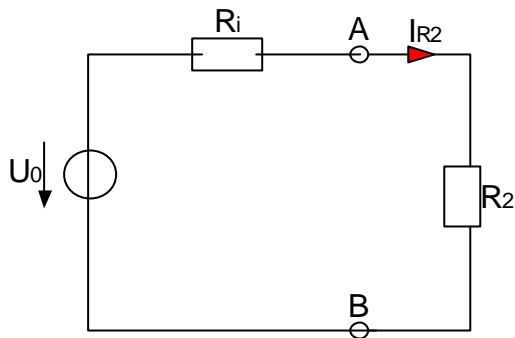


Bild 2

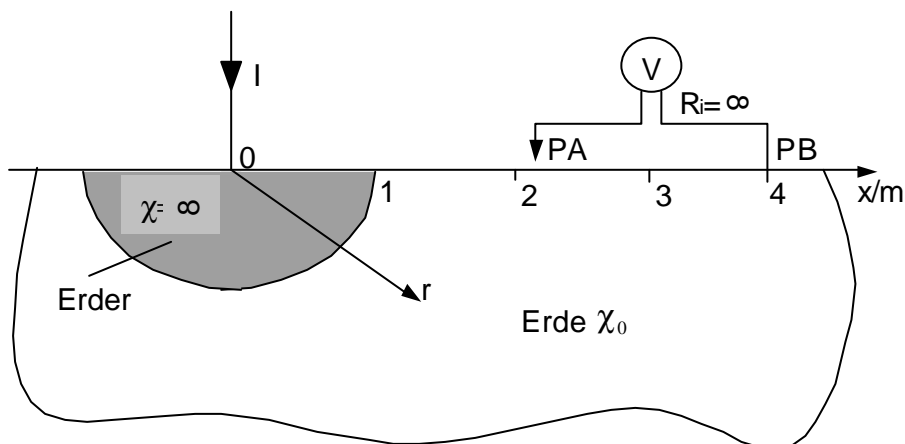
- Bestimmen Sie numerisch die Größen U_0 und R_i .
- Berechnen Sie I_{R2} (numerisch).
- Wie groß ist Wirkungsgrad η_u ?

Lösung:

- $U_0 = 12,19 \text{ V}$, $R_i = 312,5 \text{ } \Omega$
- $I_{R2} = 9,29 \text{ mA}$
- $\eta_u = 76,2\%$

Üb. 59:

Der skizzierte halbkugelförmige Erder hat die Leitfähigkeit $\chi = \infty$. Die Erde, die als homogen betrachtet wird, besitzt die Leitfähigkeit $\chi_0 = 0,016 \text{ Sm/mm}^2$. In den Erder hinein fließt ein Strom von $I = 100 \text{ A}$. Ein Voltmeter misst eine Spannung von $U_{PA,PB} = 0,46 \text{ mV}$. Ein Anschlussdraht des Voltmeters steckt bei $r = 4 \text{ m}$ (PB) im Boden.



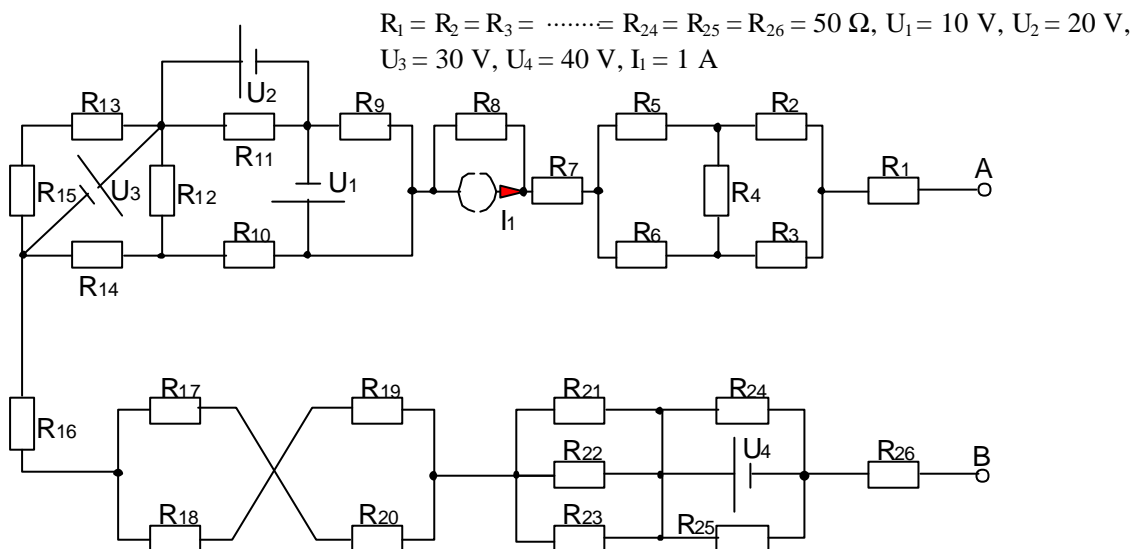
- Ermitteln Sie den Ort PA der zweiten Messleitung.
- An welcher Stelle r tritt die maximale Feldstärke E_{\max} auf?
- Berechnen Sie E_{\max} .
- An welcher Stelle r (numerisch) ist die Feldstärke E auf 15 % des Maximalwertes E_{\max} abgesunken?

Lösung:

- $r_A = 1,4 \text{ m}$
- $r = 1 \text{ m}$
- $E_{\max} = 9,95 \cdot 10^{-4} \text{ V/m}$
- $r = 2,58 \text{ m}$

Üb. 60:

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:

- $R_i = 366,67 \Omega$
- $U_L = 110 \text{ V}$
- $I_K = 0,3 \text{ A}$