

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
Dauer/Punkte : 120 min / 115 Punkte
Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.

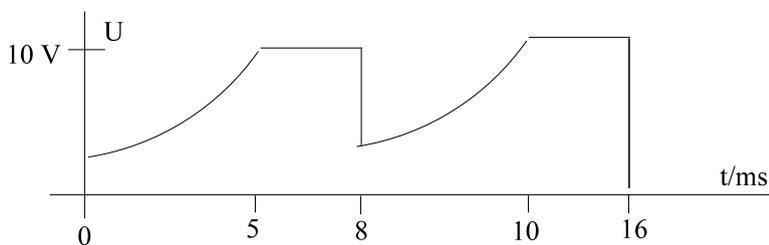
!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1

Der Effektivwert U des unten dargestellten periodischen Spannungsverlaufs $u(t)$ ist zu bestimmen (12 P)

$$u(t) = 10 \text{ V} / e^{(t-5\text{ms})/5\text{ms}} \quad 0 < t < 5 \text{ ms}$$

$$u(t) = 10 \text{ V} \quad 0 < t < 8 \text{ ms}$$



Aufgabe 2

Gegeben ist der Zeitverlauf des Stromes $i(t)$.

$$i(t) = 10 \text{ A} \cos(\omega t - 60^\circ)$$

Geben Sie an:

- a1) den rotierenden Scheitelwertzeiger (1 P)
- a2) den ruhenden Scheitelwertzeiger (1 P)
- a3) den Effektivwertzeiger (1 P)

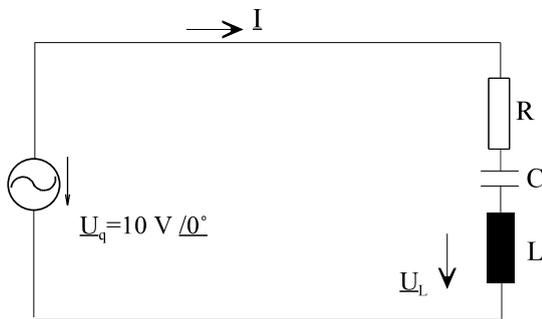
Skizzieren Sie: (Achten Sie auf Achsenbezeichnungen)

- b1) den Zeitverlauf $i(t)$ (2 P)
- b2) den Effektivwertzeiger \underline{I} in der komplexen Ebene (2 P)

Berechnen sie aus dem Zeitverlauf $i(t)$:

- c1) den quadratischen Mittelwert U_{qm} (1 P)
- c2) den arithmetischen Mittelwert \bar{u} (1 P)
- c3) den Gleichrichtwert (1 P)
- c4) den Formfaktor F_u (1 P)
- c5) den Grundswingungsgehalt g_u (1 P)
- c6) den Klirrfaktor k_u (1 P)

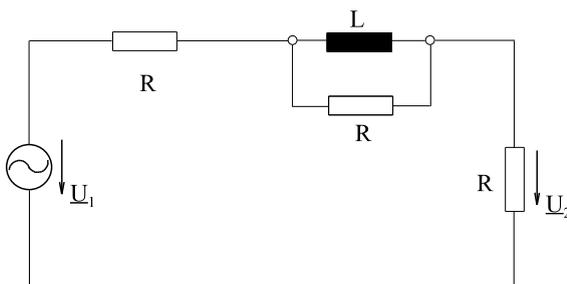
Aufgabe 3



$R = 100 \Omega$
 $C = 50 \text{ nF}$
 $L = 0.2 \text{ H}$
 $f = 1.5 \text{ kHz}$

- a) Berechnen Sie die komplexe Spannung \underline{U}_L nach Betrag und Phase. (16 P)
 b) Bei welcher Frequenz f_{max} wird der Strom I maximal? (3 P)

Aufgabe 4



$R = 10 \Omega$
 $L = 100 \text{ mH}$

Berechnen Sie den Frequenzgang $F(j\omega)$ in folgender Form:

$$F(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = k \frac{1 + j \left(\frac{\omega}{\omega_{E1}} \right)}{1 + j \left(\frac{\omega}{\omega_{E2}} \right)}$$

Geben sie k, ω_{E1} und ω_{E2} an. (14 P)

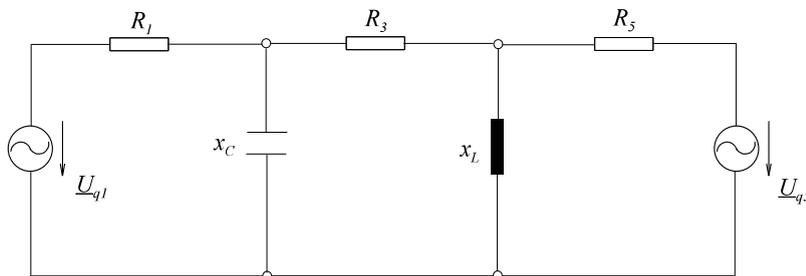
Aufgabe 5

Stellen Sie die Ortskurve

$$\underline{F}(t) = 2 \frac{3 + jt}{1 + jt} \quad t > 0$$

dar. Bezeichnen Sie drei charakteristische t-Werte. (12 P)

Aufgabe 6



- $R_1 = 300 \Omega$
- $R_3 = 200 \Omega$
- $R_5 = 100 \Omega$
- $X_C = 10 \Omega$
- $X_L = 20 \Omega$
- $\underline{U}_{q1} = 100 \text{ V } /0^\circ$
- $\underline{U}_{q5} = 200 \text{ V } /90^\circ$

Das obere Netzwerk soll mit Hilfe des komplexen Maschenstrom-Verfahrens untersucht werden.

- a) Geben Sie die erforderlichen Variablen an und zeichnen Sie diese in die Skizze mit ein. (2 P)
- b) Das komplexe Gleichungssystem ist aufzustellen. (10 P)
- c) Überführen Sie das komplexe Gleichungssystem in ein reelles. (8 P)

Aufgabe 7

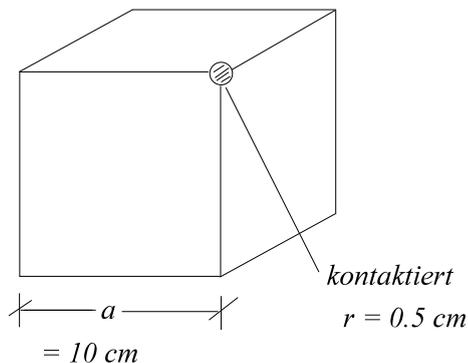
Ein symmetrischer Drehstrom-Verbraucher mit drei in Dreieck geschalteten Widerständen $R = 10 \Omega$ wird an ein 380 V (Leiter-Leiter-Spannung) Netz angeschlossen.

- a) Zeichnen Sie ein Ersatzschaltbild. (1 P)
- b) Berechnen Sie den Strangstrom I_{Str} im Widerstand. (2 P)
- c) Der Leiterstrom I_L ist zu bestimmen. (2 P)
- d) Die gesamte Wirkleistung P ist zu berechnen. (2 P)

Hinweis: Die komplexe Rechnung ist nicht erforderlich.

Aufgabe 8

(10 P)



Ein Würfel aus schwach leitendem Material ($\kappa = 5 \Omega\text{m}$) wird an einer Ecke kontaktiert, in der Art einer 1/8-Hohlkugel mit dem Radius $r = 0.5 \text{ cm}$. Die gegenüber liegenden (im Bild nicht sichtbaren Seiten) werden auch kontaktiert. Wie groß ist der Widerstand R zwischen beiden Kontaktierungen?

Hinweis: Das elektrische Strömungsfeld kann kugelsymmetrisch angenommen werden. Die Länge a ist wesentlich größer als der Radius der Hohlkugel-Kontaktierung.

Aufgabe 9

Im elektrostatischen Feld eines Materials mit der Permeabilität $\epsilon_r = 4$ ist das Potential

$$\varphi = 10 \text{ V} * \left[\left(\frac{x}{1 \text{ cm}} \right) + \left(\frac{y}{2 \text{ cm}} \right) + \left(\frac{z}{4 \text{ cm}} \right) \right]$$

gegeben. Berechnen Sie:

- a) die elektrische Feldstärke \vec{E} (4 P)
- b) die Verschiebungsflußdichte \vec{D} (4 P)

Aufgabe 1 $U = 8.032 \text{ V}$

Aufgabe 2

- a1) $\hat{i}(t) = 10.00 \text{ A} * e^{j\omega t} * e^{-j60^\circ}$ a2) $\hat{i} = 10.00 \text{ A} * e^{-j60^\circ}$ a3) $\underline{I} = 7.071 \text{ A} * e^{-j60^\circ}$
 c1) $I_{\text{qm}} = 7.071 \text{ A}$ c2) $\hat{i} = \mathbf{0}$ c3) $|\hat{i}| = \mathbf{6.366 \text{ V}}$
 c4) $F_i = 1.111$ c5) $g_i = 1.0$ c6) $k_i = 0$

Aufgabe 3

- a) $\underline{U}_L = 73.27 \text{ V} * /157.13^\circ$ b) $f_0 = 1591 \text{ Hz}$

Aufgabe 4

- $k = \frac{1}{2}$ $\omega_{E1} = 100 \text{ s}^{-1}$ $\omega_{E2} = 66.67 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 5

Aufgabe 6

- a) $\underline{I}'_1, \underline{I}'_2, \underline{I}'_3$

b)

$300 \Omega - j10 \Omega$	$j10 \Omega$	0
$j10 \Omega$	$200 \Omega + j10 \Omega$	$j20 \Omega$
0	$j20 \Omega$	$100 \Omega + j20 \Omega$

\underline{I}'_1	=	100 V
\underline{I}'_2	=	0
\underline{I}'_3	=	$j 200 \text{ V}$

c)

300			10	-10	
	200		-10	-10	-20
		100		-20	-20
-10	10		300		
10	10	20		200	
	20	20			100

$\underline{I}'_1 \text{ re}$	=	100 V
$\underline{I}'_2 \text{ re}$	=	0
$\underline{I}'_3 \text{ re}$	=	0
$\underline{I}'_1 \text{ im}$	=	0
$\underline{I}'_2 \text{ im}$	=	0
$\underline{I}'_3 \text{ im}$	=	200 V

Aufgabe 7

- b) $I_{\text{str}} = 38 \text{ A}$ c) $I_L = 65.82 \text{ A}$ d) $P = 43.32 \text{ kW}$

Aufgabe 8

$R = 636.6 \Omega$

Aufgabe 9

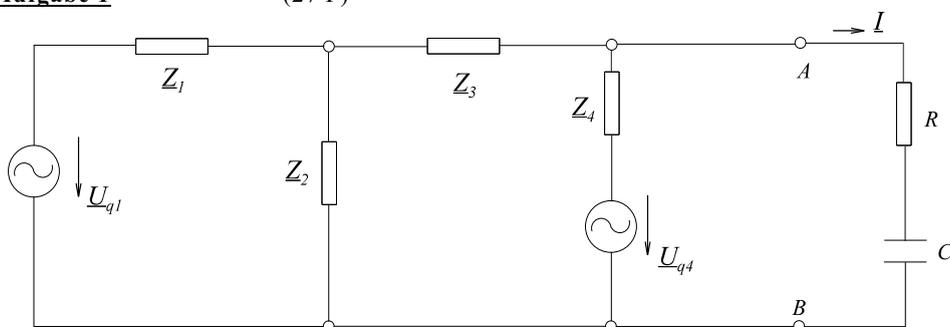
- a) $\vec{E} = \begin{pmatrix} 10 \text{ V/cm} \\ 5 \text{ V/cm} \\ 2.5 \text{ V/cm} \end{pmatrix}$ b) $\vec{D} = -8.854 * 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{m}^2} \begin{pmatrix} 4.0 \\ 2.0 \\ 1.0 \end{pmatrix}$

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 101 Punkte
 Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen.
 Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.

!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1

(27 P)



- $Z_1 = (20 + j40)\Omega$
- $Z_2 = (30 - j10)\Omega$
- $Z_3 = (15 + j25)\Omega$
- $Z_4 = (25 + j35)\Omega$
- $\underline{U}_{q4} = 10 \text{ V}/60^\circ$
- $\underline{U}_{q1} = 20 \text{ V}/0^\circ$
- $R = 80 \Omega$
- $f = 2.5 \text{ kHz}$
- $C = 1.061 \mu\text{F}$

Der Strom \underline{I} der oberen Schaltung soll nach dem Prinzip der Ersatzquelle berechnet werden. Wenn nötig, sind Netzumwandlungsmethoden erlaubt.

- a) Bestimmen Sie die Daten der Ersatzquelle zwischen den Punkten A und B. (15 P)
- b) Der Strom \underline{I} ist zu berechnen. (12 P)

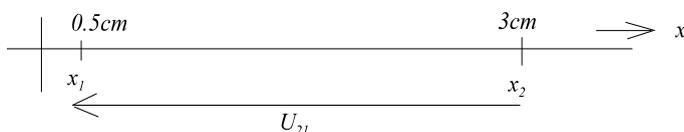
Aufgabe 2

(8 P)

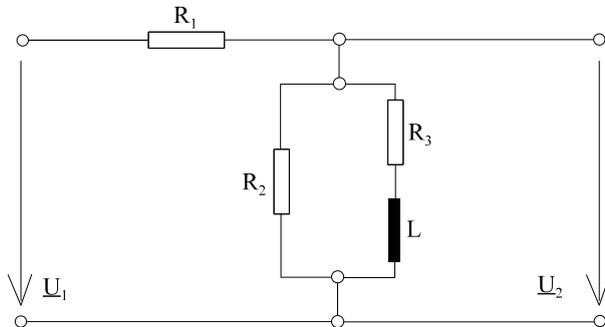
Die Feldstärke in einem elektrischen Feld in x-Richtung wurde bestimmt zu:

$$E_x = \frac{10 \text{ V}}{x} + \frac{5 \text{ V}}{\text{cm}} \cdot \frac{x}{4 \text{ cm}}$$

Zu berechnen ist die Spannung U_{21} , die zwischen den Punkten $x_2 = 3 \text{ cm}$ und $x_1 = 0.5 \text{ cm}$ vorhanden ist.



Aufgabe 3 (20 P)



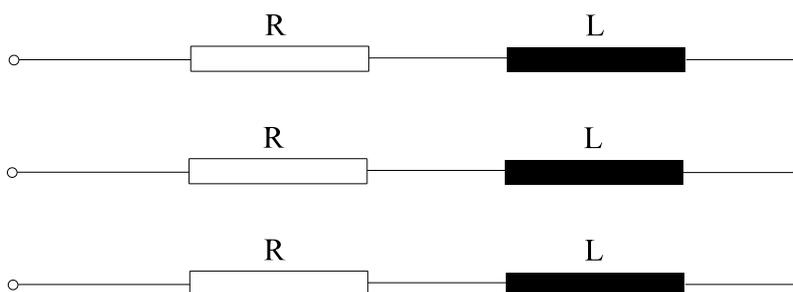
- $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$
- $R_2 = 500 \text{ }\Omega$
- $R_3 = 400 \text{ }\Omega$
- $L = 0.1 \text{ H}$

Bestimmen Sie den Frequenzgang der oberen Schaltung in der Form:

$$E(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = V \cdot \frac{1 + j\omega/\omega_1}{1 + j\omega/\omega_2}$$

Geben Sie ω_1 , ω_2 und V formelmäßig und zahlenwertmäßig an.

Aufgabe 4 (9 P)

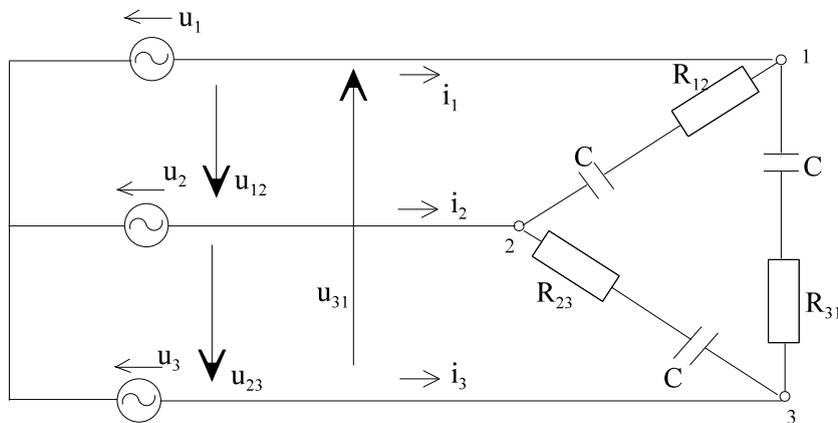


- $R = 13 \text{ }\Omega$
- $L = 111.4 \text{ mH}$

Die obere symmetrische Sternschaltung wird an ein 400 V/50 Hz-Netz angeschlossen. Hinweis: Beachten Sie, an welcher Stelle 400 V anliegen. Berechnen Sie:

- a) Scheinleistung S (7 P)
- b) Wirkleistung P (1 P)
- c) Blindleistung Q (1 P)

Aufgabe 5 (21 P)



- $R_{12} = 10 \Omega$
- $R_{23} = 20 \Omega$
- $R_{31} = 40 \Omega$
- $C = 127.3 \mu\text{F}$

Die obere unsymmetrische Dreieckschaltung wird aus einem **linksdrehenden** Drehstromnetz gespeist. Die Spannung

$$u_1(t) = \sqrt{2} \cdot 235 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 0^\circ)$$

ist gegeben mit

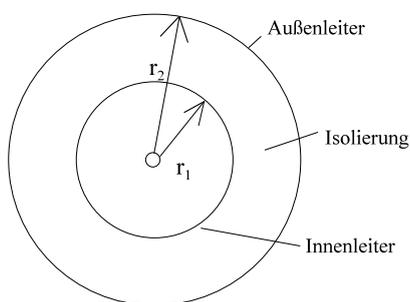
$$f = 50 \text{ Hz}$$

- a) Bestimmen Sie den Zeitverlauf der Ströme $i_1(t)$, $i_2(t)$ und $i_3(t)$. (18 P)
- b) Skizzieren Sie den Strom $i_1(t)$. (3 P)

Aufgabe 6 (16 P)

Ein Koaxialkabel mit den Daten

- | | |
|----------------------------------|--|
| $l = 30 \text{ m}$ | Kabellänge |
| $r_1 = 0.5 \text{ mm}$ | Innenradius |
| $r_2 = 3 \text{ mm}$ | Außenradius |
| $\rho = 10^{15} \Omega\text{cm}$ | spezifischer elektrischer Widerstand des Isolators |
| $\epsilon_r = 3.6$ | relative Dielektrizitätskonstante des Isolators |



wird an eine Spannung von $U_1 = 100 \text{ V}$ angeschlossen.

- a) Wie groß ist die Kapazität C des Kabels? (4 P)
- b) Bestimmen Sie den Isolationswiderstand R des Kabels. (4 P)
- c) Die Spannung U_1 wird wieder abgeschaltet. Nach welcher Zeit t_2 hat sich die Spannung $u(t)$ auf $u_2 = 25 \text{ V}$ verringert? (4 P)
- d) Welche elektrisch Energie W_2 ist zum Zeitpunkt t_2 noch im Kabel gespeichert. (4 P)

Aufgabe 1

a) $\underline{Z}_q^* = 23.21 \Omega / 47.14^\circ$

$\underline{U}_q^* = 7.180 V / 7.60^\circ$

b) $\underline{I} = 68.39 \text{ mA} / 31.77^\circ$

Aufgabe 2

$U_{21} = -23.39 \text{ V}$

Aufgabe 3

$\omega_1 = 4000 \text{ s}^{-1}$

$\omega_2 = 8000 \text{ s}^{-1}$

$V = 0.1$

Aufgabe 4

a) $S = 4.282 \text{ kVA}$

b) $P = 1.491 \text{ kW}$

c) $Q = 4.014 \text{ kVar}$

Aufgabe 5

a) $i_1(t) = \sqrt{2} * 23.28 \text{ A} * \cos(\omega t + 46.81^\circ)$

$i_2(t) = \sqrt{2} * 21.85 \text{ A} * \cos(\omega t - 176.32^\circ)$

$i_3(t) = \sqrt{2} * 16.64 \text{ A} * \cos(\omega t - 69.34^\circ)$

Aufgabe 6

a) $C = 3.353 \text{ nF}$

b) $R = 95.06 * 10^9 \Omega$

c) $t = 442 \text{ s}$

d) $W_2 = 1.05 \mu\text{Ws}$

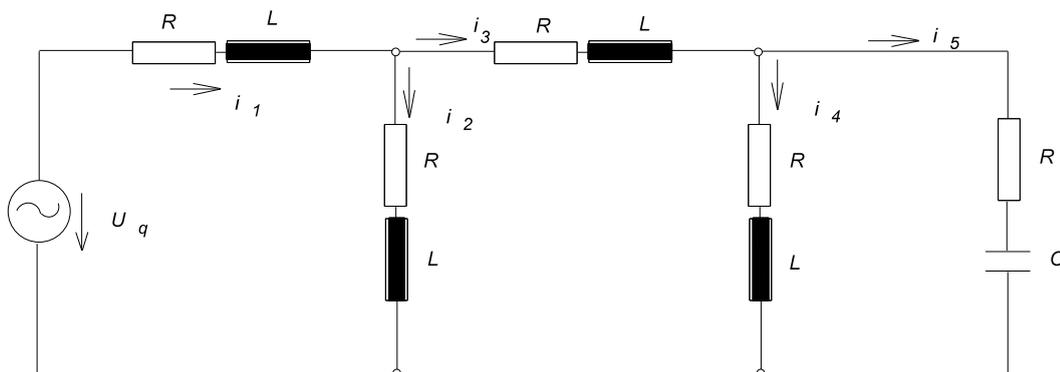
zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.

Dauer/Punkte : 120 min / 93 Punkte

Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.

!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1 (20 P)



$$u_q(t) = 330 \text{ V} \cos(\omega t + 30^\circ)$$

$$R = 15 \Omega$$

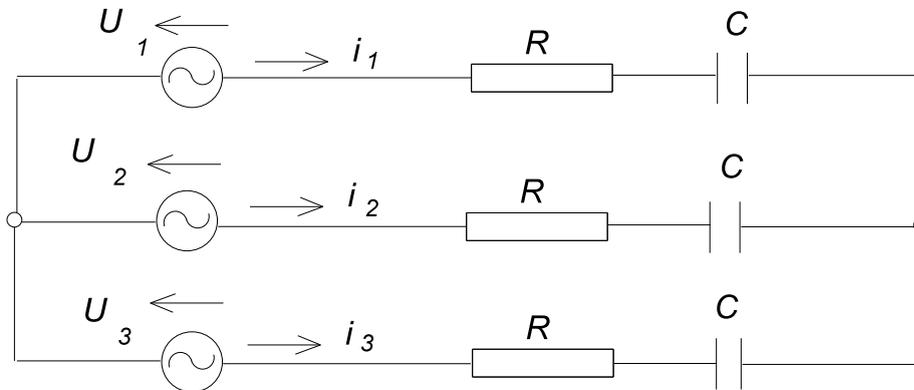
$$L = 63.662 \text{ mH}$$

$$C = 159.15 \mu\text{F}$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Der Zeitverlauf des Stromes $i_1(t)$ des oben dargestellten Netzwerkes ist zu berechnen.

Aufgabe 2 (9 P)

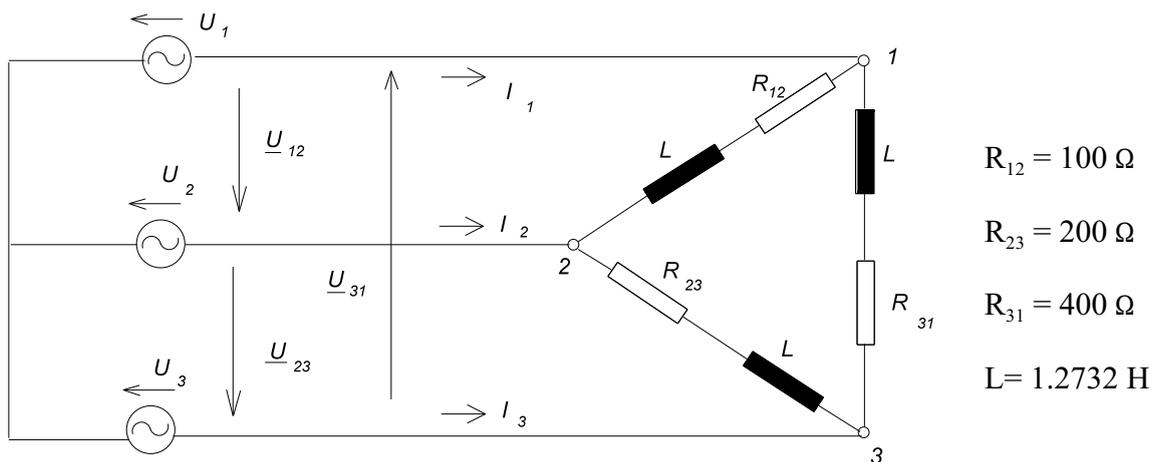


$$U_1 = U_2 = U_3 = (400 \text{ V})/\sqrt{3}, \quad R = 60 \, \Omega, \quad C = 39.789 \, \mu\text{F}, \quad f = 50 \text{ Hz}$$

In der oberen symmetrischen Sternschaltung eines Drehstromsystems sind zu bestimmen:

- a) Leiterstrom I_L (3 P)
- b) Scheinleistung S (3 P)
- c) Wirkleistung P und Blindleistung Q (3 P)

Aufgabe 3 (28 P)

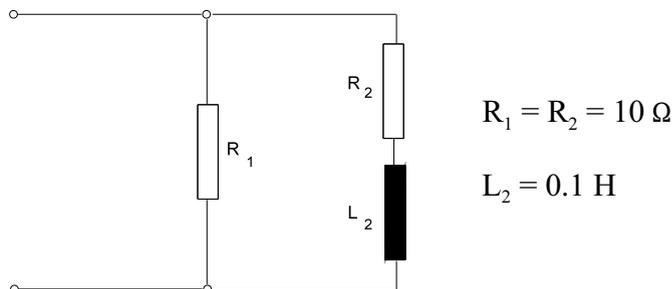


Die obere unsymmetrische Dreieckschaltung wird aus einem **rechtsdrehenden** Drehstromnetz gespeist. Der Zeitverlauf der Spannung u_1 ist gegeben durch:

$$u_1(t) = \sqrt{2} * 235 \text{ V} * \cos(\omega t - 30^\circ), \quad f = 50 \text{ Hz}$$

- a) Bestimmen Sie den Zeitverlauf der Ströme $i_1(t)$, $i_2(t)$ und $i_3(t)$. (25 P)
- b) Skizzieren Sie den Strom $i_1(t)$. (3 P)

Aufgabe 4: (20 P)



Die Ortskurve mit der Frequenz als Parameter des komplexen Gesamtwiderstandes der oberen Schaltung soll konstruiert werden. Geben Sie (wenn möglich) in jeder Skizze einer Ortskurve die Werte für $f = 0$ und $f \rightarrow \infty$ an.

- a) Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{Z}_2 . (4 P)
- b) Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{Y}_2 . (4 P)
- c) Skizzieren Sie die Ortskurve von $\underline{Y}_{\text{ges}}$. (4 P)
- d) Skizzieren Sie die Ortskurve von $\underline{Z}_{\text{ges}}$. (8 P)

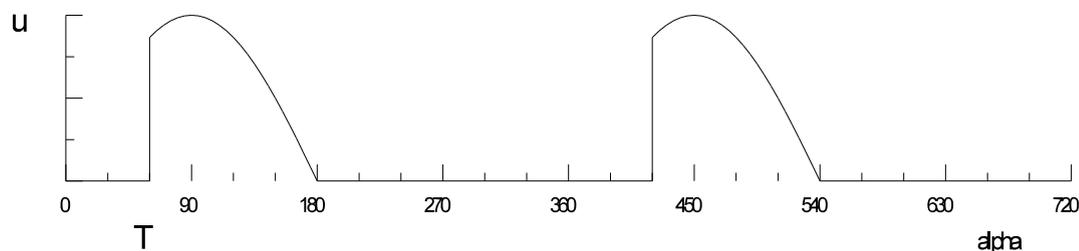
Aufgabe 5: (7 P)

Welche Energie W ist in einer Koaxial-Leitung gespeichert? Die Daten der Leitung:

- $r_1 = 2 \text{ mm}$ Radius des Innenleiters
- $r_2 = 3 \text{ mm}$ Radius des Außenleiters
- $\epsilon_r = 3$ Dielektrizitätskonstante des Isolators
- $l = 100 \text{ m}$ Leitungslänge
- $U = 100 \text{ V}$ Übertragungsgleichspannung

Aufgabe 6: (9 P)

Durch eine elektronische Schaltung wird der unten dargestellte Zeitverlauf einer Spannung erreicht. Berechnen Sie den arithmetischen Mittelwert der Spannung. **Achtung:** Die Abszissenbeschriftung ist in Gradmaß angegeben.



- $u(t) = 0$ für $0^\circ \leq \alpha < 60^\circ$ und $180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$
- $u(t) = 10 \text{ V} \cdot \sin(\alpha)$ für $60^\circ < \alpha \leq 180^\circ$

Aufgabe 1

$$i_1(t) = 8.10 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 19.63^\circ)$$

Aufgabe 2

- a) $I_L = 2.309 \text{ A}$
- b) $S = 1600 \text{ VA}$
- c) $P = 960 \text{ W}$ und $Q = -1280 \text{ Var}$

Aufgabe 3

- a) $i_1(t) = 2.34 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 88.15^\circ)$
 $i_2(t) = 2.16 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 138.60^\circ)$
 $i_3(t) = 1.79 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 30.33^\circ)$

Aufgabe 4:

Aufgabe 5:

$$C = 41.16 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

$$W = 0.206 \text{ mWs}$$

Aufgabe 6:

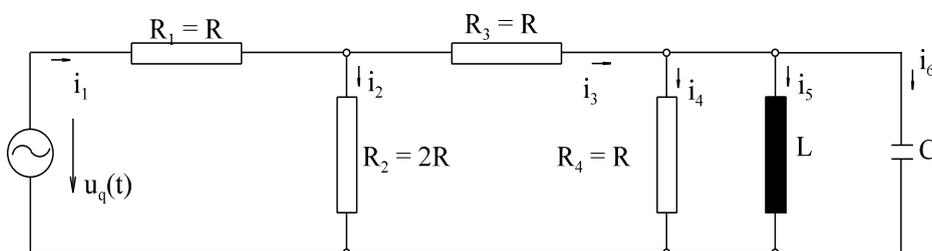
$$\bar{u} = 2.39 \text{ V}$$

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 117 Punkte
 Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen.
 Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.

!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1 (30 P)

Bestimmen Sie die Zeitverläufe der Ströme $i_1(t)$ bis $i_5(t)$ in der Form $i(t) = \hat{i} \cdot \cos(\omega t + \varphi_i)$.



Gegebene Daten:

$u_q(t) = 20 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ)$

$R_1 = R = 10 \ \Omega$

$R_2 = 2R = 20 \ \Omega$

$R_3 = R = 10 \ \Omega$

$R_4 = R = 10 \ \Omega$

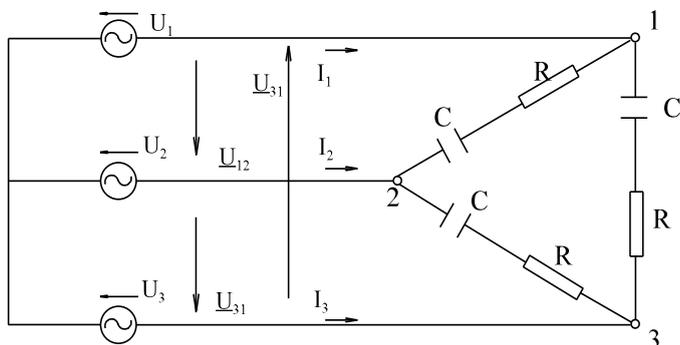
$L = 1 \text{ mH}$

$C = 250 \ \mu\text{F}$

$f = \frac{2 \text{ kHz}}{2\pi}$

Hinweis: Die Aufgabe ist ohne Taschenrechner leicht lösbar, weil ein bestimmter Sonderfall vorliegt.

Aufgabe 2 (12 P)

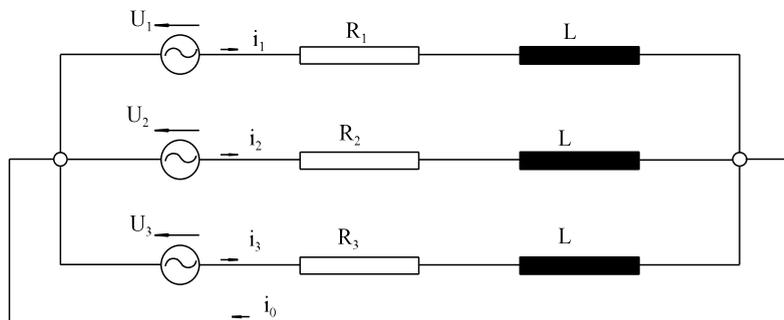


$U_1 = U_2 = U_3 = (400 \text{ V})/\sqrt{3}$, $R = 30 \ \Omega$, $C = 79.577 \ \mu\text{F}$, $f = 50 \text{ Hz}$

In der oberen symmetrischen Dreieckschaltung eines Drehstromsystems sind zu bestimmen:

- a) Leiterstrom I_L (4 P)
- b) Scheinleistung S (4 P)
- c) Wirkleistung P und Blindleistung Q (4 P)

Aufgabe 3 (20 P)



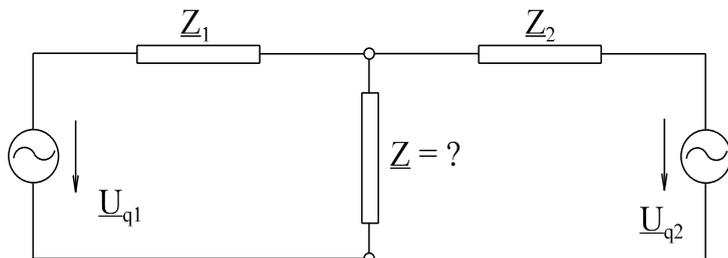
$R_1 = 100 \Omega$ $R_2 = 200 \Omega$ $R_3 = 400 \Omega$ $L = 0.63662 \text{ H}$

Die obere unsymmetrische Sternschaltung mit Nulleiter wird aus einem **rechtsdrehenden** Drehstromnetz gespeist. Der Zeitverlauf der Spannung u_1 ist gegeben durch:

$$u_1(t) = 135 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ), \quad f = 50 \text{ Hz}$$

Bestimmen Sie die Zeitverläufe der Ströme $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i_3(t)$ und $i_0(t)$.

Aufgabe 4 (18 P)



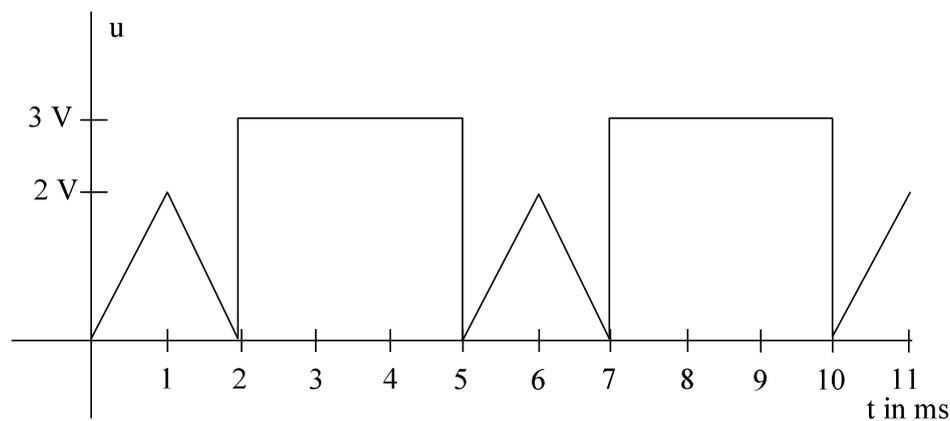
gegebene Daten:

$\underline{U}_{q1} = 10 \text{ V}/0^\circ$
 $\underline{Z}_1 = 10 \Omega + j 20 \Omega$
 $\underline{U}_{q2} = 15 \text{ V}/45^\circ$
 $\underline{Z}_2 = 5 \Omega - j 20 \Omega$

Bei der oberen Schaltung soll der komplexe Widerstand \underline{Z} des mittleren Zweiges so dimensioniert werden, daß die Scheinleistung an \underline{Z} maximal wird.

- a) Bestimmen Sie das optimale \underline{Z} . (5 P)
- b) Berechnen Sie für den unter a) ermittelten Wert die Wirk- und Blindleistung an \underline{Z} . (13 P)

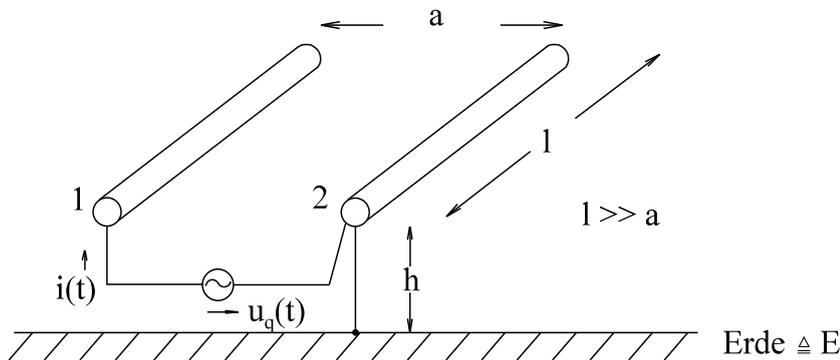
Aufgabe 5 (6 P)



Bestimmen Sie den Effektivwert des oben dargestellten Spannungsverlaufs.

Aufgabe 6

(21 P)



Eine leerlaufende Wechselstrom-Freileitung wird an die Spannungsquelle $u_q(t)$ angeschlossen. Der Leiter 2 ist geerdet. Berechnen Sie den Strom $i(t)$ in der Form $i(t) = \hat{i} \cdot \cos(\omega t + \varphi_i)$. Geben Sie \hat{i} , ω , φ_i an.

Gegebene Daten:

- $l = 300 \text{ m}$ - Länge der Leitung
- $a = 0.2 \text{ m}$ - Abstand der Leiter
- $d = 8 \text{ mm}$ - Durchmesser der Leiter
- $h = 6 \text{ m}$ - Höhe der Leitung über Erdboden
- $U_q = 230 \text{ V}$ - Effektivwert der harmonischen Spannungsquelle
- $\varphi_q = 30^\circ$ - Phasenwinkel der Spannungsquelle
- $f = 50 \text{ Hz}$ - Frequenz der Spannungsquelle

- a) Skizzieren Sie ein Ersatzschaltbild (ESB) mit **zwei** Kapazitäten. (5 P)
- b) Berechnen Sie die ESB-Elemente. (10 P)
- c) Bestimmen sie \hat{i} , ω , φ_i . (6 P)

Aufgabe 7

(10 P)

In einem elektrostatischen Feld weist die Verschiebungsflußdichte die folgende Abhängigkeit auf:

$$\vec{D} = 2.5 \cdot 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{m}^2} * \begin{pmatrix} x/1\text{m} \\ 2y/1\text{m} \\ 3z/1\text{m} \end{pmatrix}$$

Die relative Dielektrizitätskonstante beträgt: $\epsilon_r = 2$. Bestimmen Sie die Spannung $U_{21} = U_2 - U_1 = \varphi(P_2) - \varphi(P_1)$ zwischen den Punkten P_1 und P_2 .

$$\vec{P}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} 50 \text{ cm} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 1

$$\begin{aligned}i_1(t) &= 1 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ) \\i_2(t) &= 0.5 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ) \\i_3(t) &= 0.5 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ) \\i_4(t) &= 0.5 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 60^\circ) \\i_5(t) &= 2.5 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 30^\circ) \\i_6(t) &= 2.5 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 150^\circ)\end{aligned}$$

Aufgabe 2

$$\begin{aligned}\text{a)} \quad I_L &= 13.86 \text{ A} \\ \text{b)} \quad S &= 9.60 \text{ kVA} \\ \text{c)} \quad P &= 5.76 \text{ kW} \qquad Q = -7.68 \text{ kVar}\end{aligned}$$

Aufgabe 3

$$\begin{aligned}i_1(t) &= 0.604 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 3.43^\circ) \\i_2(t) &= 0.477 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 105^\circ) \\i_3(t) &= 0.302 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 153.43^\circ) \\i_0(t) &= 0.418 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 60^\circ)\end{aligned}$$

Aufgabe 4

$$\begin{aligned}\text{a)} \quad Z &= 30.73 \Omega \angle -12.53^\circ = 30 \Omega - 6.667 \Omega \\ \text{b)} \quad P_{\max} &= 0.604 \text{ W} \qquad Q_{\max} = -0.134 \text{ Var}\end{aligned}$$

Aufgabe 5

$$U = 2.44 \text{ V}$$

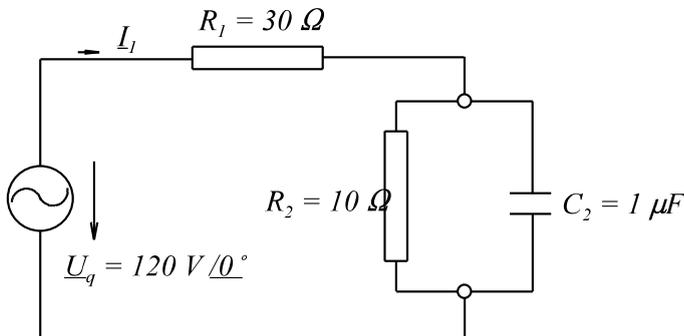
Aufgabe 6

$$\begin{aligned}\text{b)} \quad C_{12} &= 2.144 \text{ mF} \qquad C_{1E} = 2.085 \text{ mF} \qquad C_{\text{ges}} = 4.229 \text{ mF} \\ \text{c)} \quad i(t) &= 0.432 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 120^\circ)\end{aligned}$$

Aufgabe 7

$$U_{21} = -17.7 \text{ V}$$

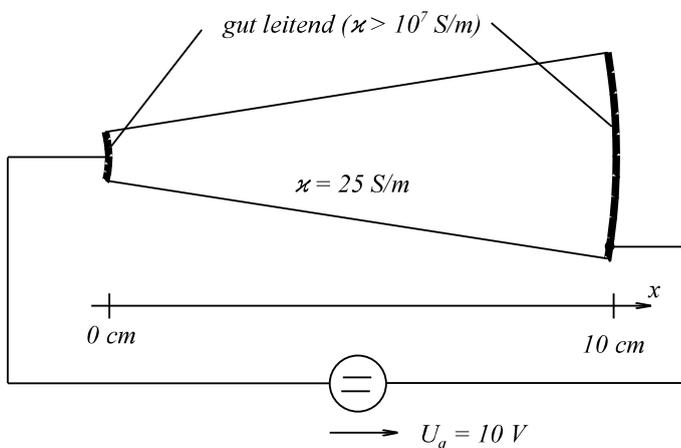
Aufgabe 3 (11 P)



Die folgenden Ortskurven der oberen Schaltung sollen konstruiert werden. Geben Sie (wenn möglich) in jeder Skizze einer Ortskurve zwei ω -Werte an.

- a) Ortskurve $\underline{Y}_2(\omega)$
- b) Ortskurve $\underline{Z}_2(\omega)$
- c) Ortskurve $\underline{Z}_{\text{ges}}(\omega)$
- d) Ortskurve $\underline{Y}_{\text{ges}}(\omega)$
- e) Ortskurve $\underline{I}_1(\omega)$

Aufgabe 4 (5 P)



Bei der oberen Anordnung wird ein schlecht leitendes Material $\kappa = 25 \text{ S/m}$ mit gut leitenden Elektroden ($\kappa > 10^7 \text{ S/m}$) kontaktiert und an eine Spannungsquelle von $U_q = 10 \text{ V}$ angeschlossen. Die Querschnittsfläche senkrecht zu den Feldlinien der Stromdichte beträgt: $A(x) = 1 \text{ cm} \cdot x + 2 \text{ cm}^2$
 Berechnen Sie die von der Spannungsquelle abgegebene Leistung P .

Aufgabe 5 (5 P)

In einem elektrischen Strömungsfeld eines Leiters mit der elektrischen Leitfähigkeit $\kappa = 20 \text{ S/m}$ beträgt das elektrische Potential:

$$\varphi = 100 \text{ V} \left[\frac{x}{3 \text{ cm}} + \frac{y}{4 \text{ cm}} + \frac{z}{7 \text{ cm}} \right]$$

Berechnen Sie den Strom durch die Fläche (liegt in der x-z-Ebene) mit den folgenden Begrenzungen:

- $y_1 = 0$ $x_1 = 0$ $z_1 = 0$
- $y_2 = 0$ $x_2 = 5 \text{ cm}$ $z_2 = 3 \text{ cm}$

Aufgabe 6 (5 P)

In einem elektrostatischen Feld eines Materials mit $\epsilon_r = 4$ ist die folgende Verschiebungsflußdichte gegeben:

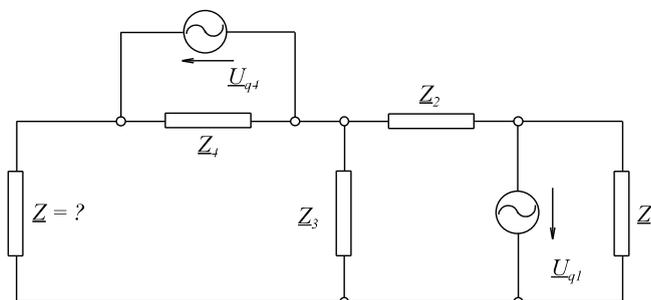
$$\vec{D} = 2.2 \cdot 10^{-6} \frac{As}{m^2} \begin{pmatrix} x \\ 7 \text{ cm} \\ y \\ 11 \text{ cm} \\ z \\ 13 \text{ cm} \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die Spannung U_{21} , das Potential $\varphi_{21} = \varphi_2(\vec{P}_2) - \varphi_1(\vec{P}_1)$, zwischen den Punkten:

$$\vec{P}_1 = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \text{ cm} \\ 2 \text{ cm} \\ 5 \text{ cm} \end{pmatrix} \quad \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \\ 5 \text{ cm} \end{pmatrix}$$

Hinweis: Sehen Sie sich den Weg von \vec{P}_1 nach \vec{P}_2 genau an, bevor Sie mit der Berechnung beginnen.

Aufgabe 7 (8 P)



Gegebene Daten des oberen Netzwerkes:

$$\underline{Z}_1 = (12 + j8) \Omega \quad \underline{U}_{q1} = 12 \text{ V } / 0^\circ$$

$$\underline{Z}_2 = (20 + j10) \Omega$$

$$\underline{Z}_3 = (5 - j10) \Omega$$

$$\underline{Z}_4 = (16 + j12) \Omega \quad \underline{U}_{q4} = 5 \text{ V } / 90^\circ$$

- Bestimmen Sie \underline{Z} , damit die Scheinleistung an \underline{Z} maximal wird.
- Berechnen Sie mit den Wert von Aufgabenpunkt a die Wirk- und Blindleistung an \underline{Z} .

Aufgabe 8 (8 P)

Für einen Frequenzgang eines Tiefpasse 2. Ordnung

$$E(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{\left(1 + j\frac{\omega}{5 \text{ s}^{-1}}\right) \left(1 + j\frac{\omega}{4 \text{ s}^{-1}}\right)}$$

ist die Grenzfrequenz f_g zu bestimmen.

- Geben Sie die Bestimmungsgleichung für die Grenzkreisfrequenz ω_g an. (3 P)
- Berechnen Sie die Grenzfrequenz f_g . (5 P)

Aufgabe 1

$$i_1(t) = 6.33 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 11.57^\circ)$$

$$i_2(t) = 4 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 30^\circ)$$

Aufgabe 2

$$u_4(t) = 141 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$$

Aufgabe 3

Halbkreis im 1. Quadranten

1. Punkt $I_1 = 3 \text{ A}$ ($\omega = 0$)

2. Punkt $I_2 = 4 \text{ A}$ ($\omega = \infty$)

Aufgabe 4

$$R = 7.167 \Omega$$

$$P = 14.0 \text{ W}$$

Aufgabe 5

$$I_y = 75 \text{ A}$$

Aufgabe 6

$$U_{21} = 2.71 \text{ kV}$$

Aufgabe 7

a) $Z_s = (8 - j6) \Omega$

b) $P = 2.04 \text{ W}$

$$Q = 1.53 \text{ Var}$$

Aufgabe 8

a) $|E(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$2 = \left[1 + \left(\frac{\omega_g}{5 \text{ s}^{-1}} \right)^2 \right] \left[1 + \left(\frac{\omega_g}{4 \text{ s}^{-1}} \right)^2 \right]$$

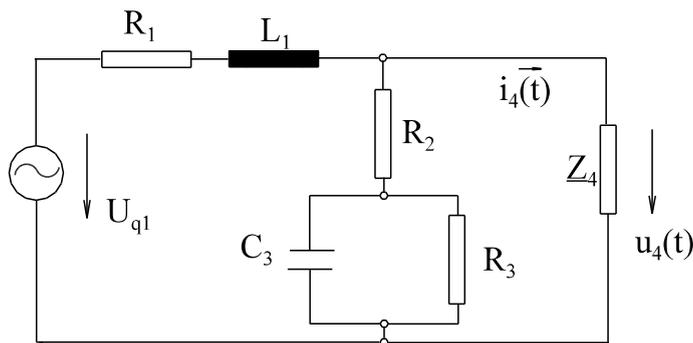
b) $f_g = 0.454 \text{ Hz}$

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 69 Punkte

Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.

!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1 (20 P)



Für das obere Netzwerk sind zu berechnen:

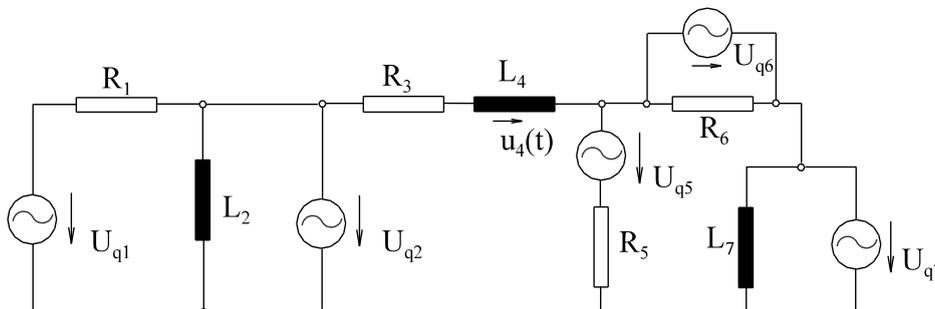
- $i_4(t)$ - Zeitverlauf des Stromes im Widerstand Z_4
- $u_4(t)$ - Zeitverlauf der Spannung am Widerstand Z_4
- P_4 - Wirkleistung am Widerstand Z_4
- Q_4 - Blindleistung am Widerstand Z_4

Gegeben Daten:

$u_{q1}(t) = 141 \text{ V} \cdot \cos(\omega t)$	$R_1 = 10 \Omega$	$L_1 = 10 \text{ mH}$	$R_2 = 20 \Omega$
$R_3 = 40 \Omega$	$C_3 = 7.957 \mu\text{F}$	$Z_4 = 100 + j 100 \Omega$	$f = 500 \text{ Hz}$

Aufgabe 2 (7 P)

Im folgenden Netzwerk ist nur die Spannung $u_4(t)$ zu bestimmen. Hinweis: Bei Anwendung bestimmter Regeln ist der Aufwand relativ gering. Die Berechnung ohne Taschenrechner ist möglich, aber nicht zu empfehlen.

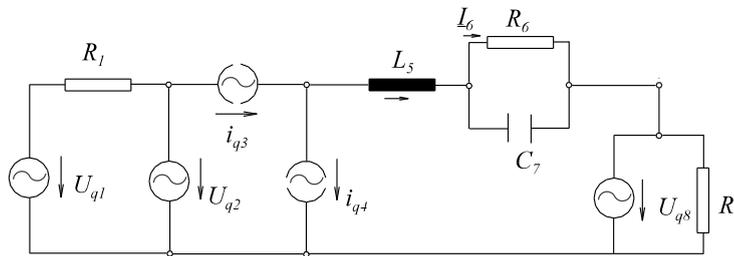


Gegeben Daten:

$u_{q1}(t) = 20 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 40^\circ)$	$R_1 = 10 \Omega$
$L_2 = 5 \text{ mH}$	$u_{q2}(t) = 20 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$
$R_3 = 20 \Omega$	$L_4 = 40 \text{ mH}$
$u_{q5}(t) = 30 \text{ V} \cdot \sin(\omega t + 60^\circ)$	$u_{q6}(t) = 28.28 \text{ V} \cdot \sin(\omega t)$
$R_6 = 111 \Omega$	$u_{q7}(t) = 20 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 45^\circ)$
$R_7 = 17 \Omega$	$f = \frac{500}{2\pi} \text{ Hz}$

Aufgabe 3 (7 P)

Im folgenden Netzwerk ist nur der Strom $i_6(t)$ zu bestimmen. Hinweis: Bei Anwendung bestimmter Regeln ist der Aufwand relativ gering. Die Berechnung ohne Taschenrechner ist möglich, aber nicht zu empfehlen.



Gegebene Daten des Netzwerks:

$$u_{q1}(t) = 200 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 20^\circ)$$

$$u_{q2}(t) = 300 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 70^\circ)$$

$$i_{q4}(t) = 10 \text{ A} \cdot \sin(\omega t + 45^\circ)$$

$$R_6 = 200 \Omega$$

$$u_{q8}(t) = 230 \text{ V} \cdot \sin(\omega t + 60^\circ)$$

$$R_1 = 100 \Omega$$

$$i_{q3}(t) = 10 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$$

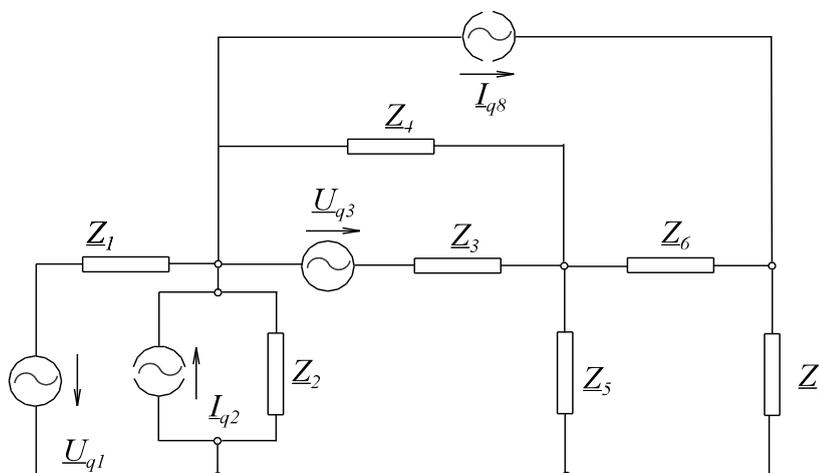
$$L_5 = 20 \text{ mH}$$

$$C_7 = 5 \mu\text{F}$$

$$R_8 = 512 \Omega$$

$$f = \frac{1000}{2\pi} \text{ Hz}$$

Aufgabe 4 (7 P)



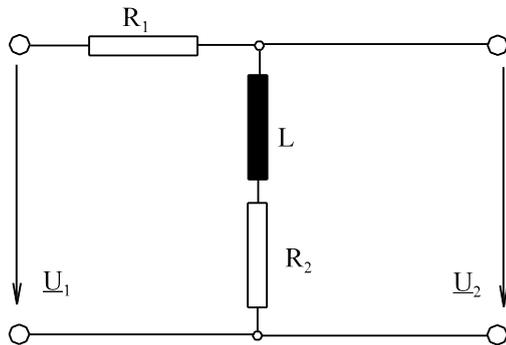
Für das obere Netzwerk ist ein eindeutig lösbares Gleichungssystem mit Hilfe der Maschen- und Knotenanalyse (Anwendung Ohmscher und Kirchhoffscher Gesetze) aufzustellen. Hinweis: Überlegen Sie genau die Anzahl der Unbekannten, die Anzahl der **unabhängigen Zweige** und die Anzahl der aufzustellenden Gleichungen und deren Art.

Aufgabe 5 (7 P)

Stellen Sie das Bode-Diagramm des folgenden Frequenzganges dar:

$$E(j\omega) = 316 \cdot \frac{1 + j \frac{\omega}{300 \text{ s}^{-1}}}{1 + j \frac{\omega}{10^5 \text{ s}^{-1}}}$$

Aufgabe 6 (7 P)



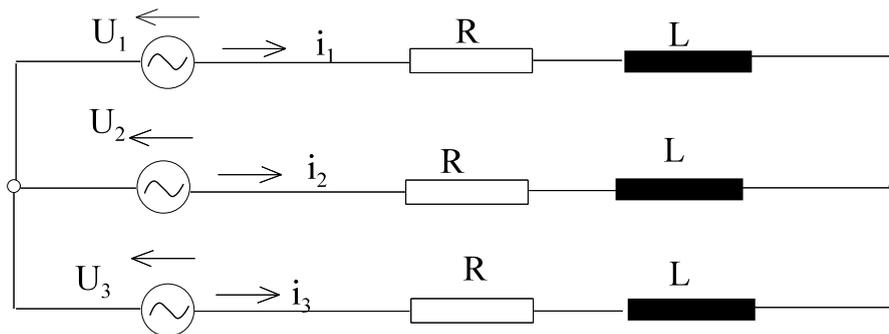
Berechnen Sie den Frequenzgang $F(j\omega)$ in folgender Form:

$$F(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = k \frac{1 + j \left(\frac{\omega}{\omega_{E1}} \right)}{1 + j \left(\frac{\omega}{\omega_{E2}} \right)}$$

Geben sie k , ω_{E1} und ω_{E2} an. Gegebene Daten:

$L = 10 \text{ mH}$ $R_1 = 30 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

Aufgabe 7 (7 P)



In der oberen symmetrischen Sternschaltung eines Drehstromsystems sind zu bestimmen:

- a) Leiterstrom I_L
- b) Scheinleistung S
- c) Wirkleistung P und Blindleistung Q

Gegebene Daten:

$U = 400 \text{ V}$ $R = 40 \Omega$ $L = 0.19 \text{ H}$ $f = 50 \text{ Hz}$

Aufgabe 8 (7 P)

Bestimmen Sie die Spannung U_{12} im elektrostatischen Feld ($\epsilon_r = 4.0$) der Verschiebungsflußdichte D zwischen den zwei Punkten P_1 und P_2 .

$$\vec{D} = 180 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{m}^2} \cdot \begin{pmatrix} \frac{5x}{\text{m}} \\ \frac{7y^2}{\text{m}^2} \\ \frac{8z^3}{\text{m}^3} \end{pmatrix} \quad \vec{P}_1 = \begin{pmatrix} 0.5 \text{ m} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} 2 \text{ m} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 1

$$i_4(t) = 0.7268 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 82.41^\circ)$$

$$u_4(t) = 102.9 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 37.41^\circ)$$

$$P_4 = 26.45 \text{ W}$$

$$Q_4 = 26.45 \text{ var}$$

Aufgabe 2

$$u_4(t) = 40 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 135^\circ)$$

Aufgabe 3

$$i_6(t) = 10 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$$

Aufgabe 4

$$z = 7$$

$$k = 4$$

$$\Rightarrow 3 \text{ Knotengleichungen}$$

$$4 \text{ Maschengleichungen}$$

Aufgabe 5

Aufgabe 6

$$k = 0.25$$

$$\omega_{E1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$\omega_{E2} = 4 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$$

Aufgabe 7

a) $I_L = 3.214 \text{ A}$

b) $S = 2227 \text{ VA}$

c) $Q = 1850 \text{ var}$

$$P = 1240 \text{ W}$$

Aufgabe 8

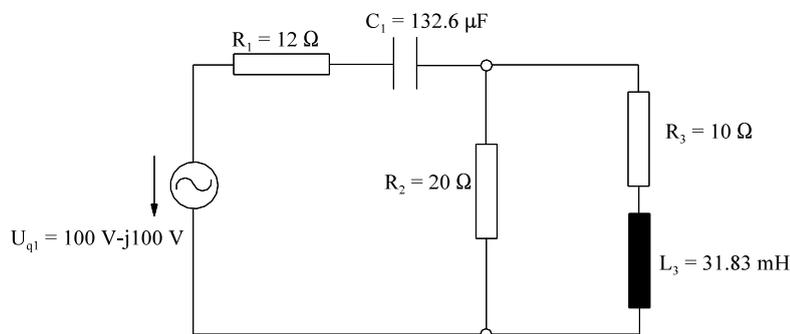
$$U_{12} = 422 \text{ V}$$

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 60 Punkte

Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften. Die evtl. automatische Lösung eines Gleichungssystems mit dem Taschenrechner wird nicht akzeptiert, hier sollen Verfahren wie z.B. Cramer-Regel oder Gaußscher Algorithmus verwendet werden.

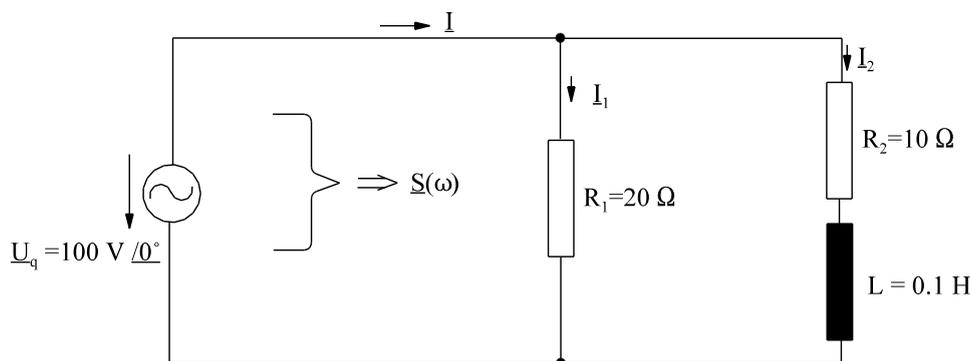
!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1 (15 P)



Berechnen Sie u.a. mit Hilfe der komplexen Leistung die Wirk- und Blindleistung im Zweig 3 des oben dargestellten Netzwerkes bei einer Frequenz von $f = 50$ Hz. **Hinweis:** Bei korrekter Lösung ergeben sich für komplexe Zahlen in kartesischer Form glatte Zahlenwerte.

Aufgabe 2 (7 P)

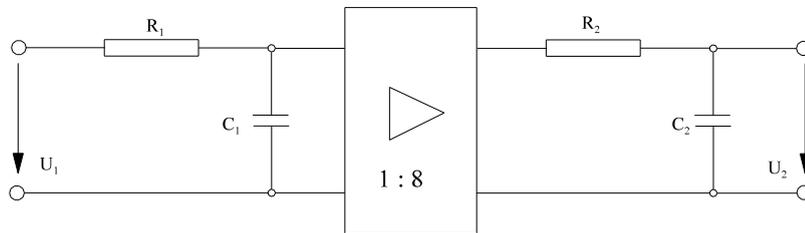


Gesucht ist die Ortskurve $\underline{S}(\omega)$ der komplexen Leistung der Quelle in Abhängigkeit der Kreisfrequenz ω nach oberer Schaltung. Dazu sollen in Einzelschritten die folgenden physikalischen Ortskurven in separaten komplexen Ebenen dargestellt werden:

- Ortskurve $\underline{Z}_2(\omega)$ des Widerstandes aus R_2 und L .
- Ortskurve $\underline{Y}_2(\omega)$ des Leitwertes aus R_2 und L .
- Ortskurve $\underline{I}_2(\omega)$ des Stromes durch R_2 und L .
- Ortskurve $\underline{I}(\omega)$ des Stromes der Quelle.
- Ortskurve $\underline{S}(\omega)$ der komplexen Leistung der Quelle.

Kennzeichnen Sie in jeder Ortskurve drei signifikante Kreisfrequenzen.

Aufgabe 3 (3 P)



$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ $C_1 = 0.25 \mu\text{F}$
 $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ $C_2 = 4 \text{ nF}$

Geben Sie den Frequenzgang $\underline{F}(j\omega) = \underline{U}_2/\underline{U}_1$ der oberen Schaltung in einer möglichst übersichtlich normierten Form an, damit dieser im Bodediagramm darstellbar ist. Die Darstellung im Bodediagramm soll an dieser Stelle nicht erfolgen. Welche Funktion hat die obere Schaltung? **Hinweis** : Bekanntes muß nicht extra hergeleitet werden. Das Ergebnis kann (bis auf die Berechnung zweier einfacher Werte) ohne Berechnung angegeben werden.

Aufgabe 4 (5 P)

a) Stellen Sie den Frequenzgang

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{3162 * j \frac{\omega}{\omega_{e2}}}{\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_{e1}}\right) * \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_{e2}}\right)} \quad \text{mit} \quad \omega_{e1} = 10^5 \text{ s}^{-1} \quad \text{und} \quad \omega_{e2} = 10 \text{ s}^{-1}$$

im Bodediagramm dar.

b) Welche Funktion hat der obere Frequenzgang?

c) Bestimmen Sie praktisch (nicht mathematisch) die Grenzfrequenz(en) des oberen Frequenzganges.

Hinweis 1 : Bekanntes muß nicht extra hergeleitet werden.

Hinweis 2 : Die Konstruktion des Bodediagrammes sollte abschnittsweise mit Geraden erfolgen.

Aufgabe 5 (5 P)

In einem elektrischen Strömungsfeld ist nur eine x-Abhängigkeit des Potentials vorhanden. Im Leiter ist eine konstante Stromdichte in x-Richtung von $J_x = 10 \text{ A/mm}^2$ vorhanden. Der Leiter weist hat einen x abhängigen spezifisch Widerstand von

$$\varphi(x) = 4 \text{ } \Omega\text{mm} \left(\frac{x}{1 \text{ cm}} \right)$$

auf. Bei $x = 0$ beträgt das Potential $\varphi_0 = 100 \text{ V}$. Berechnen Sie das Potential φ_{30} bei $x = 30 \text{ mm}$.

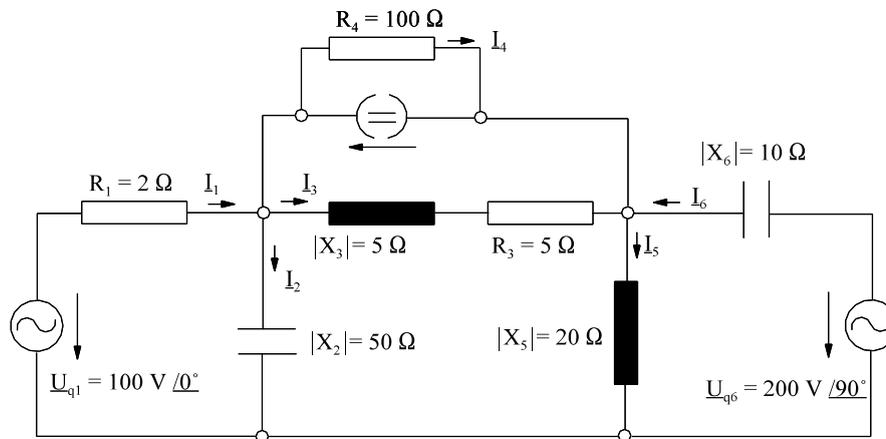
Aufgabe 6 (5 P)

In einem Koaxialkabel der Länge $l = 3.5 \text{ m}$ mit dem Innenradius $r_1 = 0.1 \text{ mm}$ und dem Außenradius $r_2 = 0.3 \text{ mm}$ wird das Potential wie folgt bestimmt:

$$\varphi(r) = 10 \text{ V} * \ln\left(\frac{r}{1 \text{ mm}}\right) \quad r_1 < r < r_2$$

Wie groß ist die Ladung auf den Koaxial-Leiterflächen? Das Dielektrikum weist eine Dielektrizitätskonstante von $\epsilon_R = 3$ auf.

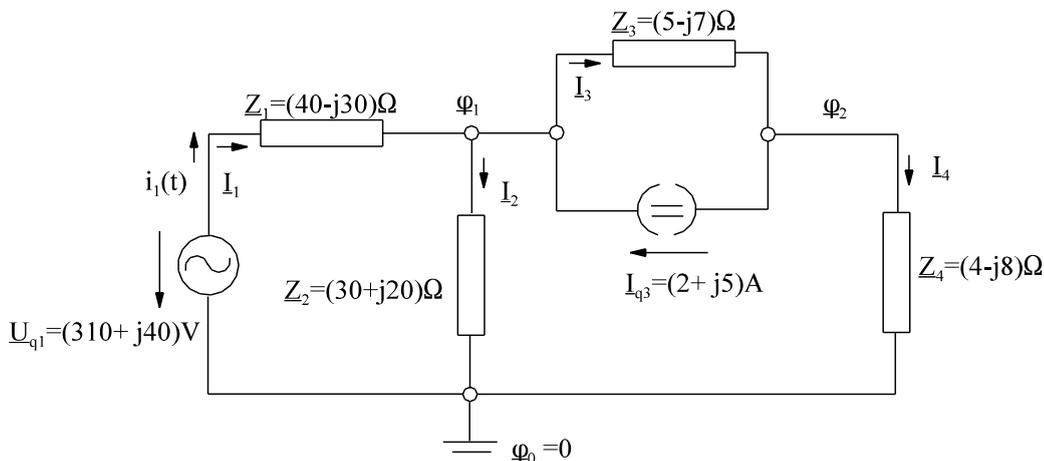
Aufgabe 7 (13 P)



Das obere Netzwerk ist mit Hilfe des Knotenpunkt-Potential-Verfahrens zu untersuchen.

- Stellen Sie für die erforderliche Anzahl von komplexen Potentialen das Gleichungssystem in allgemeiner Form (ohne Zahlenwerte, nur mit R , X , I_q und U_q) auf. **Hinweise:** Die Angabe von Zwischengrößen ist hierbei erlaubt. Achten Sie bei allen Angaben auf die Vorzeichen.
- Geben Sie das komplexe Gleichungssystem mit Zahlenwerten an. **Hinweis:** Bei evtl. parallelen Elementen verringert eine Zusammenfassung die Bearbeitungszeit.
- Überführen Sie das komplexe Gleichungssystem in ein reelles Gleichungssystem mit Zahlenwerten.

Aufgabe 8 (7 P)



Das obere Netzwerk wird mit Hilfe des Knotenpunkt-Potential-Verfahrens untersucht. Nach Aufstellen und Lösen des Gleichungssystems ergeben sich die folgenden Werte :

$$\begin{aligned} \varphi_1^{re} &= 60 \text{ V} & \varphi_1^{im} &= 40 \text{ V} \\ \varphi_2^{re} &= -16 \text{ V} & \varphi_2^{im} &= 28 \text{ V} \end{aligned}$$

- Berechnen Sie die komplexen Ströme I_2 , I_3 und I_4 in allgemeiner Form (ohne Zahlenwerte) in Abhängigkeit der in der Aufgabenstellung gegebenen Werte und der vier Lösungswerte.
- Ermitteln Sie den Zeitverlauf des Stromes $i_1(t)$ mit Zahlenwerten.

Hinweis: Bei korrekter Lösung ergeben sich für komplexe Zahlen in kartesischer Form glatte Zahlenwerte.

Aufgabe 1 $P_3 = 100 \text{ W}$

$Q_3 = 100 \text{ Var}$

Aufgabe 2 $\omega_e = 100 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 3

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{8}{\left(1 + j \frac{\omega}{\omega_{e1}}\right) \left(1 + j \frac{\omega}{\omega_{e2}}\right)}$$

$\omega_{e1} = 2000 \text{ s}^{-1}$

$\omega_{e2} = 50000 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 4

b) Bandpass mit Verstärkung.

c) $f_{gr1} = 15.9 \cdot 10^3 \text{ Hz}$

$f_{gr2} = 1.59 \text{ Hz}$

Aufgabe 5 $\varphi_{30} = -1700 \text{ V}$

Aufgabe 6 $Q = 5.84 \cdot 10^{-9} \text{ As}$

Aufgabe 7

Aufgabe 8

a) $\underline{I}_2 = \frac{\varphi_{1re} + j\varphi_{1im}}{\underline{Z}_2}$

$$\underline{I}_3 = \frac{(\varphi_{1re} - j\varphi_{2re}) + j(\varphi_{1im} - j\varphi_{2im})}{\underline{Z}_3}$$

$$\underline{I}_4 = \frac{\varphi_{2re} + j\varphi_{2im}}{\underline{Z}_4}$$

b) $\underline{I}_1 = (4 + j3 \text{ A}) = 5 \text{ A} \angle 36.87^\circ$

$i_1(t) = 7.07 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 36.87^\circ)$

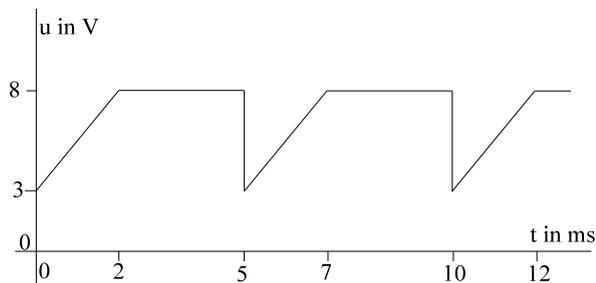
zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 46 Punkte

Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften. Die evtl. automatische Lösung eines Gleichungssystems mit dem Taschenrechner wird nicht akzeptiert, hier sollen (wenn überhaupt notwendig) Verfahren wie z.B. Cramer-Regel oder Gaußscher Algorithmus verwendet werden.

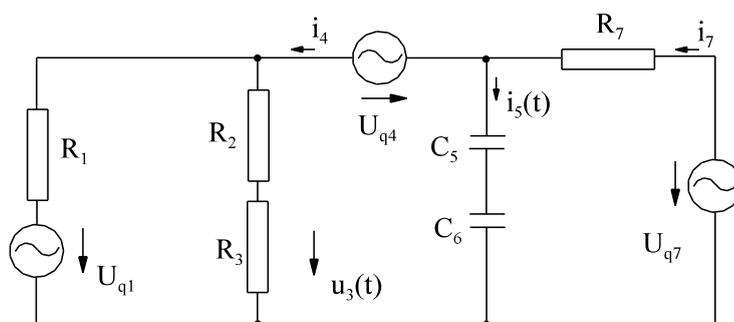
!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1 (5 P)

Berechnen Sie den arithmetischen Mittelwert \bar{u} und der Effektivwert U der unten dargestellten Funktion.



Aufgabe 2 (7 P)



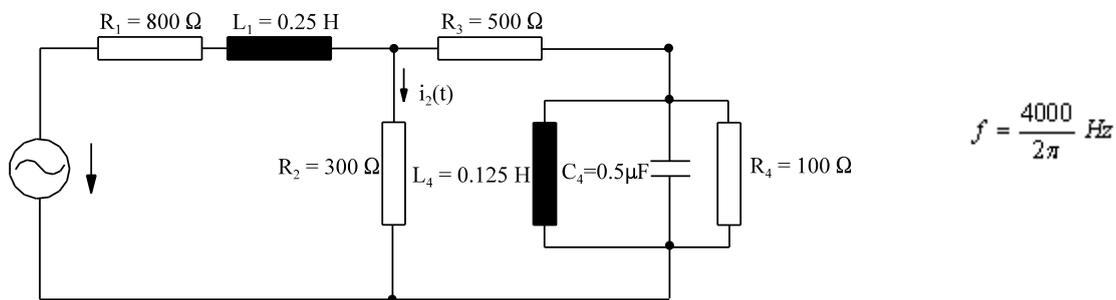
$$f = \frac{5000}{2\pi} \text{ Hz}$$

Bei der oberen Schaltung ist nur der Zeitverlauf des Stromes $i_5(t)$ zu berechnen. Die gegebenen Daten:

- | | |
|-----------------------|---|
| $R_1 = 40 \Omega$ | $u_{q1}(t) = 400 \text{ V} \cdot \sin(\omega t)$ |
| $R_2 = 60 \Omega$ | |
| $R_3 = 20 \Omega$ | $u_3(t) = 80 \text{ V} \cdot \sin(\omega t)$ |
| | $u_{q4}(t) = 120 \text{ V} \cdot \sin(\omega t)$ |
| $C_5 = 3 \mu\text{F}$ | |
| $C_6 = 6 \mu\text{F}$ | |
| $R_7 = 50 \Omega$ | $u_{q7}(t) = 300 \text{ V} \cdot \sin(\omega t) + 100 \text{ V} \cdot \cos(\omega t)$ |

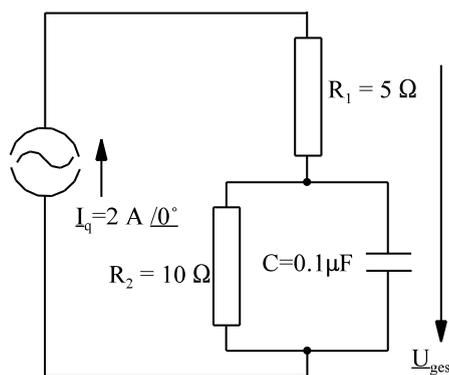
Hinweis: Die Aufgabe sieht aufwendig aus. Die Berechnung erfordert aber wenig Aufwand. Eine komplette Lösung wäre viel zu aufwendig. Achtung: Die Spannung $u_3(t)$ ist schon gegeben.

Aufgabe 3 (11 P)



Berechnen Sie für das oben dargestellte Netzwerk den Zeitverlauf des Stromes $i_2(t)$. **Hinweis:** Aufgrund eines Sonderfalles ist komplexe Rechnung nicht sehr umfangreich. Die Berechnung kann daher mit einem einfachen Taschenrechner erfolgen.

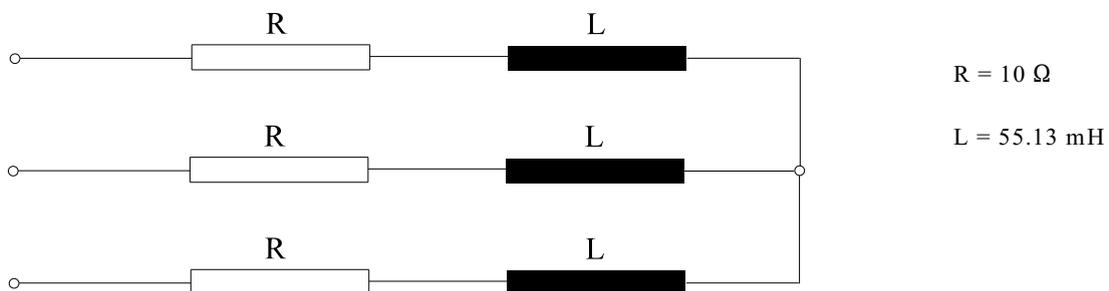
Aufgabe 4 (5 P)



Die Ortskurve mit der (Kreis-)Frequenz als Parameter der komplexen Gesamtspannung der links dargestellten Schaltung soll konstruiert werden. Geben Sie (wenn möglich) in jeder Skizze einer Ortskurve die Werte für $f = 0$ ($\omega = 0$), $f = f_c$ ($\omega = \omega_c$) und $f \rightarrow \infty$ ($\omega \rightarrow \infty$) an. Bestimmen Sie den Wert für f_c bzw. ω_c .

- Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{Y}_2 .
- Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{Z}_2 .
- Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{Z}_{ges} .
- Skizzieren Sie die Ortskurve von \underline{U}_{ges} .

Aufgabe 5 (3 P)



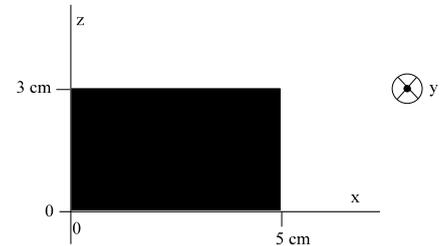
Die obere symmetrische Sternschaltung wird an ein 400 V/50 Hz-Netz angeschlossen. Hinweis: Beachten Sie, an welcher Stelle 400 V anliegen. Berechnen Sie:

- Scheinleistung S
- Wirkleistung P
- Blindleistung Q

Aufgabe 6 (5 P)

In einem elektrischen Strömungsfeld mit $\kappa = 0.8 \text{ A/Vm}$ beträgt die Feldstärke

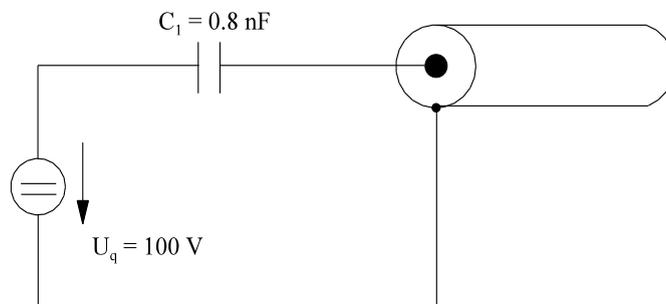
$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 10 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \\ 20 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \\ 30 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \end{pmatrix}$$



Berechnen Sie den Strom durch die Fläche in z-x-Ebene mit den folgenden Begrenzungen:

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 & x_2 &= 5 \text{ cm} \\ z_1 &= 0 & z_2 &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Aufgabe 7 (5 P)



Eine Gleichspannungsquelle von $U_q = 100 \text{ V}$ wird laut obiger Skizze über eine Kapazität von $C_1 = 0.8 \text{ nF}$ an ein unbelastetes Koaxialkabel angeschlossen. Die Daten der Leitung:

- $r_1 = 0.6 \text{ mm}$ Innenradius
- $r_2 = 1.6 \text{ mm}$ Außenradius
- $l = 5 \text{ m}$ Leiterlänge
- $\epsilon_r = 3.8$ Dielektrizitätskonstante des Isolators

- a) Berechnen Sie die Ladungen Q_1 (auf C_1) und Q_L (auf der Leitung), die auf den jeweiligen Kapazitäten gespeichert werden.
- b) Berechnen Sie die gesamte gespeicherte Energie W_{ges} .

Aufgabe 8 (5 P)

In einem elektrostatischen Feld mit der Dielektrizitätskonstanten $\epsilon_r = 4.2$ weist die Verschiebungsflußdichte die folgende Funktion auf:

$$\vec{D} = 0.4 \cdot 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2} * \begin{pmatrix} -2x / 1\text{cm} \\ -3y / 1\text{cm} \\ 5z / 1\text{cm} \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die Spannung U_{21} zwischen den Punkten:

$$\vec{P}_1 = \begin{pmatrix} 1\text{cm} \\ 2\text{cm} \\ 3\text{cm} \end{pmatrix} \quad \text{und} \quad \vec{P}_2 = \begin{pmatrix} 1\text{cm} \\ 2\text{cm} \\ 5\text{cm} \end{pmatrix}$$

Aufgabe 1

$\vec{u} = 7V$ $U = 7.165 V$

Aufgabe 2

$i_{56}(t) = 2 A \cdot \cos(\omega t)$

Aufgabe 3

$i_2(t) = 13.3 \text{ mA} \cos(\omega t - 45^\circ)$

Aufgabe 4

$\omega_e = 10^6 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 5

- a) $S = 8 \text{ kVA}$
 - b) $P = 4 \text{ kW}$
 - c) $Q = 6.93 \text{ kvar}$
-

Aufgabe 6

$I = 2.4 A$

Aufgabe 7 (5 P)

- a) $Q_1 = Q_L = 45.92 \cdot 10^{-9} \text{ As}$
 - b) $W_{\text{ges.}} = 2.296 \mu\text{Ws}$
-

Aufgabe 8

$U_{21} = -4302 V$

zugelassene Hilfsmittel : alle eigenen, Literatur.
 Dauer/Punkte : 120 min / 57 Punkte

Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Jedes Blatt ist mit Name, Matrikel-Nr. und Seite zu beschriften. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Für jede Aufgabe ist ein neues Blatt zu verwenden. Die Rückseite ist nicht zu beschriften. Die evtl. automatische Lösung eines Gleichungssystems mit dem Taschenrechner wird nicht akzeptiert, hier sollen (wenn überhaupt notwendig) Verfahren wie z.B. Cramer-Regel oder Gaußscher Algorithmus verwendet werden.

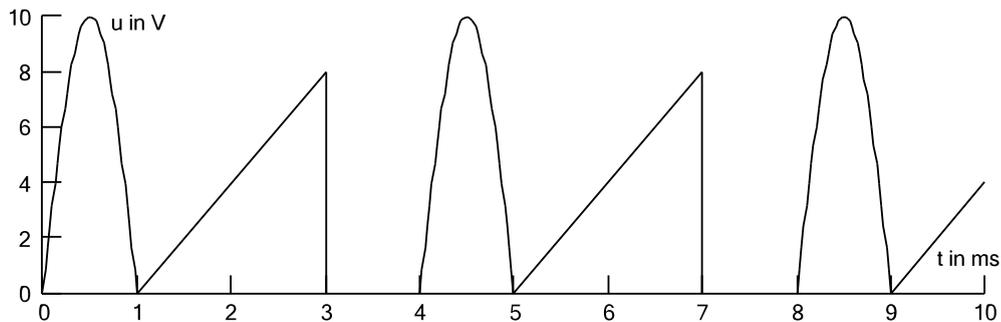
!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Aufgabe 6	Aufgabe 7	Aufgabe 8	Summe	Note
/5 P	/13 P	/5 P	/5 P	/4 P	/9 P	/7 P	/9 P	/57 P	

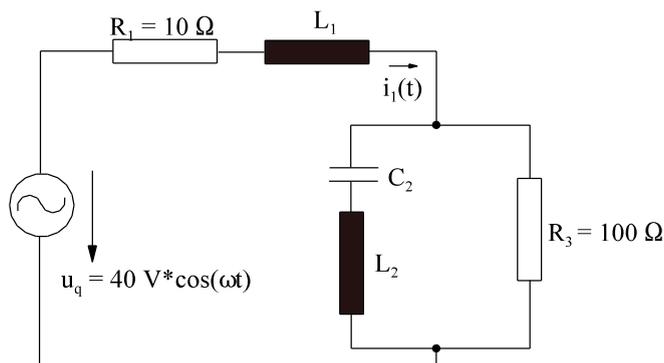
Aufgabe 1 (5 P)

Berechnen Sie den Effektivwert U des unten dargestellten Signals. Im Bereich $0 < t < 1 \text{ ms}$ ist das Signal sinusförmig.

Hinweis: Es spart Bearbeitungszeit, wenn bekannte Werte verwendet werden.



Aufgabe 2 (13 P)



Bestimmen Sie in der links dargestellten Schaltung nur den Strom $i_1(t)$ in der folgenden Form:

$$L_1 = \frac{130}{2\pi} \text{ mH}$$

$$L_2 = \frac{300}{2\pi} \text{ mH}$$

$$C_2 = \frac{2.5}{2\pi} \mu\text{F}$$

$$i(t) = \hat{i} * \cos(\omega t + \varphi)$$

$$f = 1 \text{ kHz}$$

Aufgabe 3 (5 P)

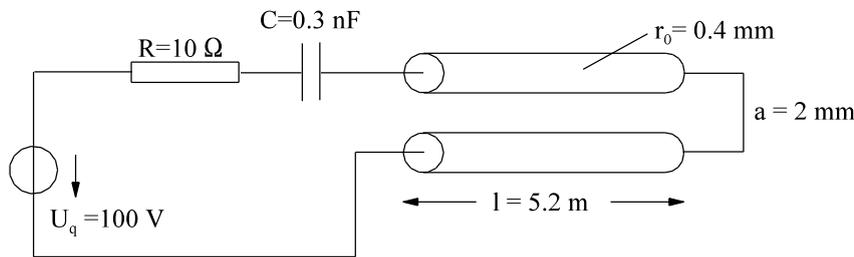
In einem Feld ($\epsilon_r = 3$) ist folgendes Potenzial vorhanden:

$$\varphi(x, y, z) = 300V \frac{x}{1\text{mm}} - 700V \frac{y}{1\text{mm}} + 800V \frac{z}{1\text{mm}}$$

Bestimmen Sie die Energie, die im Quader mit den folgenden Begrenzungen gespeichert ist:

$$\begin{array}{lll} x_1 = 0 & y_1 = 0 & z_1 = 0 \\ x_2 = 7 \text{ cm} & y_2 = 8 \text{ cm} & z_2 = 5 \text{ cm} \end{array}$$

Aufgabe 4 (5 P)



Ein Zweidrahtleiter mit den Daten

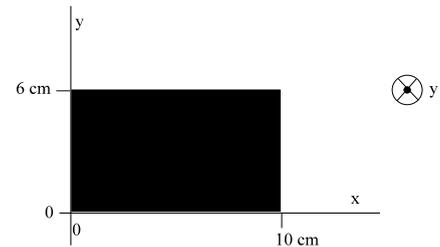
- $l = 5.2 \text{ m}$ Leiterlänge
- $r_0 = 0.4 \text{ mm}$ Leiterradius
- $a = 2 \text{ mm}$ Leiterabstand

wird laut obiger Skizze in Reihe an eine Spannungsquelle $U_q = 100 \text{ V}$, einen Widerstand $R = 10 \text{ Ohm}$ und einen zusätzliche Kondensator $C = 0.3 \text{ nF}$ verschaltet. Bei dem Zweidrahtleiter kann mit $\epsilon_r = 1$ gerechnet werden. Bestimmen Sie die gesamte elektrostatische Energie, die in der gesamten Schaltung gespeichert ist.

Aufgabe 5 (4 P)

In einem elektrischen Strömungsfeld mit $\kappa = 2.5 \text{ A/Vm}$ beträgt die Feldstärke

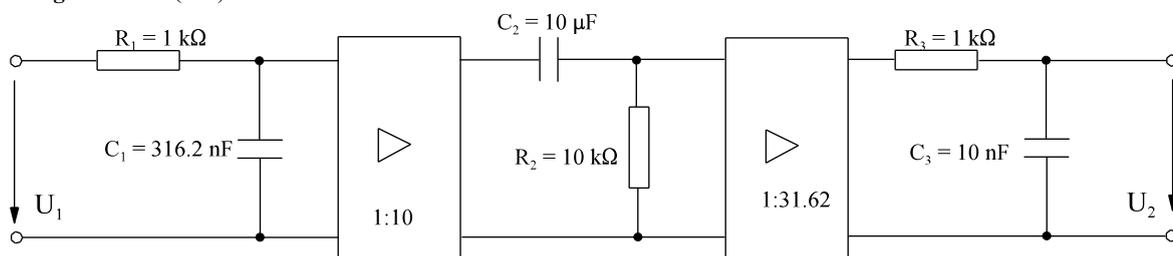
$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 40 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \\ 50 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \\ 60 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \end{pmatrix}$$



Berechnen Sie den Strom durch die Fläche in x-y-Ebene mit den folgenden Begrenzungen:

- $x_1 = 0$ $x_2 = 10 \text{ cm}$
- $y_1 = 0$ $y_2 = 6 \text{ cm}$

Aufgabe 6 (9 P)



Der Frequenzgang

$$\underline{F}(j\omega) = \frac{U_2}{U_1}$$

der oberen Schaltung soll im Bodediagramm dargestellt werden.

Hinweis 1: Bekannte Übertragungsglieder müssen nicht hergeleitet werden.

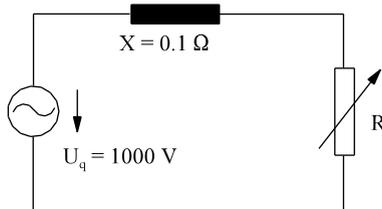
Hinweis 2: Die Darstellung mit Abschnitten von Geraden ist ausreichend.

Aufgabe 7 (7 P)

In der Elektrowärme wird der Wirkwiderstand variiert, siehe untere Skizze. Die Frequenz ist mit $f = 50$ Hz konstant. Die Leistungs-Ortskurve (der Quelle)

$$\underline{S}(R) = P + jQ$$

ist zu konstruieren.

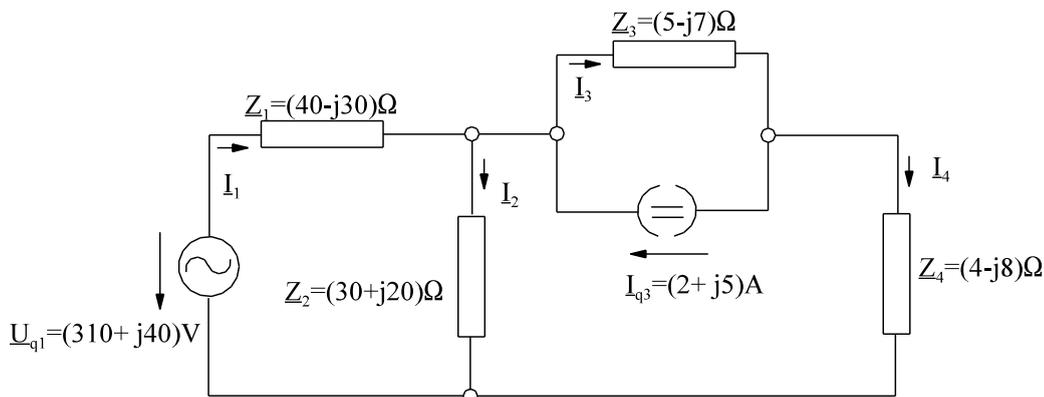


Die einzelnen Aufgaben:

- Skizzieren Sie die Ortskurve des komplexen Widerstandes $\underline{Z}(R)$.
- Skizzieren Sie die Ortskurve des komplexen Leitwertes $\underline{Y}(R)$.
- Skizzieren Sie die Ortskurve des komplexen Stromes $\underline{I}(R)$.
- Skizzieren Sie die Ortskurve der komplexen Leistung $\underline{S}(R)$ der Spannungsquelle.
- Lesen Sie aus der Ortskurve ab, bei welchem Widerstand R_{\max} die Wirkleistung P_{\max} wird. Wie groß ist P_{\max} ? Geben Sie bei jeder Ortskurve drei signifikante Werte von R an.

Hinweis: Im Normalfall wird bei der Ortskurvendarstellung die Frequenz f (Kreisfrequenz ω) als Parameter aufgetragen; hier wird der Widerstand variiert.

Aufgabe 8 (9 P)



Das obere Netzwerk soll mit Hilfe von Maschen- und Knotenanalyse (Auswertung Ohmscher und Kirchhoffscher Gesetze) untersucht werden.

- Stellen Sie das Matrix-Gleichungssystem in allgemeiner Form auf.
- Geben Sie das Gleichungssystem mit komplexen Zahlen in Matrizenform an.
- Geben Sie ein reelles Gleichungssystem mit Zahlen in Matrizenform an.

Das Gleichungssystem ist **nicht** zu lösen.

Aufgabe 1

$$U = 4.81$$

Aufgabe 2

$$i_1(t) = 0.4 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 53.13^\circ)$$

Aufgabe 3

$$W = 4.54 \text{ mWs}$$

Aufgabe 4

$$W = 0.387 \text{ } \mu\text{Ws}$$

Aufgabe 5

$$I = 90 \text{ A}$$

Aufgabe 6

Tiefpass $\omega_{e1} = 3163 \text{ s}^{-1}$

Hochpass $\omega_{e2} = 10 \text{ s}^{-1}$

Tiefpass $\omega_{e3} = 10^5 \text{ s}^{-1}$

Gesamtverstärkung $F_4 = 316.2$

$$F_{4\text{dB}} = 50 \text{ dB}$$

zugelassene Hilfsmittel : Taschenrechner,
 40 Seiten eigene Formelsammlung EG1,
 40 Seiten eigene Formelsammlung EG2,
 10 Seiten sonstige Formelsammlung

Dauer/Punkte : 120 min / 54 Punkte

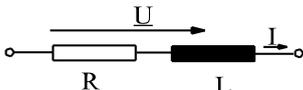
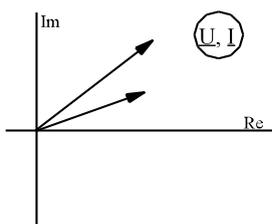
Ergebnisse sind auf drei Stellen Genauigkeit zu berechnen, dazu Zwischenergebnisse auf vier Stellen berechnen. Berechnungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren. Ergebnisse sind doppelt zu unterstreichen. Die Bearbeitungsreihenfolge ist beliebig. Die Berechnung ist auf dem Blatt der Aufgabenstellung zu dokumentieren. Falls Sie ein weiteres Blatt verwenden, bitte auf dem Blatt der Aufgabenstellung notieren. Die Rückseite ist nicht zu beschriften.
!!! Achtung !!! Achten Sie auf Einheiten !!!

Name:	Matr.-Nr.	Note
-------	-----------	------

Fragen	Aufg. A1	Aufg. A2	Aufg. A3	Aufg. A4	Aufg. A5	Aufg. A6	Aufg. A7	Aufg. A8	Summe
/6 P	/5 P	/9 P	/7 P	/7 P	/5 P	/5 P	/5 P	/5 P	/54 P

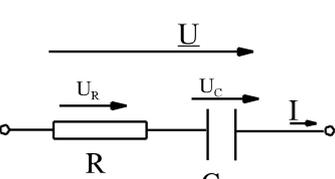
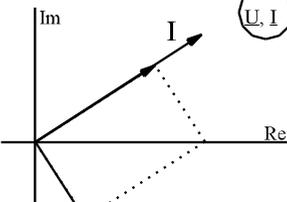
!!!! Hinweis: Bei der Beantwortung der Fragen zählen falsche Antworten auch als Minuspunkte !!!!

Frage 6.5.D

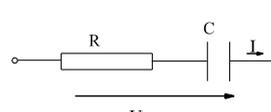
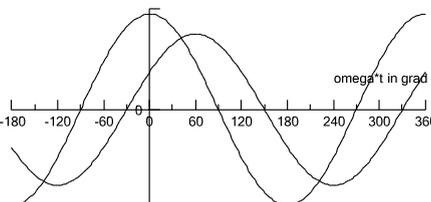
Was ist \underline{U} und was ist \underline{I}

Frage 6.5.G

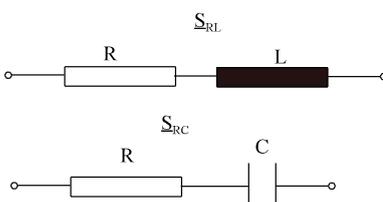
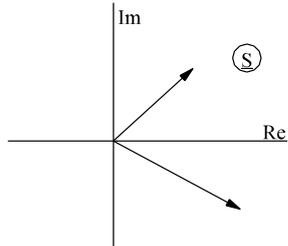
Kennzeichnen Sie \underline{U}_R und \underline{U}_C Skizzieren Sie \underline{U}

Frage 6.5.O

Kennzeichnen Sie $u(t)$ und $i(t)$

Frage 6.5.Q

Kennzeichnen Sie \underline{S}_{RC} und \underline{S}_{RL}

Auswahlfrage Die folgenden Behauptungen sind :		richtig	falsch
AF.8.5.A	Die Flächenladungsdichte		
	* wird mit Q bezeichnet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* wird mit σ bezeichnet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	* wird mit D bezeichnet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* hat als Einheit Ladung pro Fläche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	* gibt die tatsächlichen Ladungen pro Fläche im Dielektrikum an	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* gibt gedachte Ladungen pro Fläche im Dielektrikum an	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
* gibt die tatsächliche Ladungen pro Fläche an dem Platten an	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
AF.8.5.B	Die Verschiebungsflussdichte		
	* wird mit Q bezeichnet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* wird mit σ bezeichnet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* wird mit D bezeichnet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	* hat als Einheit Ladung pro Fläche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	* gibt die tatsächlichen Ladungen pro Fläche im Dielektrikum an	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	* gibt gedachte Ladungen pro Fläche im Dielektrikum an	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
* gibt die tatsächliche Ladungen pro Fläche an dem Platten an	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Aufgabe 1: (5 P)

In einem elektrostatischen Feld ist das Potenzial

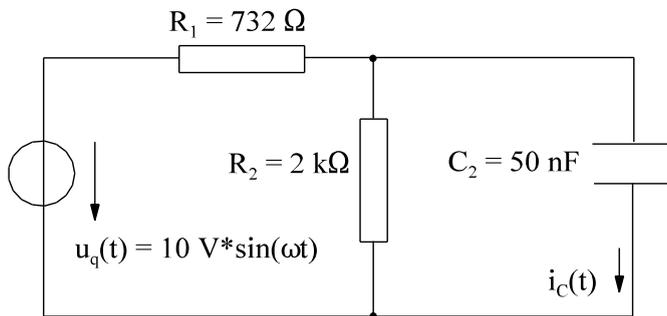
$$\varphi = 800 \frac{\text{V}}{\text{cm}} * [6x + 18y + 9z]$$

vorhanden. Geben Sie die elektrostatische Energie an, die im Volumen eines Quaders mit $\epsilon_r = 4$ und den Begrenzungen

$$\begin{array}{lll} x_1 = 2 \text{ cm} & y_1 = 3 \text{ cm} & z_1 = 4 \text{ cm} \\ x_2 = 6 \text{ cm} & y_2 = 8 \text{ cm} & z_2 = 10 \text{ cm} \end{array}$$

gespeichert ist.

Aufgabe 2: (9 P)



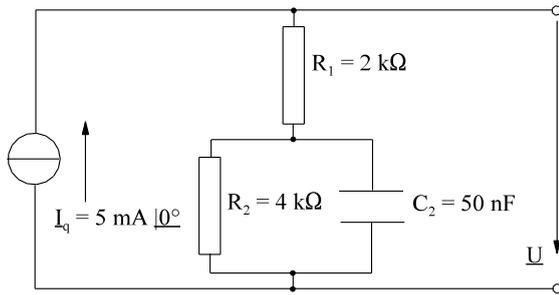
Bestimmen Sie bei einer Frequenz

$$f = \frac{10^4}{2\pi} \text{ Hz}$$

nur den Strom $i_C(t)$ der dargestellten Schaltung in der Form:

$$i_C(t) = \hat{i}_C \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

Aufgabe 3: (7 P)



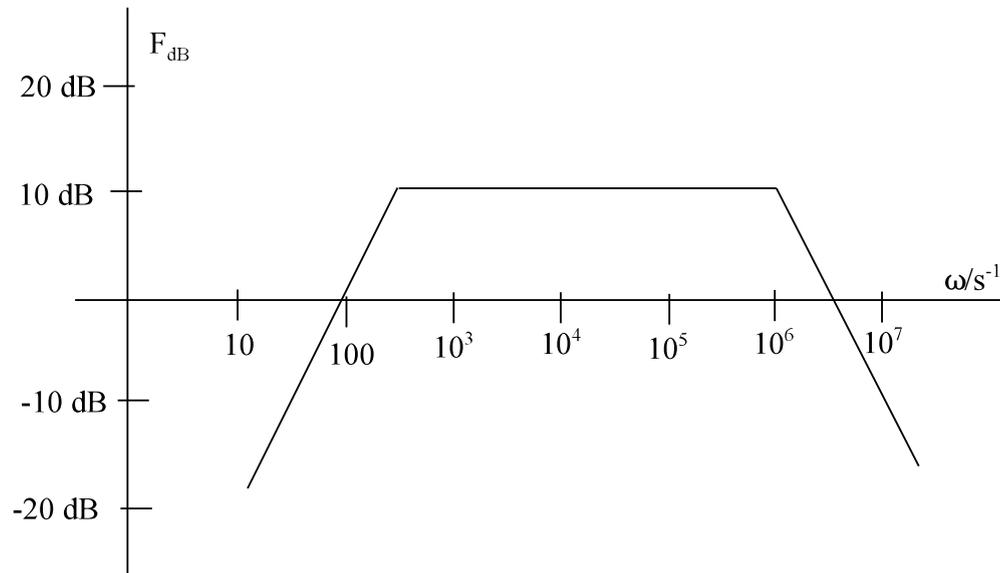
Für die dargestellte Schaltung ist die Ortskurve der Spannung $\underline{U}(\omega)$ mit der Frequenz als Parameter zu konstruieren. Dazu sind folgende Ortskurven darzustellen:

- komplexer Leitwert $\underline{Y}_2(\omega)$ der Elemente R_2 und C_2 ,
- komplexer Widerstand $\underline{Z}_2(\omega)$ der Elemente R_2 und C_2 ,
- komplexer Gesamtwiderstand $\underline{Z}_{12}(\omega)$ der Elemente R_1 , R_2 und C_2 und
- gesuchte Ortskurve $\underline{U}(\omega)$.

Kennzeichnen Sie bei jeder Ortskurve drei signifikante ω -Werte.

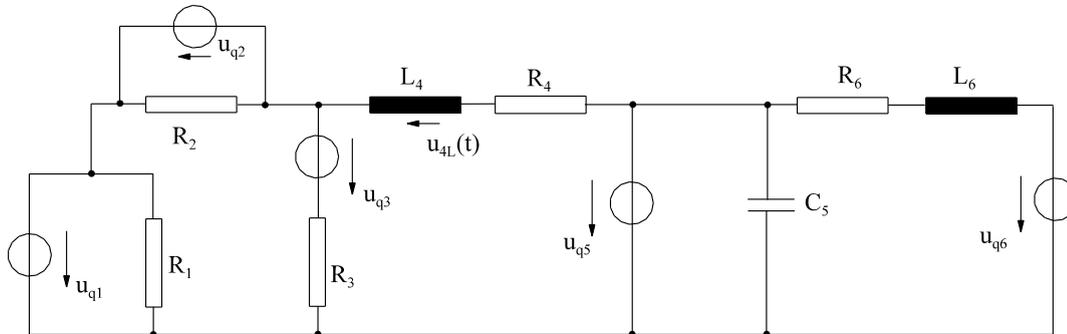
Aufgabe 4: (7 P)

Eine Schaltung hat den im Bodediagramm unten dargestellten Betragsgang $\underline{F}(j\omega) = \frac{\underline{U}_2}{\underline{U}_1}$. Geben Sie eine mögliche Schaltung an, mit den Werten der Bauelemente. Vervollständigen Sie das Bodediagramm.



Aufgabe 5: (5 P)

Im folgenden Netzwerk ist nur die Spannung $u_{4L}(t)$ zu bestimmen. **Hinweis:** Bei Anwendung bestimmter Regeln ist der Aufwand relativ gering. Die Berechnung ohne Taschenrechner ist möglich, aber nicht zu empfehlen. Geben Sie $u_{4L}(t)$ in der Form $u_{4L}(t) = \hat{u}_{4L} * \cos(\omega t + \varphi)$ an.



Gegeben Daten:

$u_{q1}(t) = 5 \text{ V} * \sin(\omega t)$

$u_{q2}(t) = -5 \text{ V} * \cos(\omega t)$

$u_{q3}(t) = 7.07 \text{ V} * \cos(\omega t + 135^\circ)$

$u_{q5}(t) = 7.07 \text{ V} * \cos(\omega t + 45^\circ)$

$u_{q6}(t) = 2.5 \text{ V} * \sin(\omega t)$

$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 3 \text{ k}\Omega$

$R_3 = 4 \text{ k}\Omega$

$R_4 = 1 \text{ k}\Omega$

$R_6 = 5 \text{ k}\Omega$

$L_4 = 20 \text{ mH}$

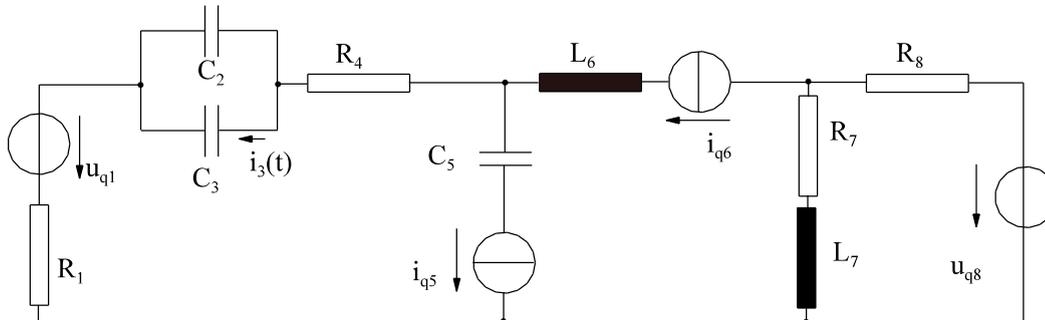
$C_5 = 30 \text{ nF}$

$L_6 = 40 \text{ mH}$

$$f = \frac{50 * 10^3}{2\pi} \text{ Hz}$$

Aufgabe 6: (5 P)

Im folgenden Netzwerk ist nur der Strom $i_3(t)$ zu bestimmen. **Hinweis:** Bei Anwendung bestimmter Regeln ist der Aufwand relativ gering. Die Berechnung ohne Taschenrechner ist möglich, aber nicht zu empfehlen. Geben Sie $i_3(t)$ in der Form $i_3(t) = \tilde{i}_3 * \cos(\omega t + \varphi)$ an.



Gegebene Daten des Netzwerks:

$R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ $u_{q1}(t) = 10 \text{ V} * \cos(\omega t)$

$C_2 = 20 \text{ nF}$

$C_3 = 30 \text{ nF}$

$R_4 = 4 \text{ k}\Omega$

$C_5 = 40 \text{ nF}$ $i_{q5}(t) = 14.14 \text{ mA} * \cos(\omega t - 45^\circ)$

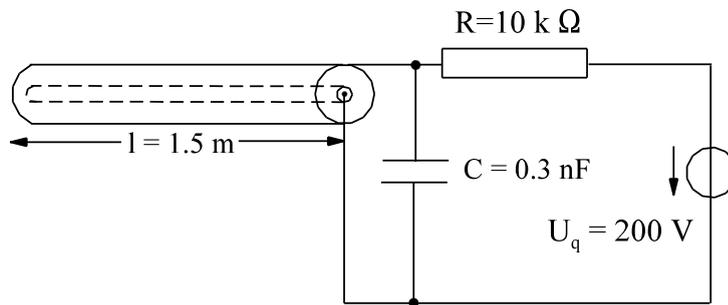
$L_6 = 40 \text{ mH}$ $i_{q6}(t) = 14.14 \text{ mA} * \cos(\omega t + 45^\circ)$

$R_7 = 5 \text{ k}\Omega$ $L_7 = 20 \text{ mH}$

$R_8 = 6 \text{ k}\Omega$ $u_{q8}(t) = 20 \text{ V} * \sin(\omega t)$

$$f = \frac{1000}{2\pi} \text{ Hz}$$

Aufgabe 7: (5 P)



Ein leerlaufendes Koaxialkabel mit den Daten

$l = 1.5 \text{ m}$ Leiterlänge

$r_i = 0.6 \text{ mm}$ Leiterinnenradius

$r_a = 2.1 \text{ mm}$ Leiternaussenradius

wird laut obiger Skizze in Reihe an eine Spannungsquelle $U_q = 200 \text{ V}$, an einen Widerstand $R = 10 \text{ k}\Omega$ und an einen zusätzlichen Kondensator $C = 0.3 \text{ nF}$ verschaltet. Das Dielektrikum weist eine Dielektrizitätskonstante von $\epsilon_r = 4$ auf. Bestimmen Sie die elektrostatische Energie, die in der **gesamten** Schaltung außerhalb der Spannungsquelle gespeichert ist.

Aufgabe 8: (5 P)

In einem elektrischen Strömungsfeld eines Leiters mit der elektrischen Leitfähigkeit $\kappa = 4 \text{ S/m}$ beträgt das elektrische Potential:

$$\varphi = 20 \frac{\text{V}}{\text{cm}} [2x + 3y + 4z]$$

Berechnen Sie den Strom I durch die Fläche (liegt in der y - z -Ebene) mit den folgenden Begrenzungen:

$$x_1 = 0 \text{ cm}$$

$$y_1 = 0 \text{ cm}$$

$$z_1 = 3 \text{ cm}$$

$$x_2 = 0 \text{ cm}$$

$$y_2 = 0 \text{ cm}$$

$$z_2 = 5 \text{ cm}$$

Aufgabe 1:

$$W = 5.997 \text{ mWs}$$

Aufgabe 2:

$$i_C(t) = 3.54 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t - 15^\circ)$$

Aufgabe 3:

Aufgabe 4:

Aufgabe 5:

$$u_{4L}(t) = 10 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 90^\circ)$$

Aufgabe 6:

$$i_3(t) = 12 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 90^\circ)$$

Aufgabe 7:

$$W = 11.32 \text{ } \mu\text{Ws}$$

Aufgabe 8:

$$I = -25.6 \text{ A}$$



Ergebnisse zu Grundlagen der Elektrotechnik II (EG II)

für Studierende des 2. Semesters

Fachhochschule
Oldenburg/Ostfriesland/**Wilhelmshaven**

Prof. Dr.-Ing. H. Ahlers

Ergebnisse zu Kap. 6.1 bis Kap. 6.3	2
Ergebnisse zu Kap. 6.4	2
Ergebnisse zu Kap. 6.5	3
Ergebnisse zu Kap. 6.6	4
Ergebnisse Lösungen zu Kap. 6.7	5
Ergebnisse zu Kap. 6.8	5
Ergebnisse zu Kap. 6.9	6
Ergebnisse zu Kap. 7	7
Ergebnisse zu Kap. 8	8

Ergebnisse zu Kap. 6.1 bis Kap. 6.3

Aufgabe 6.3.A:

a) $\hat{u} = 4 \text{ V}$ $\varphi = 45^\circ$ $u(t) = 4 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$

b) $\underline{u}(t) = 4 \text{ V} \cdot e^{j(\omega t + 45^\circ)}$

d) $\underline{u} = 4 \text{ V} \cdot e^{j45^\circ}$

f) $U = 2.83 \text{ V}$ $\underline{U} = 2.83 \text{ V} / 45^\circ$

h) $T = 40 \text{ } \mu\text{s}$

i) $f = 25 \text{ kHz}$

j) $\omega = 157 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$

Aufgabe 6.3.B

a) $f = 500 \text{ kHz}$

b) $\omega = 3.14 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$

d) $I = 14.1 \text{ mA}$ $\hat{i} = 20 \text{ mA}$ $\hat{i} = 20 \text{ mA} / -120^\circ$

f) $u(t) = 20 \text{ mA} \cdot e^{j(\omega t - 120^\circ)}$

g) $u(t) = 20 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t - 120^\circ)$

Aufgabe 6.3.C:

$\underline{u}_1(t) = 4 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$ $\underline{u}_2(t) = 10 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 60^\circ)$

a) $\underline{u}_3(t) = \underline{u}_1(t) + \underline{u}_2(t)$ $\underline{u}_3(t) = 9.76 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 36.89^\circ)$

b) $u_4(t) = u_1(t) - u_2(t)$ $u_4(t) = 11.7 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 100.7^\circ)$

Aufgabe 6.3.D

$T = 10 \text{ } \mu\text{s}$

$f = 100 \text{ kHz}$

$\omega = 628 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$

$i_3(t) = 20 \text{ } \mu\text{A} \cdot \cos(\omega t - 30^\circ)$

Aufgabe 6.3.E

$i_1(t) = 20 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t - 120^\circ)$

$u_1(t) = 28.3 \text{ V} \cdot \cos(\omega t)$

$u_4(t) = 20 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 135^\circ)$

Aufgabe 6.3.F:

a) $u_1(t) = 10 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 30^\circ)$

$u_4(t) = 10 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 150^\circ)$

$i_1(t) = 28.3 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t - 45^\circ)$

$i_3(t) = 20 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 180^\circ)$

Ergebnisse zu Kap. 6.4

Aufgabe 6.4.A

$\bar{u}_1 = U_A = U_1 = 7.2 \text{ V}$

$\bar{u}_2 = U_B = U_2 = 2.4 \text{ V}$

$\bar{u} = 6 \text{ V}$

$U = 6.35 \text{ V}$

$|\bar{u}| = \bar{u} = 6 \text{ V}$ (weil nur positives Signal)

Aufgabe 6.4.B

$\bar{u} = 4.8 \text{ V}$

$|\bar{u}| = \bar{u} = 4.8 \text{ V}$ (weil nur positives Signal)

$U = 4.996 \text{ V}$

Aufgabe 6.4.C

$\bar{u} = 4.8 \text{ V}$

$|\bar{u}| = \bar{u} = 4.8 \text{ V}$ (weil nur positives Signal)

$U = 5.091 \text{ V}$

Aufgabe 6.4.D

$\bar{u} = 1 \text{ V} = \bar{U}_{DC}$

$U = 1.528 \text{ V}$

Bereich 1:

$|\bar{u}| = 1.5 \text{ V}$

Anteil 3/4

$0 \leq t \leq t = 3 \text{ ms}$

Bereich 2:

$|\bar{u}| = 0.5 \text{ V}$

Anteil 1/4

$3 \text{ ms} \leq t \leq t = 4 \text{ ms}$

$|\bar{u}| = 1.25 \text{ V}$

Aufgabe 6.4.E

$$\bar{u} = U_{DC} = 200V \quad U_1 = 300 V \quad U_3 = 100 V \quad U = 374.2 V$$

$$u(\alpha) = 200 V + \sqrt{2} * 300 V * \cos(\alpha) + \sqrt{2} * 100 V * \cos(3\alpha)$$

Ablese aus Zeitverlauf: $\alpha_0 = 135^\circ$ (Nullstelle)

$$|u| = u(\alpha) \quad \alpha \leq \alpha \leq 135^\circ$$

$$|u| = -u(\alpha) \quad 135^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$$

$$|\bar{u}| = 312.2V$$

Aufgabe 6.4.F

$$\bar{u} = 0 \quad a = \omega t$$

$$u(\alpha) = \sqrt{2} * 30V * \cos(\alpha) + \sqrt{2} * 10V * \cos(3\alpha)$$

$$U_1 = 30 V \quad U_3 = 10 V \quad U = 31.62 V$$

Aus der Skizze ist zuerkennen, dass durch Gleichrichtung vom u(t) sich eine Periode von 90° ergibt:

$$\alpha_{01} = 90^\circ \quad \alpha_{02} = 270^\circ$$

$$|\bar{u}| = 24.01V \quad F_u = 1317 \quad g_u = 0.9488 \quad k_u = 0.316$$

Ergebnisse zu Kap. 6.5

Aufgabe 6.5.A

$$i(t) = 14.1 A \cos(\omega t - 50^\circ) \quad \hat{u} = 141 V \quad \hat{i} = 14.1 A \quad U = 100 V$$

$$I = 10 A \quad \varphi_u = \varphi_i = -50^\circ \quad \varphi = 0^\circ \quad \underline{U} = 100 V / -50^\circ$$

$$\underline{I} = 10 A / -50^\circ \quad \underline{Z} = 10 \Omega \quad \underline{S} = 1000 VA + j0 \quad P = 1000 W$$

$$Q = 0$$

Aufgabe 6.5.B

$$i(t) = 2 A * \cos(314 \omega t - 20^\circ) \quad \omega = 314 s^{-1} \quad F = 50 Hz$$

$$\underline{Z} = 62.8 \Omega / 90^\circ \quad \hat{i} = 2 A / -20^\circ \quad \hat{u} = 126V / 70^\circ$$

$$u(t) = 126 * \cos(\omega t + 70^\circ) \quad \hat{u} = 126 V \quad U = 89.1 V$$

$$I = 1.41 A \quad \varphi_u = 70^\circ \quad \varphi_i = -20^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ \quad \underline{U} = U / \varphi_u = 89.1 V / 70^\circ \quad \underline{I} = 1.41 A / -20^\circ$$

$$\underline{S} = 0 + j126 var \quad P = 0 \quad Q = 126 var$$

Aufgabe 6.5.C

$$\omega = 6280 s^{-1} \quad \varphi_u = 30^\circ \quad \hat{u} = 14.1 V / 30^\circ$$

$$U = 10 V \quad \underline{U} = 10 V / 30^\circ \quad X = -79.62 \Omega$$

$$\underline{Z} = 79.62 \Omega / -90^\circ \quad \underline{I} = 0.1256 A / 120^\circ \quad I = 0.126 A$$

$$\varphi_i = 120^\circ \quad \varphi = -90^\circ \quad \hat{i} = 0.178 A$$

$$i(t) = 0.178 A * \cos(\omega t + 120^\circ) \quad \underline{S} = (0 - j1.26) VA \quad P = 0 \quad Q = -1.26 var$$

Aufgabe 6.5.D

$$X = 157.1 \Omega \quad \underline{Z} = 186.2 \Omega / 57.52^\circ \quad \underline{I} = 0.5370 A / -57.52^\circ$$

$$I = 0.5370 A \quad \hat{i} = 0.759 A \quad \underline{U}_R = 53.70 V / -57.52^\circ$$

$$\hat{u}_R = 75.9 V \quad \underline{U}_L = 84.36 V / 32.48^\circ \quad \hat{u}_L = 119 V$$

$$u_R(t) = 75.9 V * \cos(314 t/s - 57.52^\circ) \quad u_L(t) = 119 V * \cos(314 t/s + 32.48^\circ)$$

$$i(t) = 0.759 A * \cos(314 t/s - 57.52^\circ)$$

$$\underline{S} = (28.8 + j45.3) VA \quad P = 28.8 W \quad Q = 45.3 var$$

Aufgabe 6.5.E

$$\underline{U} = 14.1 V / -62.05^\circ$$

Aufgabe 6.5.F

$$\hat{u} = 10 V \quad U = 7.07 V \quad \underline{U} = 7.07 V / 60^\circ$$

$$\hat{i} = 5 mA \quad I = 3.54 mA \quad \underline{I} = 3.54 mA / 15^\circ$$

$$\underline{S} = (17.7 + j17.7) mVA \quad P = 17.7 mW \quad Q = 17.7 mvar \quad S = 25 mVA$$

Aufgabe 6.5.G

$$i(t) = 70.7 mA * \cos(\omega t - 45^\circ) \quad u_R(t) = 7.07 V * \cos(\omega t - 45^\circ) \quad u_L(t) = 7.07 V * \cos(\omega t + 45^\circ)$$

$$S = 354 mVA \quad P = 250 mW \quad Q = 250 mVar$$

Aufgabe 6.5.H

$S = 50 \text{ mVA}$

$i(t) = 7.07 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 30^\circ)$

$P = 43.3 \text{ mW}$

$u_R(t) = 12.2 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 30^\circ)$

$Q = -25 \text{ mVar}$

$u_C(t) = 7.07 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 60^\circ)$

Aufgabe 6.5.I

$u_1(t) = 3.66 \text{ V} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + 30^\circ)$

$i_1(t) = 0.707 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 30^\circ)$

$S_1 = 1.88 \text{ VA}$

$S_2 = 3.54 \text{ VA}$

$S_3 = 5 \text{ VA}$

$S_q = 5 \text{ VA}$

$i_2(t) = 0.707 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 60^\circ)$

$P_1 = 1.88 \text{ W}$

$P_2 = 2.5 \text{ W}$

$P_3 = 0$

$P_q = 4.33 \text{ W}$

$u_2(t) = 10 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 15^\circ)$

$i_3(t) = 1 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 75^\circ)$

$Q_1 = 0$

$Q_2 = 2.5 \text{ var}$

$Q_3 = -5 \text{ var}$

$Q_q = -2.5 \text{ var}$

Aufgabe 6.5.J

$u_1(t) = 8.48 \text{ V} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + 0^\circ)$

$i_1(t) = 20 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 0^\circ)$

$\underline{S}_1 = 0.12 \text{ W} + j0$

$\underline{S}_2 = 0.08 \text{ W} + j0.08 \text{ var}$

$\underline{S}_3 = 0 - j0.08 \text{ var}$

$\underline{S}_q = 0.2 \text{ W} + j0$

$i_2(t) = 28.3 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t - 45^\circ)$

$S_1 = 0.12 \text{ VA}$

$S_2 = 0.1131 \text{ VA}$

$S_3 = 0.08 \text{ VA}$

$S_q = 0.2 \text{ VA}$

$u_2(t) = 5.66 \text{ V} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t + 0^\circ)$

$i_3(t) = 20 \text{ mA} \cdot \cos(\omega t + 90^\circ)$

$P_1 = 0.12 \text{ W}$

$P_2 = 0.08 \text{ W}$

$P_3 = 0$

$P_q = 0.2 \text{ W}$

$Q_1 = 0$

$Q_2 = 0.08 \text{ var}$

$Q_3 = -0.08 \text{ var}$

$Q_q = 0$

Aufgabe 6.5.K

$f = 919 \text{ Hz}$

Aufgabe 6.5.L

$R = 400 \Omega$

$X = 300 \Omega$

$L = 9.55 \text{ mH}$

Aufgabe 6.5.M

$R = 13.3 \text{ k}\Omega$

$X = 419 \text{ k}\Omega$

$L = 33.3 \text{ mH}$

Aufgabe 6.5.N

$\omega_1 = 2000 \text{ s}^{-1}$

$f_1 = 318 \text{ Hz}$

$\omega_2 = 1220 \text{ s}^{-1}$

$f_2 = 194 \text{ Hz}$

Ergebnisse zu Kap. 6.6

Aufgabe 6.6.1.A

$u_4(t) = 40 \text{ V} \cdot \cos(\omega t + 135^\circ)$

Aufgabe 6.6.1.B

$\hat{u}_5 = 140 \text{ V} \angle -90^\circ$

$u_5(t) = 140 \text{ V} \cdot \cos(\omega t - 90^\circ)$

Aufgabe 6.6.2.A

$i_7(t) = 2.12 \text{ A} \cdot \cos(\omega t - 45^\circ)$

Aufgabe 6.6.2.B

$i_6(t) = 10 \text{ A} \cdot \cos(\omega t + 45^\circ)$

Aufgabe 6.6.3.A

$B_x = \omega \cdot C_x = \frac{R_3}{R_1} \cdot \omega \cdot C_4$

$C_x = 50 \text{ nF}$

Aufgabe 6.6.3.B

$X_x = \omega \cdot L_x = \omega \cdot C_2 \cdot R_1 \cdot R_3$

$L_x = 0.25 \text{ H}$

Aufgabe 6.6.4.A

$C = 381 \mu\text{F}$

Aufgabe 6.6.4.B

$S_1 = 100 \text{ VA}$

$S_2 = 55.56 \text{ VA}$

$P_1 = P_2 = 50 \text{ W}$

$Q_2 = 24.22 \text{ var}$

$Q_1 = 86.6 \text{ var}$

$C = 4.10 \mu\text{F}$

Aufgabe 6.6.5.A

a) $R = 10 \Omega$

$X = -20 \Omega$

b) $\underline{Z} = \underline{Z}_i = 10\Omega + j20\Omega$

$R = 10 \Omega$

$X = 20 \Omega$

c) $P_{\max} = 250 \text{ W}$

d) $Z = 22.36 \Omega$

$S_{\max} = 112 \text{ VA}$

Aufgabe 6.8.4.B

$$\begin{aligned} \underline{I}_1 &= (0 + j3)A \\ \underline{I}_2 &= (5 + j0)A \\ \underline{I}_3 &= (2 + j4)A \\ \underline{I}_4 &= (-5 + j3)A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_1 &= (60 + j30) V \\ \underline{U}_2 &= (100 - j60) V \\ \underline{U}_3 &= (400 + j100) V \\ \underline{U}_4 &= (-300 + j160) V \end{aligned}$$

$$u_1(t) = 94.9 V \cdot \cos(\omega t + 26.57^\circ)$$

Aufgabe 6.8.5.B

$$\begin{aligned} \underline{I}_1 &= (0 + j3)A \\ \underline{I}_2 &= (5 + j0)A \\ \underline{I}_4 &= (-5 + j3)A \\ \underline{I}_{3H} &= (-5 + j3)A \\ \underline{I}_{3H} &= \underline{I}_3 - \underline{I}_{q3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{U}_1 &= (60 + j30) V \\ \underline{U}_2 &= (100 - j60) V \\ \underline{U}_3 &= (400 + j100) V \\ \underline{U}_4 &= (-300 + j160) V \\ \underline{I}_3 &= (2 + j4)A \end{aligned}$$

Aufgabe 6.8.7.A

$$\underline{I}_3 = (4 + j0)A$$

Aufgabe 6.8.7.B

$$I_q = 3 \text{ mA } \angle -45^\circ$$

Aufgabe 6.8.8.A

$$\underline{I}_4 = (-5 + j3)A$$

Aufgabe 6.8.9.A

$$\underline{I}_2 = (2 + j3)A$$

Aufgabe 6.8.10.A

$$\underline{I}_4 = (-5 + j3)A$$

Aufgabe 6.8.10.B

$$P_{\max} = 6 \text{ mW}$$

Aufgabe 6.8.11.A

72	-12	0	-44	-16	0
-12	102	-40	-16	46	-80
0	-40	60	0	-80	90
44	16	0	72	-12	0
16	-46	80	-12	102	-40
0	80	-90	0	-40	60

mS

*

φ_1^{re}
φ_2^{re}
φ_3^{re}
φ_1^{im}
φ_2^{im}
φ_3^{im}

=

3.28
23.32
-14.6
-5.04
0.84
2

A

Aufgabe 6.8.11.B

$$\begin{aligned} \underline{I}_1 &= (1 + j3)A \\ \underline{I}_4 &= (7 + j5)A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_2 &= (2 - j4)A \\ \underline{I}_5 &= (13.7 + j3.2)A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_3 &= (6 + j2)A \\ \underline{I}_6 &= (-1 - j3)A \end{aligned}$$

Ergebnisse zu Kap. 6.9

Aufgabe 6.9.3.A

$$S = 32.00 \text{ kVA}$$

$$P = 19.20 \text{ kW}$$

$$Q = 25.60 \text{ kVar}$$

$$I_1 = 46.19 \text{ A}$$

$$\underline{I}_1 = 46.19 \text{ A } \angle -53.15^\circ$$

$$\underline{I}_2 = 46.19 \text{ A } \angle -173.13^\circ$$

$$\underline{I}_3 = 46.19 \text{ A } \angle -293.13^\circ$$

Aufgabe 6.9.3.B

$$\underline{I}_1 = 119.5 \text{ A } \angle -53.13^\circ$$

$$\underline{I}_{12} = 69.00 \text{ A } \angle -23.13^\circ$$

$$\underline{I}_2 = 119.5 \text{ A } \angle -173.13^\circ$$

$$\underline{I}_{23} = 69.00 \text{ A } \angle -143.13^\circ$$

$$\underline{I}_3 = 119.5 \text{ A } \angle -293.13^\circ$$

$$\underline{I}_{31} = 69.00 \text{ A } \angle -263.13^\circ$$

$$S = 142.8 \text{ kVA}$$

$$P = 85.68 \text{ kW}$$

$$Q = 114.2 \text{ kVar}$$

Aufgabe 6.9.3.C

$$\underline{I}_{12} = 10A \angle 30^\circ$$

$$\underline{I}_{23} = 10A \angle 180^\circ$$

$$\underline{I}_{31} = 10A \angle -120^\circ$$

$$\underline{I}_1 = 19.32 \text{ A } \angle 45^\circ$$

$$\underline{I}_2 = 19.32 \text{ A } \angle -165^\circ$$

$$\underline{I}_3 = 10 \text{ A } \angle -60^\circ$$

Hier Sonderfall, weil $\underline{I}_{12} = \underline{I}_{23} = \underline{I}_{31}$

=>

$$S_{12} = S_{23} = S_{31} = 7.6 \text{ kVA}$$

$$\underline{S}_{12} = 7.6 \text{ kVA}$$

$$\underline{S}_{23} = j7.6 \text{ kVA}$$

$$\underline{S}_{31} = -j7.6 \text{ kVA}$$

$$S = 7.6 \text{ kW} + j0$$

$$P = 7.6 \text{ kW}$$

$$Q = 0$$

Aufgabe 6.9.3.D

$$\underline{I}_1 = 11.55 \text{ A } /30^\circ$$

$$P_1 = 2310 \text{ W}$$

$$P_2 = 2667 \text{ W}$$

$$P_3 = 1334 \text{ W}$$

$$\underline{I}_2 = 11.55 \text{ A } /-120^\circ$$

$$Q_1 = -1334 \text{ var}$$

$$Q_2 = 0$$

$$Q_3 = 2310 \text{ var}$$

$$\underline{I}_3 = 11.55 \text{ A } /60^\circ$$

$$\underline{I}_0 = 11.55 \text{ A } /30^\circ$$

$$S = 6311 \text{ W} + j976 \text{ Var}$$

Ergebnisse zu Kap. 7**Ergebnisse zu Abschnitt 7.3**

Aufgabe 7.3.A: $I = 75 \text{ mA}$

Ergebnisse zu Abschnitt 7.4**Aufgabe 7.4.A**

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 20 \\ 3 \\ 50 \end{pmatrix} \frac{\text{V}}{\text{mm}}$$

Aufgabe 7.4.B

$$\vec{E} = - \begin{pmatrix} \frac{20\text{V}}{\text{cm}^3} * z^2 + \frac{70\text{V}}{\text{cm}^3} * y * z \\ \frac{70\text{V}}{\text{cm}^3} * x * z \\ \frac{40\text{V}}{\text{cm}^3} * x * z + \frac{70\text{V}}{\text{cm}^3} * x * y \end{pmatrix}$$

Aufgabe 7.4.C

$U_{21} = 12 \text{ V.}$

Aufgabe 7.4.D

$U_{21} = 19 \text{ V}$

Aufgabe 7.4.E

$U_{21} = -36 \text{ V}$

Ergebnisse zu Abschnitt 7.6**Aufgabe 7.6.A**

$I = -12 \text{ A}$

Aufgabe 7.6.B:

$\Phi_{40} = -86 \text{ V}$

Ergebnisse zu Abschnitt 7.7**Aufgabe 7.7A**

$V = 120 \text{ cm}^3$

$P = 243 \text{ W}$

Aufgabe 7.7.B

a) $U = 0.25 \text{ V}$

b) $I = 282.8 \text{ A } /-45^\circ$

c) $Z = R + jX$ $R = 0.625 \text{ m}\Omega$ $X = 0.625 \text{ m}\Omega$

d) $P_s = 50 \text{ w}$

e) $R = 0.625 \text{ m}\Omega$

f) $A = 80 \text{ mm}^2$ $10 \text{ mm} \triangleq$ Eindringtiefe

Ergebnisse zu Abschnitt 7.9**Aufgabe 7.9.A**

$R = 33.0 \Omega$

Ergebnisse zu Abschnitt 7.10**Aufgabe 7.10.A**

$E_{t2} = E_{t1} = 24 \text{ V/mm}$

$E_{r2} = 20 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$

Aufgabe 7.10.B

$J_{n2} = J_{n1} = 8 \text{ A/mm}^2$

$J_{t2} = 12 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$

Ergebnisse zu Kap. 8**Lösungswege zu Abschnitt 8.6****Aufgabe 8.6.A**

$$a) \quad \vec{E} = - \begin{pmatrix} 5000 \frac{V}{m} \\ 2500 \frac{V}{m} \\ 2000 \frac{V}{m} \end{pmatrix}$$

$$b) \quad \vec{D} = - \begin{pmatrix} 177.1 \\ 88.5 \\ 70.8 \end{pmatrix} * 10^{-9} \frac{As}{m^2}$$

$$c) \quad \Psi_z = -0.106 * 10^{-9} \text{ As}$$

Aufgabe 8.6.B

$$U_{z1} = -4302 \text{ V}$$

Lösungswege zu Abschnitt 8.7**Aufgabe 8.7.A**

$$a) \quad C = 3.542 \text{ nF}$$

$$b) \quad Q = 70.84 * 10^{-9} \text{ As}$$

$$c) \quad \sigma = 1.417 * 10^{-6} \text{ As}$$

$$d) \quad Q = \sigma = 1.417 * 10^{-6} \text{ As} \quad (\text{weil homogenes Feld})$$

$$e) \quad E = 40 * 10^3 \frac{V}{m}$$

$$f) \quad D = 1.417 * 10^{-6} \frac{As}{m^2}$$

$$g) \quad Q = 70.85 * 10^{-9} \text{ As}$$

Aufgabe 8.7.B

$$U_2 = 100 \text{ V}$$

Aufgabe 8.7.C

$$U_2 = 5 \text{ V}$$

Ergebnisse zu Abschnitt 8.8**Aufgabe 8.8.A**

$$a) \quad C = 100 \text{ nF}$$

$$b) \quad C = 16 \text{ nF}$$

Lösungswege zu Abschnitt 8.9**Aufgabe 8.9.A**

$$b) \quad C_{12} = 2.144 \text{ nF}$$

$$C_{1E} = 2.085 \text{ nF}$$

$$C_{\text{ges}} = 4.229 \text{ nF}$$

$$c) \quad \text{Bestimmen sie } \hat{i}, \omega, \varphi_i.$$

$$B_C = 1.329 * 10^{-6} \text{ S}$$

$$\hat{i} = \hat{u}_q * j * B_C$$

$$\hat{u}_q = 325.3V / 30^\circ$$

$$\hat{i} = 0.432 \text{ mA} / 120^\circ$$

$$i(t) = 0.432 \text{ mA} * \cos(\omega t + 120^\circ)$$

Lösungswege zu Abschnitt 8.10**Aufgabe 8.10.A**

$$F = 3370 \text{ N}$$

Aufgabe 8.10.B

$$E = 2 * 10^6 \frac{V}{m}$$

$$F = 8 \text{ N}$$

Lösungswege zu Abschnitt 8.12**Aufgabe 8.12.A**

$$C_{\text{Kabel}} = 0.5618 \text{ nF}$$

$$C_{\text{gesamt}} = 0.7618 \text{ nF} \quad (\text{Parallelschaltung})$$

$$W = 152 * 10^{-9} \text{ Ws}$$

Aufgabe 8.12.B

$$V = 1.26 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W = 9.84 \text{ Ws}$$

Aufgabe 8.12.C

$$A_z = 12 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$W = 0.296 \text{ mWs}$$

Lösungswege zu Abschnitt 8.14**Aufgabe 8.14.A**

$$a) \quad C = 7.969 \text{ nF}$$

$$b) \quad R = 50 * 10^9 \Omega$$

$$c) \quad T = 398.5 \text{ s}$$

$$d) \quad Q = 15.94 * 10^{-6} \text{ As}$$

$$e) \quad W = 15.94 \text{ mWs}$$

$$f) \quad t = 1470 \text{ s}$$

Aufgabe 8.14.B

$$C = 13.28 \text{ nF}, P_V = 167 \text{ W}$$

Ergebnisse zu Abschnitt 8.15**Aufgabe 8.15.A**

a) $u_1(t=0) = 8 \text{ V}$

$u_2(t=0) = 12 \text{ V}$

b) $U_1(t \rightarrow \infty) = 4 \text{ V}$ $U_2(t \rightarrow \infty) = 16 \text{ V}$

Lösungswege zu Abschnitt 8.18

Aufgabe 8.18.A $J_x = -40 \frac{\text{A}}{\text{m}^3} * x$

Aufgabe 8.18.B $\rho = -7083 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^3}$

Lösungswege zu Abschnitt 8.19

Aufgabe 8.19.A $E_{t2} = E_{t1} = 12 \text{ V/cm}$

$E_{r2} = 20 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$

Aufgabe 8.19.B $D_{n2} = D_{n1} = 8 * 10^{-6} \text{ As/mm}^2$

$D_{t2} = 16 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{mm}^2}$

Abschlussaufgabe 8.A

a) $C = 1.728 \text{ nF}$

b) $T = R * C = \rho * \varepsilon$ $R = 2.562 * 10^{12} \Omega$

c) $Q = 34.56 * 10^{-9} \text{ As}$

d) $m = 216 * 10^9$

e) $m' = 487.9 * 10^3 \frac{\text{Elektronen}}{\text{s}}$

f) $P_{AC} = 0.1561 * 10^{-9} \text{ W}$

g) $D_r = 0.5500 * 10^{-9} \frac{\text{As}}{\text{m}} * \frac{1}{r}$

h) $E_r = 12.42 \text{ V} * \frac{1}{r}$

i) $E_{\max} = 31.05 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$

j) j1) $E_1 = 31.05 * 10^3 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$

j2) $E_2 = 6.21 \frac{\text{V}}{\text{mm}}$

j3) $D_1 = 1.375 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

j4) $D_2 = 0.275 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

k) k1) $\sigma_1 = 1.375 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

k2) $\sigma_2 = -0.275 * 10^{-6} \frac{\text{As}}{\text{m}^2}$

l) 11) $\varphi(r) = 12.42 \text{ V} * \ln\left(\frac{r_2}{r}\right)$

12) $\varphi(r) = 20 \text{ V} - 12.42 \text{ V} * \ln\left(\frac{r}{r_1}\right)$

13) $\varphi(r) = 12.42 \text{ V} * \ln\left(\frac{r_2}{r}\right)$

m) $dW = 3.414 * 10^{-9} \frac{\text{Ws}}{\text{m}} * \frac{1}{r^2} * dV$

n) $W = 0.3452 * 10^{-6} \text{ W}$

o) $W = 0.3456 * 10^{-6} \text{ W}$

p) $t_1 = 13.3 * 10^3 \text{ s}$

q) $P_{AC} = 2.17 \text{ mW}$

r) $i(t) = 15.35 \text{ mA} * \cos(\omega t + 89.44^\circ)$