



Klausur
„Grundlagen der Elektrotechnik I“

im Sommersemester 2018

← Bitte kreuzen Sie hier Ihre Matrikelnummer an (von links nach rechts).

<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8
<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9

Vor- und Nachname:
Matrikelnummer:
Unterschrift:

Prüfungsdauer: 120 min

Zugelassene Hilfsmittel:

Schreib- und Zeichenmaterial,
ein einfacher, nicht programmierbarer Taschenrechner

Hinweis zur Klausurbearbeitung:

- Bitte beachten Sie, dass die Klausur beidseitig bedruckt ist.
- Die Klausur besteht aus zwei Teilen: Dem Kurzfragenteil (Aufgabe 1) und den frei zu beantwortenden Fragen (Aufgaben 2-4)
- Für den **Kurzfragenteil** gilt:
 - Die Fragen müssen direkt auf dem Aufgabenpapier gelöst werden.
 - Kreuze in den Feldern deutlich sichtbar eintragen. Falsch gesetzte Kreuze **nicht** mit TippEx korrigieren, sondern das Feld voll ausmalen.
 - Eine unbekannte Anzahl an Antworten ist korrekt, mindestens aber eine.
 - Es muss mindestens ein Kreuz pro Frage gesetzt werden, ansonsten wird die Frage mit 0 Punkten bewertet.
 - Nur durch das Ankreuzen von richtigen Antworten können Punkte erlangt werden.
 - Falsche Antworten führen innerhalb einer Frage zum Punktabzug. **Negative Punkte sind nicht möglich.**
 - Für Notizen, Rechnungen oder ähnliches kann der Klausurbogen verwendet werden. Für die Bewertung sind jedoch ausschließlich die angekreuzten Antworten relevant.



- Für alle Aufgaben gilt:
 - Bitte nicht auf den Rand oder zwischen die Aufgaben schreiben. Es gelten ausschließlich die angekreuzten (Aufgabe 1) oder auf den Klausurbögen (Aufgaben 2-4) gegebenen Antworten.
 - Jede Aufgabe muss auf einer separaten Seite bearbeitet werden.
 - Die Klausur ist mit einem Kugelschreiber in Blau oder Schwarz zu bearbeiten.
 - Lösungen mit Bleistift werden nicht gewertet!
 - **Bitte beachten Sie die verlesenen Prüfungsrichtlinien auf der Rückseite des Klausurbogens.**
 - **Ausfüllen der grau hinterlegten Felder führt zu 0 Punkten bei dieser Aufgabe!**

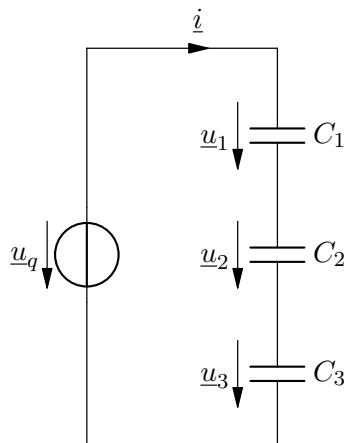


Aufgabe 1: Kurzfragen (32 Punkte)

In den Fragen 1 bis 12 können jeweils maximal 2 Punkte erreicht werden. Bei der korrekten Beantwortung von Frage 13 können 4 Punkte erreicht werden.

Frage 1

Gegeben ist die folgende Schaltung:

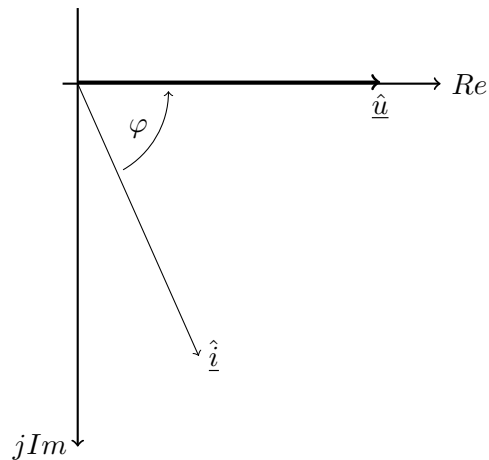


Bestimmen Sie den Wert einer Ersatzgesamtkapazität dieser Schaltung!

- $C_{ges} = \frac{1}{\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)}$
- $C_{ges} = \frac{1}{(C_1 + C_2 + C_3)}$
- $C_{ges} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
- $C_{ges} = C_1 + C_2 + C_3$

**Frage 2**

Die folgende Darstellung zeigt einen Stromzeiger und einen Spannungszeiger an einem unbekanntem Zweipol in der komplexen Ebene.



Was gilt für das Verhältnis von Wirkleistungsaufnahme P zu Blindleistungsaufnahme Q an diesem Zweipol?

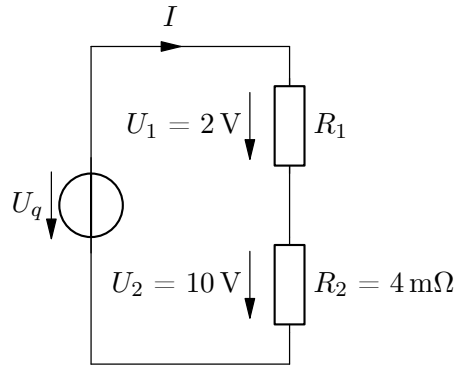
- $-\infty < \frac{P}{Q} < -1$
- $-1 < \frac{P}{Q} < 0$
- $\infty > \frac{P}{Q} > 1$
- $1 > \frac{P}{Q} > 0$

Frage 3 Welche der nachfolgenden Schaltungen passt prinzipiell zu dem in Frage 2 dargestellten Zeigerdiagramm?

- Eine RL-Reihenschaltung.
- Eine Reihenschaltung aus Induktivität und Kapazität.
- Eine RL-Parallelschaltung.
- Eine RC-Reihenschaltung.



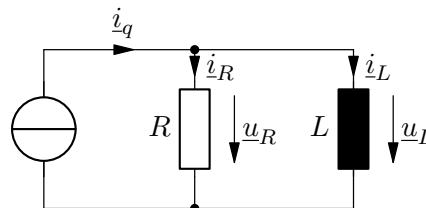
Frage 4 Gegeben ist die Schaltung in der folgenden Abbildung:



Welchen Wert hat der Strom I ?

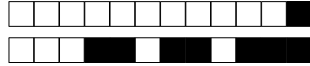
- $I = 40 \text{ kA}$
- $I = 40 \text{ mA}$
- $I = 2,5 \text{ kA}$
- $I = 2,5 \text{ mA}$

Frage 5 Folgende Schaltung sei gegeben:



Welche der nachfolgenden Aussagen über diese Schaltung sowie deren elektrische Größen sind korrekt?

- Liegt die Betriebsfrequenz über der Grenzfrequenz ($\omega > \omega_g$) so fließt der größere Teil des Stroms durch die Induktivität. Der Strom durch die Induktivität zeigt ein Hochpassverhalten.
- Liegt die Betriebsfrequenz unter der Grenzfrequenz ($\omega < \omega_g$) so fließt der größere Teil des Stroms durch die Induktivität. Der Strom durch die Induktivität zeigt ein Tiefpassverhalten.
- Die Ortskurve der Admittanz dieser RL-Parallelschaltung liegt auf einer Geraden, die parallel zur imaginären Achse verläuft.
- Die Ortskurve der Impedanz dieser RL-Reihenschaltung liegt auf einer Geraden, die parallel zur reellen Achse verläuft.



Frage 6 Betrachten Sie noch einmal die Schaltung in Frage 5. Welche der folgenden Zusammenhänge gelten in dieser Schaltung?

- $\underline{Z} = R + j\omega L$
- $\frac{u_R}{u_L} = \frac{j\omega L}{R}$
- $\underline{Y} = \frac{1}{R} - j\frac{1}{\omega L}$
- $\frac{i_R}{i_L} = \frac{j\omega L}{R}$

Frage 7 Was besagt das zweite Kirchhoffsche Gesetz?

- Die Summe aller Spannungen in einer beliebigen Masche verschwindet zu jedem Zeitpunkt.
- Das Produkt der zum Knoten hinfließenden Ströme ist gleich dem Produkt der abfließenden Ströme.
- Die Summe der zum Knoten hinfließenden Ströme ist gleich der Summe der abfließenden Ströme.
- Das Produkt aller Spannungen in einer beliebigen Masche verschwindet zu jedem Zeitpunkt.

Frage 8 Welche Beziehungen gelten für die Impedanz einzelner Elemente in komplexen Wechselspannungssystemen?

- $\underline{Z} = G - jB$
- $\underline{Z} = \frac{1}{\underline{Y}}$
- $\underline{Z} = \frac{1}{G+jB}$
- $\underline{Z} = \frac{1}{R-jX}$

Frage 9 Welche physikalische Größe ist im internationalen Einheitensystem (SI) als einzige Grunddimension der Elektrotechnik festgelegt?

- Die Ladung.
- Die imaginäre Einheit.
- Die Stromstärke.
- Die Spannung.

Frage 10 Welche Aussagen zur technischen bzw. physikalischen Stromrichtung sind korrekt?

- Nur die technische Stromrichtung ist technisch nutzbar. Die physikalische Stromrichtung ist eine nur hypothetisch vorhandene Größe, die häufig in der Physik zur Lösung von Quantengleichungen benötigt wird.
- Die technische Stromrichtung ist der physikalischen Stromrichtung entgegengesetzt.
- Die technische Stromrichtung darf gemäß VDE 0100 nur von staatlich geprüften Technikern festgestellt werden.
- Die technische Stromrichtung verläuft in die gleiche Richtung wie die physikalische Stromrichtung.



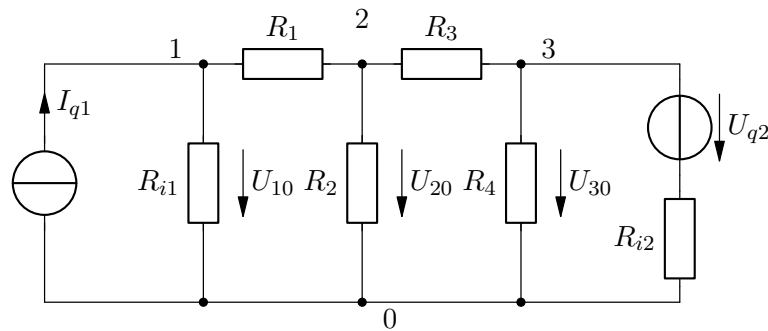
Frage 11 Transformiert man eine Impedanz in eine entsprechende Admittanz so muss man...

- ... den Betrag der Impedanz mit dem Sinus des Phasenwinkels multiplizieren, um den Betrag der Admittanz zu erhalten.
- ... mit dem Betrag der Impedanz eine Inversion am Einheitskreis durchführen, um den Betrag der Admittanz zu erhalten.
- ... das Vorzeichen des Phasenwinkels einfach ändern, da die Transformation winkeltreu ist.
- ... das den Phasenwinkel komplett neu berechnen, da die Transformation nicht winkeltreu ist.

Frage 12 Welches Vorgehen ist beim Maschenstromverfahren von Vorteil?

- Betrachtung von Leitwerten.
- Betrachtung von Widerständen.
- Alle realen Stromquellen sollten in reale Spannungsquellen umgewandelt werden.
- Alle realen Spannungsquellen sollten in reale Stromquellen umgewandelt werden.

Frage 13 Gegeben sei das folgende Netzwerk:



Welches ist die zugehörige Matrix nach dem Maschenstromverfahren?

- $$\begin{pmatrix} R_1 + R_{i1} & -R_1 & 0 \\ -R_1 & R_1 + R_2 + R_3 & -R_3 \\ 0 & -R_3 & R_3 + R_{i2} + R_4 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{q1} \\ 0 \\ G_{i2}U_{q2} \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} G_1 + G_{i1} & -G_1 & 0 \\ -G_1 & G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ 0 & -G_3 & G_3 + G_{i2} + G_4 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{q1} \\ 0 \\ G_{i2}U_{q2} \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} G_1 + G_{i1} & -G_1 & 0 \\ -G_1 & G_1 + G_2 + G_3 & -G_3 \\ 0 & -G_3 & G_3 + G_{i2} + G_4 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{q1} \\ 0 \\ U_{q2} \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} G_1 + G_{i1} & G_1 & 0 \\ G_1 & G_1 + G_2 + G_3 & G_3 \\ 0 & G_3 & G_3 + G_{i2} + G_4 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{q1} \\ 0 \\ G_{i2}U_{q2} \end{bmatrix}$$

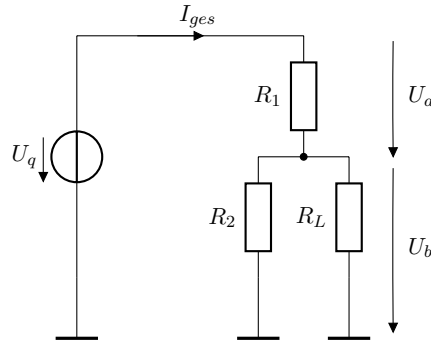


+1/8/53+



Aufgabe 2: Netzwerkberechnung (17 Punkte)

Ein Potentiometer mit dem Gesamtwiderstand $10\text{ k}\Omega$, bestehend aus R_1 und R_2 (Spannungsteiler) liegt an der Spannung $U_q = 100\text{ V}$. Der Lastwiderstand R_L besitzt einen Wert von $800\ \Omega$.



Frage 1 Vereinfachen Sie die Schaltung! Fassen Sie dazu den Lastwiderstand und R_2 zusammen. (1 Punkt)

 a b

Frage 2 Wie können Sie R_1 in Abhängigkeit von R_2 ausdrücken? (2 Punkte)

 a b c

Frage 3 Legen Sie eine Masche entgegengesetzt zu U_q und stellen Sie die dazugehörige Gleichung auf! Lösen Sie die Gleichung nach U_q auf. (2 Punkte)

 a b c

Frage 4 Geben Sie die Spannungen über den Widerständen in Abhängigkeit von I_{ges} an. Drücken Sie damit U_q aus! (2 Punkte)

 a b c

Frage 5 Drücken Sie den Gesamtstrom über U_q aus. Drücken Sie diesen ebenfalls durch U_a und U_b aus. (1 Punkt)

 a b

Frage 6 Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand der Schaltung und setzen Sie diesen in die zuvor aufgestellte Gleichung ein! (1 Punkt)

 a b

Frage 7 Über der Last soll eine Spannung von 40 V abfallen. Um diese Spannung einzustellen soll das Potentiometer genutzt werden. Berechnen sie R_2 . Geben Sie R_1 mit Hilfe des berechneten Wertes an! (3 Punkte)

 a b c d

Falls sie R_2 nicht berechnen konnten, rechnen Sie mit $R_1 = R_2 = 5\text{ k}\Omega$ weiter. Berechnen Sie dazu die neue Ausgangsspannung.



Frage 8 Bestimmen Sie I_{ges} ! (1 Punkt)

 a b

Frage 9 Berechnen Sie I_2 und I_L mit Hilfe der Stromteilerregel! (2 Punkte)

 a b c

Frage 10 Berechnen Sie die von der Quelle abgegebene Leistung! (1 Punkt)

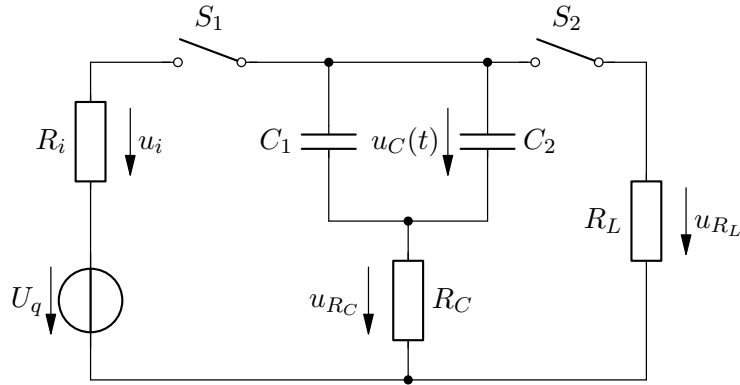
 a b

Frage 11 Stellen Sie eine Gleichung für die Leistung in Abhängigkeit von Widerstand und Strom auf! Berechnen Sie damit jeweils die Leistung, welche über R_2 und R_L abfällt. (1 Punkt)

 a b



Aufgabe 3: Ausgleichsvorgang (26 Punkte)



Gegeben ist die obenstehende Schaltung mit den Widerständen $R_i = 2\Omega$, $R_C = 10\Omega$ und $R_L = 50\Omega$, den Kondensatoren C_1 und C_2 sowie der idealen Spannungsquelle $U_q = 50\text{ V}$. Die Größe der Kapazitäten ist nicht bekannt, man hat jedoch in Messungen herausgefunden, dass C_2 doppelt so groß ist wie C_1 .

Für die Zeit $t < 0$ ist der Schalter S_1 geschlossen während S_2 geöffnet ist. Allgemein gilt: $S_1 \neq S_2$. Die Zeitkonstante beträgt für diesen Zeitbereich $\tau_1 = 1,8\text{ s}$.

Frage 1 Sind die Kondensatoren zum Zeitpunkt $t=0$ vollständig geladen oder vollständig entladen? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 Punkte)

a b c

Frage 2 Bestimmen Sie die Spannung $u_C(t = 0\text{ s})$! (1 Punkt)

a b

Frage 3 Wie groß sind die Kapazitäten C_1 und C_2 ! (3 Punkte)

a b c d

Zum Zeitpunkt $t = 0\text{ s}$ wird die Schalterstellung verändert, sodass Schalter S_2 geschlossen ist während S_1 geöffnet ist.

Frage 4 Bestimmen Sie die Zeitkonstante τ_2 für diese Schalterstellung! (2 Punkte)

a b c

Frage 5 Bestimmen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_{R_L}(t > 0)$! (5 Punkte)

a b c d e f

Frage 6 Sobald sich die Kondensatoren auf 20% ihrer Spannung vom Zeitpunkt $t = 0$ entladen haben, wird die Schalterstellung wieder auf den Anfangszustand zurückgesetzt. Bestimmen Sie den Schaltzeitpunkt t_1 ! (4 Punkte)

a b c d e



+1/12/49+

Frage 7 Bei 95% der Maximalladung werden die Schalter wiederum verändert.
Bestimmen Sie den Schaltzeitpunkt t_2 ! (4 Punkte)

a b c d e

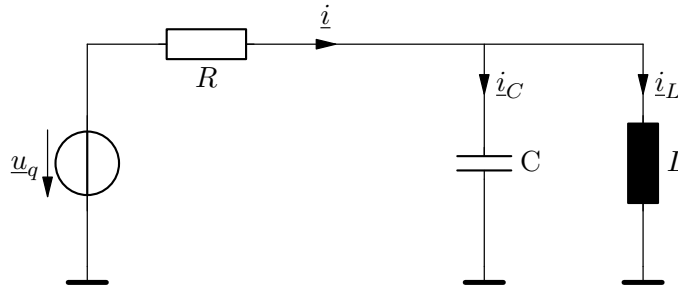
Frage 8 Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_C(t)$ im Intervall $0 \leq t \leq t_2 + t_1$! (5 Punkte)

a b c d e f



Aufgabe 4: Komplexe Wechselstromrechnung (25 Punkte)

Gegeben ist die nachfolgend dargestellte RLC-Schaltung:



Folgende Werte sind gegeben:

$$\begin{aligned}u_q &= 230 \text{ V} \\f &= 50 \text{ Hz} \\i &= 10 \text{ A} \cdot e^{-j60^\circ} \\C &= 184 \mu\text{F}\end{aligned}$$

Frage 1 Bestimmen Sie den Wert des ohmschen Widerstandes R ! (3 Punkte)

 a b c d

Frage 2 Bestimmen Sie die Admittanz \underline{Y}_{LC} der Parallelschaltung aus C und L nach Betrag und Phase! (2 Punkte)

 a b c

Frage 3 Bestimmen Sie den Wert der Induktivität L ! (4 Punkte)

 a b c d e

Frage 4 Wirkt die Schaltung ohmsch-induktiv oder ohmsch-kapazitiv auf die Spannungsquelle? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 Punkte)

 a b c d e

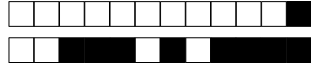
Frage 5 Bestimmen Sie die von der Induktivität aufgenommene Blindleistung Q_L sowie den Betrag der gesamten Scheinleistung S der Schaltung! (2 Punkte)

 a b c

Frage 6 Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Ströme und Spannungen der vorliegenden Schaltung! (5 Punkte)

(Maßstab: $10 \text{ A} \hat{=} 5 \text{ cm}$ und $100 \text{ V} \hat{=} 5 \text{ cm}$)

 a b c d e f g



Frage 7 Senkt man die Betriebsfrequenz ab, so wird die Wirkung der Schaltung bei einer bestimmten Frequenz rein ohmsch. Bestimmen Sie diese Frequenz!
(Hinweis: Dazu ist keine Berechnung erforderlich!) (2 Punkte)

 a b

Frage 8 Die Blindleistungsaufnahme der Schaltung soll durch ein in Reihe geschaltetes Bauelement kompensiert werden. Welches Bauelement ist hier einzusetzen? Bestimmen Sie die charakteristische Größe dieses Bauelementes. (3 Punkte)

 a b c d



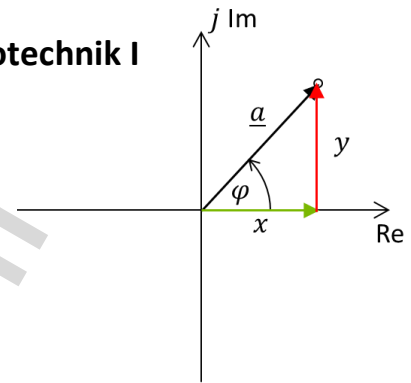
Formelsammlung für die Klausur Elektrotechnik I

Komplexe Zahlen

$$\underline{a} = x + jy = |\underline{a}| \cdot e^{j\varphi} = |\underline{a}| \cdot \cos\varphi + j \cdot |\underline{a}| \cdot \sin\varphi$$

$$\underline{a}^* = x - jy = |\underline{a}| \cdot e^{-j\varphi} = |\underline{a}| \cdot \cos\varphi - j \cdot |\underline{a}| \cdot \sin\varphi$$

$$a = |\underline{a}| = \sqrt{x^2 + y^2} \quad a^2 = \underline{a} \cdot \underline{a}^* \quad \varphi = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$



Ohmscher Widerstand

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{l}{\kappa A}$$

Leistung im Gleichstromsystem:

Ohmsches Gesetz

$$U = RI \quad \text{und} \quad I = GU$$

$$P = UI$$

Reihenschaltung von n ohmschen Widerständen: $R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Parallelschaltung von **zwei** ohmschen Widerständen: $\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Parallelschaltung von n ohmschen Widerständen: $\frac{1}{R_{ges}} = G_{ges} = G_1 + G_2 + \dots + G_n$

Ohmsches Gesetz und sonstige Zusammenhänge für komplexe Wechselstromrechnung

Ohmsches Gesetz: $\underline{u} = \underline{Z} \cdot \underline{i}$ und $\underline{i} = \underline{Y} \cdot \underline{u}$ Impedanz: $\underline{Z} = R + jX$ Admittanz: $\underline{Y} = G + jB = \frac{1}{\underline{Z}}$

Komplexe Leistung: $\underline{S} = P + jQ = \underline{u} \cdot \underline{i}^*$ Wirkleistung: $P = |\underline{S}| \cdot \cos\varphi$ Blindleistung: $Q = |\underline{S}| \cdot \sin\varphi$

Reihenschaltung von n Impedanzen: $\underline{Z}_{ges} = \underline{Z}_1 + \underline{Z}_2 + \dots + \underline{Z}_n$

Parallelschaltung von n Impedanzen: $\frac{1}{\underline{Z}_{ges}} = \underline{Y}_{ges} = \underline{Y}_1 + \underline{Y}_2 + \dots + \underline{Y}_n$

Reaktanzen und andere Gleichungen von Induktivitäten und Kapazitäten

Reaktanz der Kapazität: $X_C = -\frac{1}{\omega C}$

Reaktanz der Induktivität: $X_L = \omega L$

Spannung an der Induktivität: $u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ Strom an der Induktivität: $i(t) = \frac{1}{L} \int u(t) dt (+i_0)$

Strom an der Kapazität: $i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$ Spannung an der Kapazität: $u(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt (+u_0)$

Energie (Allgemein: $W(t) = \int P(t) dt$ und $P = \frac{dW}{dt} = \dot{W}$)

Im Kondensator gespeicherte Energie: $W_C = \frac{1}{2} CU^2$

In der Spule gespeicherte Energie: $W_L = \frac{1}{2} LI^2$

Ausgleichsvorgänge in elektrischen Netzen (Vorgänge 1. Ordnung)

Allgemeine Darstellung einer linearen inhomogenen DGL 1. Ordnung: $k = \tau \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t)$

Ansatzfunktion für den zeitlichen Verlauf bei Ausgleichsvorgängen: $y(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + B$