



Klausur

„Grundlagen der Elektrotechnik I“

im Wintersemester 2018/2019

← 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!**

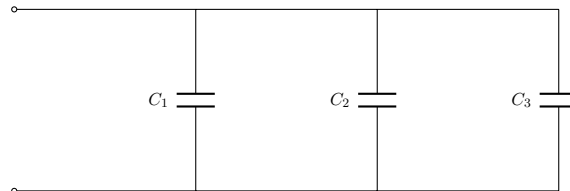


Aufgabe 1: Kurzfragen (32 Punkte)

Frage 1 Welche physikalische Größe ist im internationalen Einheitensystem (SI) als einzige Grunddimension der Elektrotechnik festgelegt? [2 Punkte]

- Die Ladung.
- Die Kapazität.
- Die Spannung.
- Die Stromstärke.

Frage 2



Gegeben sei die oben stehende Schaltung. Bestimmen Sie die Ersatzkapazität. [2 Punkte]

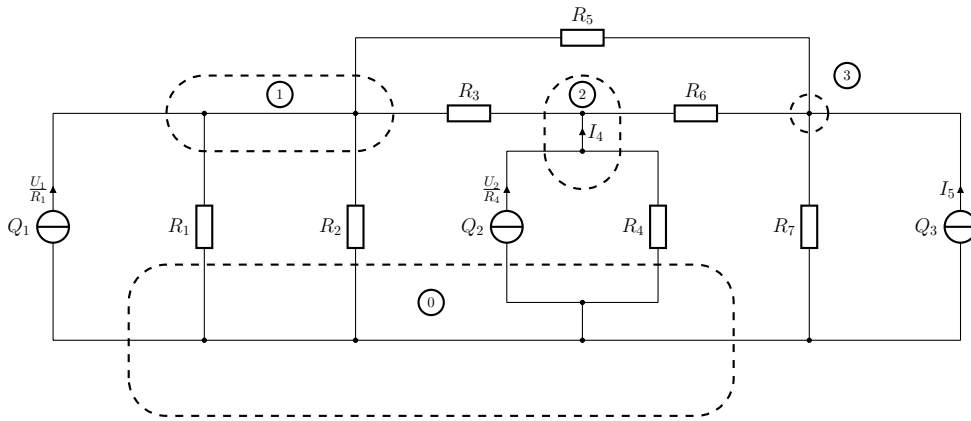
- $C_{ges} = \frac{1}{C_1 + C_2 + C_3}$
- $C_{ges} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$
- $C_{ges} = C_1 + C_2 + C_3$
- $C_{ges} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

Frage 3 Welche Aussagen für die Energie, die für die Verschiebung einer Ladung aufgewendet werden muss, bzw. für die elektrische Potentialdifferenz zwischen den Punkten A und B sind korrekt? [2 Punkte]

- $U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$
- $U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \, ds$
- $U_{AB} = \int_A^B \vec{E} \, dt$
- $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$



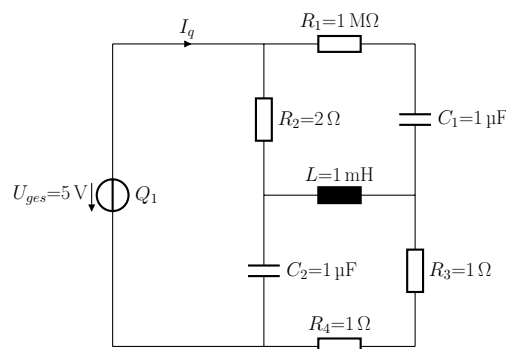
Frage 4



Gegeben sei das oben stehende Netzwerk, mit den zuvor in Stromquellen umgewandelten Spannungsquellen Q_1 und Q_2 . Gesucht ist der Strom I_4 . Welches ist die zugehörige Matrix nach dem Knotenpotentialverfahren? Der Bezugsknoten ist Knoten 0. [4 Punkte]

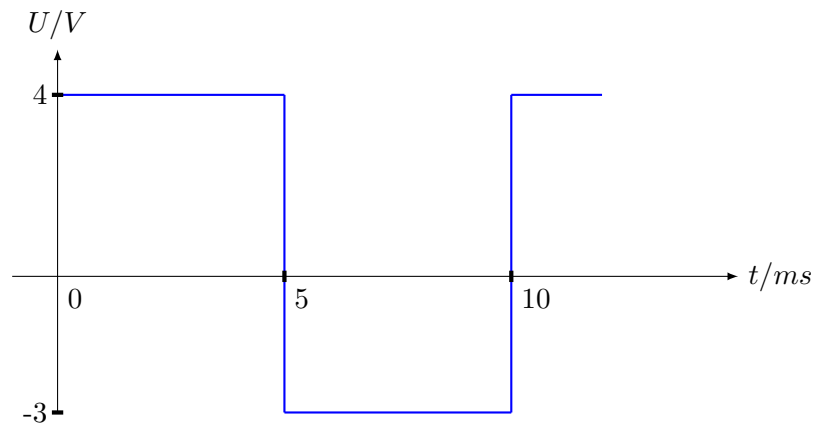
- $\begin{pmatrix} -G_1 - G_2 - G_3 - G_5 & G_3 & G_5 \\ G_3 & -G_3 - G_4 - G_6 & G_6 \\ G_5 & G_6 & -G_5 - G_6 - G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_1}{R_1} \\ \frac{U_2}{R_4} \\ I_5 \end{bmatrix}$
- $\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_3 + G_5 & -G_3 & -G_5 \\ -G_3 & G_3 + G_4 + G_6 & -G_6 \\ -G_5 & -G_6 & G_5 + G_6 + G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_1}{R_1} \\ I_4 \\ I_5 \end{bmatrix}$
- $\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_3 + G_5 & -G_3 & -G_5 \\ -G_3 & G_3 + G_4 + G_6 & -G_6 \\ -G_5 & -G_6 & G_5 + G_6 + G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_1}{R_1} \\ \frac{U_2}{R_4} \\ I_5 \end{bmatrix}$
- $\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_3 + G_5 & -G_3 & -G_6 \\ -G_3 & G_3 + G_4 + G_6 & -G_5 \\ -G_6 & -G_5 & G_5 + G_6 + G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_{10} \\ U_{20} \\ U_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_1}{R_1} \\ \frac{U_2}{R_4} \\ I_5 \end{bmatrix}$

Frage 5



Gegeben sei die oben stehende Schaltung mit der Gleichspannungsquelle Q_1 , welche seit sehr langer Zeit mit dem Netzwerk verbunden ist. Wie groß ist die Spannung über R_2 ? [2 Punkte]

- $U_{R2} = U_{ges} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = -2,5 \text{ V}$
- $U_{R2} = U_{ges} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = 2,5 \text{ V}$
- $\frac{U_{R3,R4}}{U_{ges}} = \frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4} \rightarrow U_{R2} = U_{ges} \cdot \left(1 - \frac{R_3 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4}\right) = 2,5 \text{ V}$
- $U_{R2} = U_{ges} \cdot \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = 20 \text{ V}$

**Frage 6**

Berechnen Sie den Effektivwert U_{eff} und den Mittelwert \bar{U} des obigen Spannungsverlaufs. [2 Punkte]

- $U_{eff} = 3,54 \text{ V}, \bar{U} = -0,5 \text{ V}$
- $U_{eff} = 12 \text{ V}, \bar{U} = 0,5 \text{ V}$
- $U_{eff} = 3,54 \text{ V}, \bar{U} = 0,5 \text{ V}$
- $U_{eff} = 1,87 \text{ V}, \bar{U} = 0,5 \text{ V}$

Frage 7 Kennzeichnen Sie die korrekten Abbildungen der Transformationen der Impedanz/Admittanz Ortskurven. [2 Punkte]

- Gerade durch den Ursprung \rightarrow Gerade durch den Ursprung
- Kreis außerhalb des Ursprungs \rightarrow Kreis außerhalb des Ursprungs
- Kreis durch den Ursprung \rightarrow Kreis durch den Ursprung
- Allgemeine Gerade \rightarrow Kreis außerhalb des Ursprungs

Frage 8 Welche der folgenden Aussagen sind korrekt? [2 Punkte]

- Alle Zweige des Graphen, die Teil des vollständigen Baumes sind, werden Verbindungszweige genannt.
- Durch das Entfernen von Verbindungszweigen entsteht jeweils eine linear unabhängige Masche.
- Ein vollständiger Baum ist ein Baum, der alle Knoten aber keine Masche enthält.
- Die Anzahl der Zweige des vollständigen Baumes ist unabhängig von der Knotenanzahl.



Frage 9 Kennzeichnen Sie korrekte Aussagen. [2 Punkte]

- An einem passiven Zweipol zeigen Strom und Spannung in die gleiche Richtung, wenn das Verbraucherzählpeilsystem genutzt wird.
- Die verbrauchte Leistung an einem passiven Zweipol ist unter Anwendung des Verbraucherzählpeilsystems negativ.
- Wird das Verbraucherzählpeilsystem genutzt, so weist die Spannungsrichtung einer Quelle gegen die Richtung des von ihr getriebenen Stroms.
- Wird das Erzeugerzählpeilsystem genutzt, so weist die Spannungsrichtung einer Quelle in die Richtung des von ihr getriebenen Stroms.

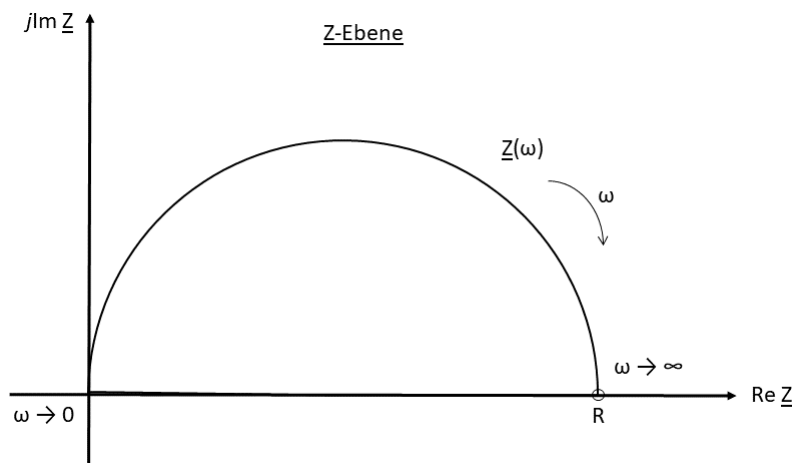
Frage 10 Kennzeichnen Sie falsche Ausdrücke für die Admittanz. [2 Punkte]

- $\underline{Y} = G + jB$
- $\underline{Y} = \frac{1}{R-jX}$
- $\underline{Y} = \frac{(R+jX)}{(R+jX) \cdot (R-jX)}$
- $\underline{Y} = \frac{(R-jX)}{(R+jX) \cdot (R-jX)}$

Frage 11 Welche Beziehungen gelten zwischen den Eigenschaften von Spannungs- und Stromzeiger an einer Induktivität? [2 Punkte]

- $\varphi_i = \varphi_u - 90^\circ$
- $|\underline{u}_L| = |\underline{i}_L| \cdot \omega L$
- $|\underline{u}_L| = |\underline{u}_L| \cdot \frac{1}{\omega C}$
- $\varphi_u = \varphi_i - 90^\circ$

Frage 12

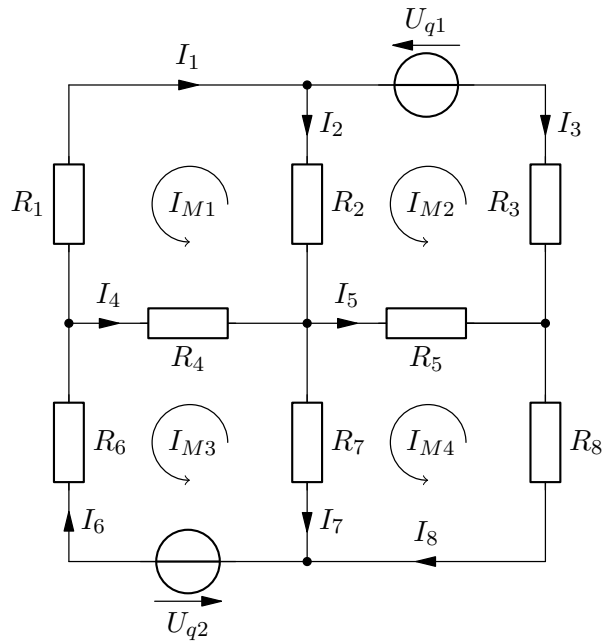


Gegeben ist die oben stehende \underline{Z} – Ortskurve. Zu welcher Schaltung passt diese? [2 Punkte]

- RC-Reihenschaltung
- RC-Parallelschaltung
- RL-Parallelschaltung
- RL-Reihenschaltung



Frage 13



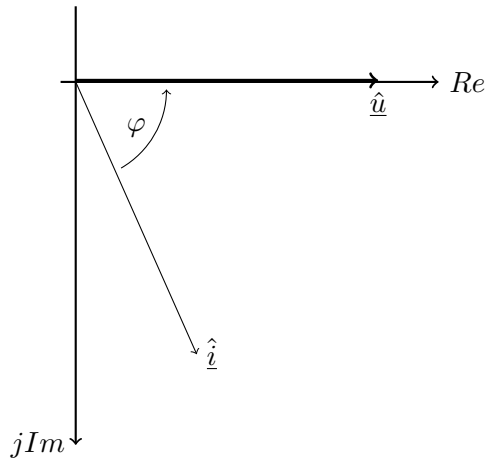
Gegeben sei das oben stehende Netzwerk. Welches ist die zugehörige Matrix nach dem Maschenstromverfahren? [4 Punkte]

- $$\begin{pmatrix} R_1 + R_2 + R_4 & R_2 & R_4 & 0 \\ R_2 & R_2 + R_3 + R_5 & 0 & R_5 \\ R_4 & 0 & R_5 + R_7 + R_8 & R_7 \\ 0 & R_5 & R_7 & R_4 + R_6 + R_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{M1} \\ I_{M2} \\ I_{M3} \\ I_{M4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ U_{q1} \\ U_{q2} \\ 0 \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} R_1 + R_2 + R_4 & -R_2 & -R_4 & 0 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + R_5 & 0 & -R_5 \\ -R_4 & 0 & R_4 + R_6 + R_7 & -R_7 \\ 0 & -R_5 & -R_7 & R_5 + R_7 + R_8 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{M1} \\ I_{M2} \\ I_{M3} \\ I_{M4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -U_{q1} \\ -U_{q2} \\ 0 \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_4 & -G_2 & -G_4 & 0 \\ -G_2 & G_2 + G_3 + G_5 & 0 & -G_5 \\ -G_4 & 0 & G_5 + G_7 + G_8 & -G_7 \\ 0 & -G_5 & -G_7 & G_4 + G_6 + G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} I_{M1} \\ I_{M2} \\ I_{M3} \\ I_{M4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ U_{q1} \\ U_{q2} \\ 0 \end{bmatrix}$$
- $$\begin{pmatrix} G_1 + G_2 + G_4 & G_2 & G_4 & 0 \\ G_2 & G_2 + G_3 + G_5 & 0 & G_5 \\ G_4 & 0 & G_5 + G_7 + G_8 & G_7 \\ 0 & G_5 & G_7 & G_4 + G_6 + G_7 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{M1} \\ I_{M2} \\ I_{M3} \\ I_{M4} \end{bmatrix}$$



Frage 14

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



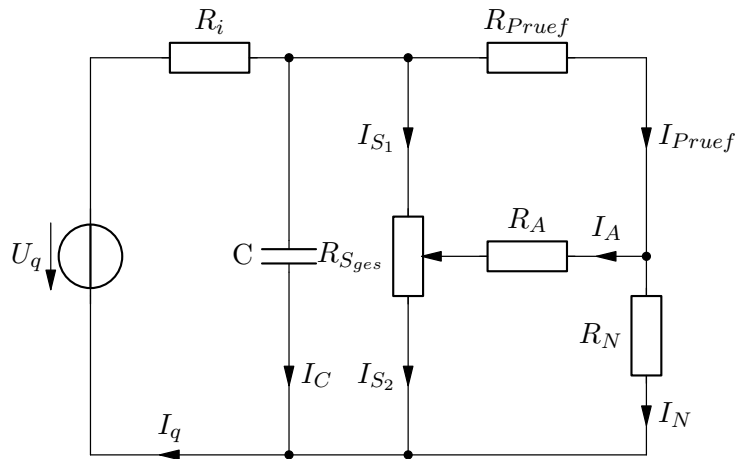
Was gilt für das Verhältnis von Wirkleistungsaufnahme P zu Blindleistungsaufnahme Q an diesem Zweipol? [2 Punkte]

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



Aufgabe 2: Netzwerkberechnung (26 Punkte)

Gegeben sei die folgende Messschaltung:



Es gilt:

$$U_q = 12,4 \text{ V}$$

$$I_A = 20,04 \text{ mA}$$

$$I_q = 1250 \text{ mA}$$

$$U_{R_{S_1}} = 2,29 \text{ V}$$

$$k = 20\%$$

$$R_A = 1 \Omega$$

$$R_N = 10 \Omega$$

$$R_i = 100 \text{ m}\Omega$$

$$R_{S_{ges}} = R_{S_1} + R_{S_2} = 50 \Omega$$

Es handelt sich um eine Wheatstone-Brücke die mit einem Schleifwiderstand R_S realisiert wird. Bei diesem wird der Gesamtwiderstand durch einen frei verschiebbaren Mittelabgriff in zwei Teile (R_{S_1} und R_{S_2}) geteilt. Die prozentuale Einstellung des Potentiometers sei beschrieben durch folgende Beziehungen: $R_{S_1} = k \cdot R_{S_{ges}}$ und $R_{S_2} = (1 - k) \cdot R_{S_{ges}}$

Der Widerstand R_{Pruef} soll mit Hilfe dieser Schaltung vermessen werden. Beim Widerstand R_A handelt es sich um den Innenwiderstand eines Amperemeters mit dem Wert 1Ω , während R_N ein hochpräzise vermessener Normwiderstand von 10Ω ist. Führen Sie die Berechnungen in einer sinnvollen Größenordnung aus! (beispielsweise $\text{m}\Omega$ oder kV)

Frage 1 Wie groß ist I_C nachdem die Spannungsquelle U_q schon sehr lange verbunden ist? Welchen Einfluss hat der Kondensator auf die Schaltung? Machen Sie diesen Einfluss im Ersatzschaltbild auf dem Klausurbogen deutlich! (3 Punkte)



Frage 2 Bestimmen Sie die Spannungen U_{R_i} und U_C . (2 Punkte)

a b c

Frage 3 Bestimmen Sie die Ströme I_{S_1} , I_{S_2} , I_{Pruef} und I_N . (4 Punkte)

a b c d e

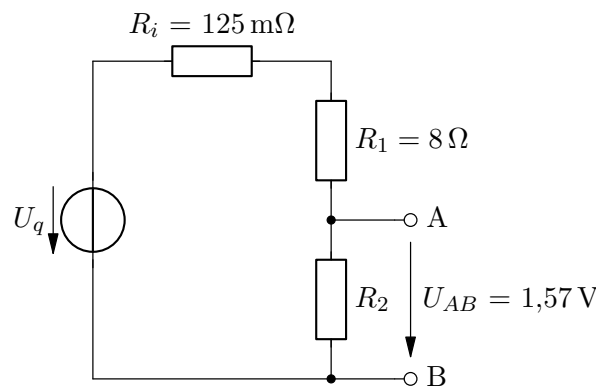
Frage 4 Bei welcher Einstellung des Schiebewiderstands R_S zeigt das Amperemeter 0 A an? (4 Punkte)

a b c d e

Frage 5 Der Normwiderstand R_N wurde durch Unachtsamkeit zerstört. Der Ersatzwiderstand weist einen Widerstand von $10,4\Omega$ auf. Durch welches zusätzliche Bauelement und in welcher Verschaltung kann er auf seinen exakten Normwert (10Ω) gebracht werden? (2 Punkte)

a b c

Gegeben sei der folgende unbelastete Spannungsteiler:



Frage 6 Es ist bekannt, dass die Spannungsquelle über ihren Innenwiderstand R_i eine Verlustleistung von $P_{Verlust} = 206\text{ mW}$ hat. Bestimmen Sie U_q ! (3 Punkte)

a b c d

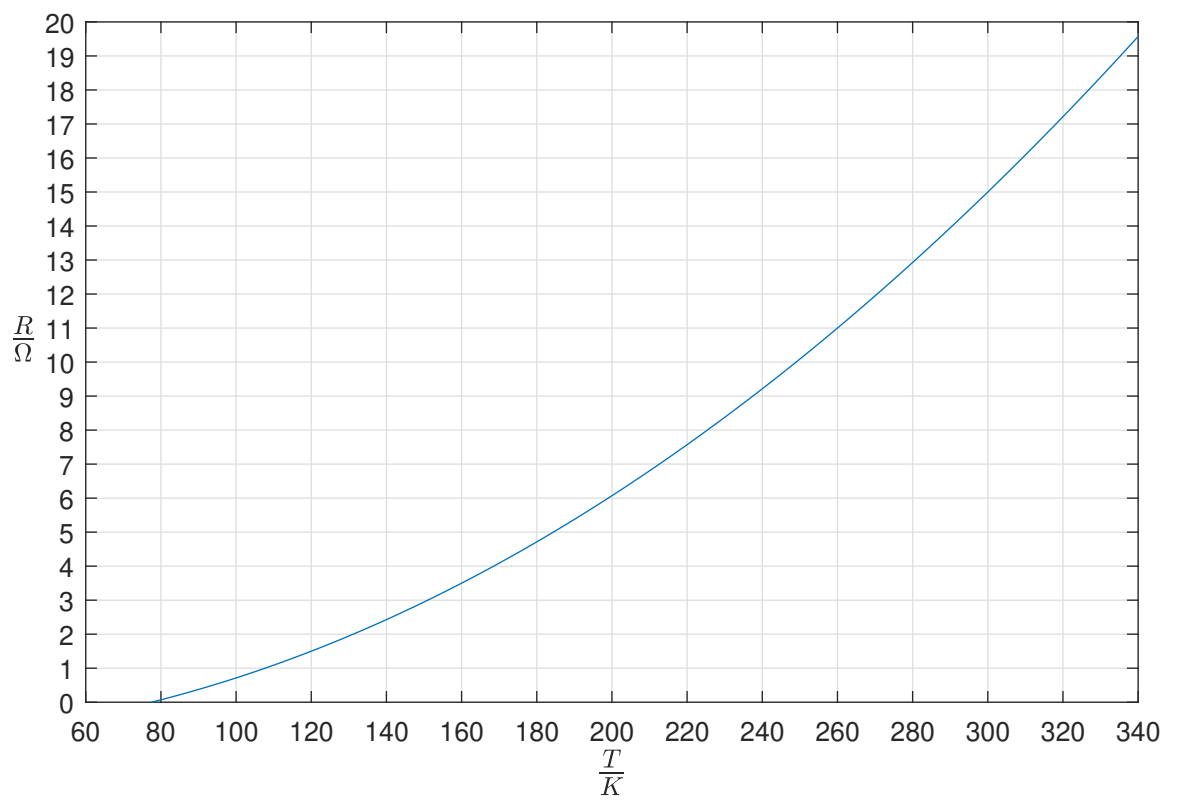
Der Spannungsteiler wird nun durch einen sogenannten Thermistor belastet. Dabei handelt es sich um einen Halbleiterwiderstand, dessen Leitwert sehr stark von der Temperatur abhängig ist. Eine Kennlinie für den Widerstand über der Temperatur ist beigelegt.

Frage 7 Bestimmen Sie den Gesamtwiderstand für 27°C und 120 K . (4 Punkte)

a b c d e

Frage 8 Bestimmen Sie die Spannung über dem Thermistor U_{RT} sowie den Strom I_{RT} für 27°C und 120 K . (4 Punkte)

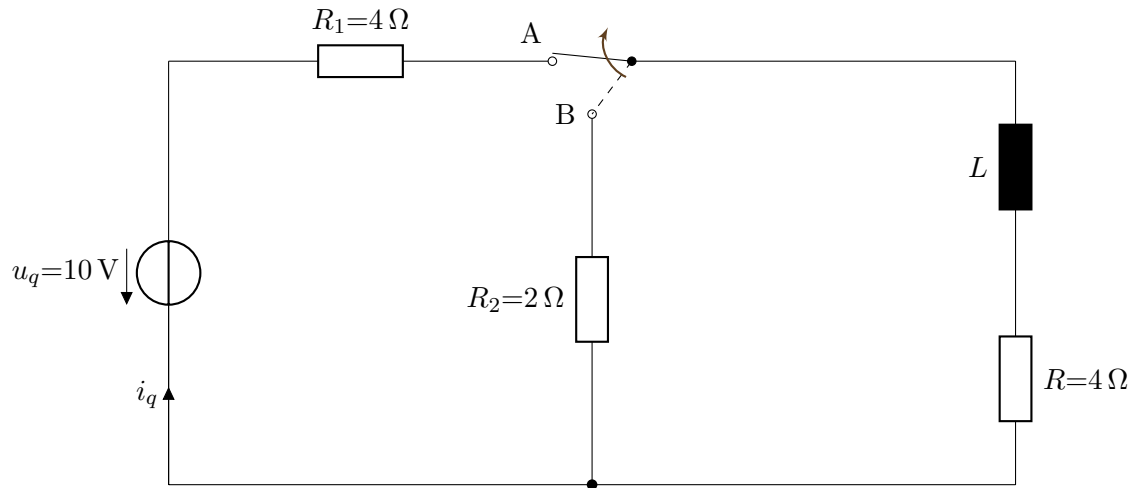
a b c d e



Verlauf des Widerstands über der Temperatur des Thermistors.
Hinweis: 0 K entsprechen -273°C



Aufgabe 3: Ausgleichsvorgang (21 Punkte)



Gegeben ist die obenstehende Schaltung. Vor dem Zeitpunkt $t = 0\text{ s}$ befindet sich der Schalter in Schalterstellung B . Alle Ausgleichsvorgänge sind abgeschlossen.

Frage 1 Wie groß ist der Strom $i_L(t < 0)$? Begründen Sie ihre Antwort. (1 Punkt)

 a b

Der Schalter werde nun zum Zeitpunkt $t = 0\text{ s}$ in die Schalterstellung A bewegt.

Frage 2 Wie groß ist der Strom $i_L(t = 0\text{ s})$ nach dem Schalten? Begründen Sie ihre Antwort. (2 Punkte)

 a b c

Frage 3 Welchen Wert nimmt der Strom $i_L(t)$ für $t \rightarrow \infty$ an? Begründen Sie ihre Antwort. (1 Punkt)

 a b

Frage 4 Bestimmen Sie den zeitlichen Verlauf des Stroms $i_L(t > 0\text{ s})$. (3 Punkte)

 a b c d

Frage 5 Die Zeitkonstante der Schaltung beträgt $\tau_A = 25\text{ ms}$. Geben Sie den Wert der Induktivität L an. (1 Punkt)

 a b

Frage 6 Skizzieren Sie den Stromverlauf $i_L(t)$ für $t \geq 0\text{ s}$ quantitativ für 5τ . Kennzeichnen Sie in ihrer Zeichnung die Zeitkonstante τ . Ergänzen Sie qualitativ den Verlauf der Spannung $u_L(t)$ (3 Punkte)

 a b c d



Frage 7 Berechnen Sie die in der Spule maximal gespeicherte Energie. In welchem Feld wird die Energie gespeichert? (2 Punkte)

a b c

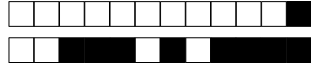
Zum Zeitpunkt $t = t_1$ wird der Schalter S_1 wieder zu Position B bewegt. Der vorherige Ausgleichsvorgang sei zu diesem Zeitpunkt bereits vollständig abgeschlossen.

Frage 8 Geben Sie den Wert von $i_L(t = t_1)$ an. Welchen Wert nimmt $i_L(t)$ nach Abschluss des Ausgleichsvorgangs an? Begründen Sie ihre Antwort. (2 Punkte)

a b c

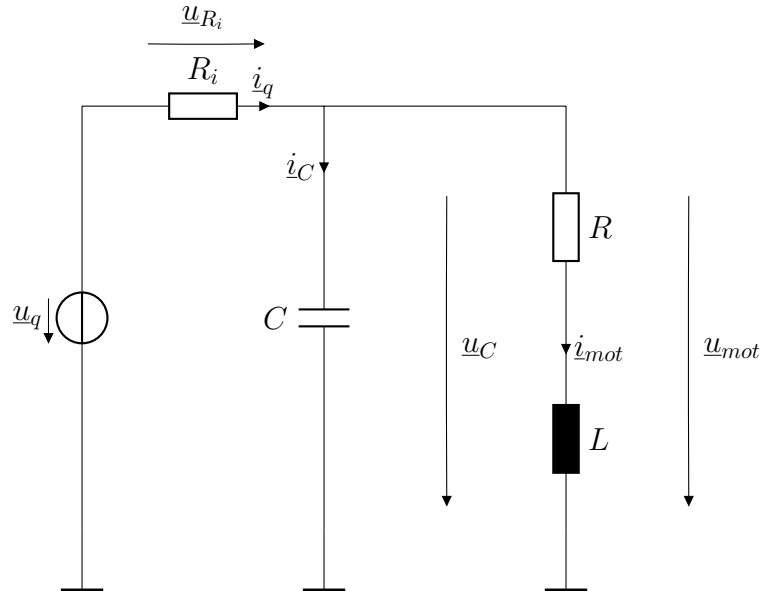
Frage 9 Nach welcher Zeit beträgt die in der Spule gespeicherte Energie 50 mW s? (6 Punkte)

a b c d de f g



Aufgabe 4: Komplexe Wechselstromrechnung (22 Punkte)

Gegeben ist die **kompensierte** Wicklung eines Elektromotors.



Folgende Werte sind gegeben:

$$\underline{u}_q = 266 \text{ V}$$

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

$$P_{mot} = 2 \text{ kW}$$

$$|\underline{i}_{mot}| = 10 \text{ A}$$

$$|\underline{S}_{mot}| = 2,5 \text{ kV A}$$

$$\underline{i}_C = j6 \text{ A}$$

Frage 1 Bestimmen Sie den Betrag des ohmschen Widerstandes R ! (2 Punkte)

 a b c

Frage 2 Bestimmen Sie den Betrag der Induktivität L ! (3 Punkte)

 a b c d

Frage 3 Bestimmen Sie die Impedanz des Elektromotors bzw. der Reihenschaltung aus R und L nach Betrag und Phase. (2 Punkte)

 a b c

Frage 4 Bestimmen Sie die Spannung am Elektromotor bzw. der Reihenschaltung aus R und L nach Betrag und Phase. (3 Punkte)

 a b c d



Frage 5 Bestimmen Sie den Quellenstrom i_q nach Betrag und Phase. (2 Punkte)

a b c

Frage 6 Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_i der Spannungsquelle und den Wirkungsgrad η der Schaltung. Hinweis: Die vom Motor aufgenommene Wirkleistung P_{mot} entspricht der Nutzleistung (Output). (3 Punkte)

a b c d

Die Betriebsfrequenz der Schaltung beträgt nun 60 Hz.

Frage 7 Bestimmen Sie nun die Gesamtimpedanz aus Elektromotor (RL -Schaltung) und dem dazu parallelen Kondensator C nach Betrag und Phase. (5 Punkte)

a b c d e f

Frage 8 Wirkt die Parallelschaltung aus RL und C nun induktiv oder kapazitiv oder immer noch rein ohmsch? Begründen Sie ihre Antwort. (2 Punkte)

a b c