

# Klausur

## Grundlagen der Elektrotechnik

### -Musterlösung-

- 1) Die Klausur besteht aus 7 Textaufgaben.
- 2) Zulässige Hilfsmittel: Lineal, Winkelmesser, nicht kommunikationsfähiger Taschenrechner, **1 handgeschriebenes A4 Blatt Formelsammlung**.
- 3) Rechenwege müssen klar und eindeutig erkennbar sein.
- 4) Nur Lösungen auf den Klausurblättern werden bewertet. Rückseiten und Fragenblätter dürfen bei Bedarf auch verwendet werden (bitte dazu ausreichend hinweisen).
- 5) Es wurden nur Lösungen gewertet, die mit einem dokumentenechten Stift geschrieben wurden.
- 6) Dauer der Klausur: 120 Minuten

Name:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Studienrichtung:	
Unterschrift:	

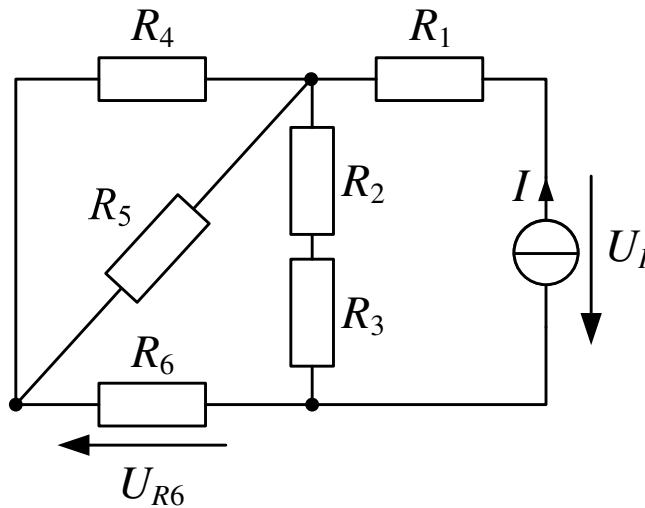
---

Bereich für die Korrektur

Aufgabe	Punkte
1	/ 15
2	/ 12
3	/ 15
4	/ 15
5	/ 15
6	/ 18
7	/ 10
<b>Summe</b>	/100
<b>Note</b>	

**Aufgabe 1 – Gleichstromnetzwerk:****( /15P)**

Gegeben ist die folgende Schaltung (Abbildung 1):



$$I = 5 \text{ A}$$

$$R_1 = 8 \Omega$$

$$R_2 = 1 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$R_4 = 3 \Omega$$

$$R_5 = 3 \Omega$$

$$R_6 = 2,5 \Omega$$

Abbildung 1: Ersatzschaltbild

**Fragen:**

Berechnen Sie die Spannung  $U_I$  der Stromquelle und den Spannungsabfall  $U_{R6}$  über dem Widerstand  $R_6$ . (15P)

**Lösung 1:****Gesamtwiderstand berechnen**

$$R_g = R_1 + [(R_2 + R_3) \parallel ([R_4 \parallel R_5] + R_6)]$$

$$R_g = R_1 + [(R_2 + R_3) \parallel R_{p1}] = R_1 + R_{p2}$$

$$R_{p1} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} + R_6 = \frac{3 \Omega \cdot 3 \Omega}{6 \Omega} + 2,5 \Omega = 4 \Omega$$

$$R_{p2} = \frac{(R_2 + R_3) \cdot R_{p1}}{R_2 + R_3 + R_{p1}} = \frac{4 \Omega \cdot 4 \Omega}{8 \Omega} = 2 \Omega$$

$$R_g = R_1 + R_{p2} = 8 \Omega + 2 \Omega = 10 \Omega$$

(5P)

**Gesamtspannung berechnen**

$$U_I = R_g \cdot I = 10 \Omega \cdot 5 A = 50 V$$

(2P)

**Spannung  $U_{R6}$  über Stromteiler**

$$I_{R6} = I_{Rp1} = \frac{R_{p2}}{R_{p1}} I = \frac{2 \Omega}{4 \Omega} 5 A = 2,5 A$$

$$U_{R6} = -I_{R6} \cdot R_6 = -6,25 V$$

**Spannung  $U_{R6}$  über Spannungsteiler**

$$U_{Rp2} = \frac{R_{p2}}{R_g} \cdot U = \frac{2 \Omega}{10 \Omega} \cdot 50 V = 10 V$$

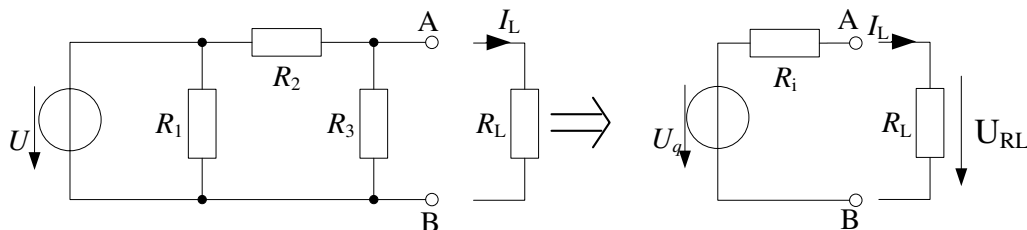
(4P)

$$U_{R6} = -\frac{R_6}{R_{p1}} \cdot U_{Rp2} = -\frac{2,5 \Omega}{4 \Omega} \cdot 10 V = -6,25 V$$

(4P)

**Aufgabe 2 – Gleichstromnetzwerk:****( /12P)**

Gegeben ist die folgende Schaltung (Abbildung 2):

**Abbildung 2: Ersatzschaltbild**

$$U = 30 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \, \Omega$$

$$R_2 = 6 \, \Omega$$

$$R_3 = 4 \, \Omega$$

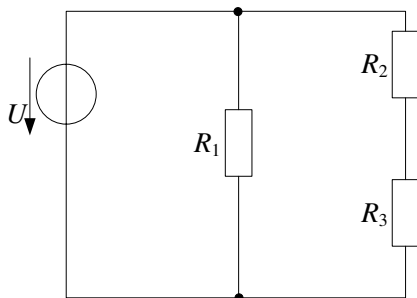
$$R_L = 3,6 \, \Omega$$

**Fragen:**

- Wie groß ist die Leerlaufleistung  $P_{\text{Leerlauf},U}$  (kein Lastwiderstand  $R_L$  angeschlossen) der Spannungsquelle? (5P)
- Wie groß ist die Spannung  $U_q$  und der Widerstand  $R_i$  der Ersatzspannungsquelle? (4P)
- Wie groß ist der Strom  $I_L$  und die Spannung  $U_{RL}$  wenn der Widerstand  $R_L$  an die Klemmen A und B angeschlossen wird? (2P)
- Wie groß ist die Leistung über den Widerstand  $R_L$ ? (2P)

**Lösung 2:**

- a) Wie groß ist die Leerlaufleistung (kein Lastwiderstand  $R_L$  angeschlossen) der Spannungsquelle? (5P)



(1P)

$$R_{ges} = (R_1 // (R_2 + R_3))$$

$$R_{ges} = 10 \Omega // (6 \Omega + 4 \Omega) = 10 \Omega // 10 \Omega$$

$$R_{ges} = \frac{10 \Omega \cdot 10 \Omega}{10 \Omega + 10 \Omega} = 5 \Omega$$

(1P)

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{30 V}{5 \Omega} = 6 A$$

(1P)

$$P_{Leerlauf} = \frac{U^2}{R_{ges}} = U \cdot I_{ges} = 30 V \cdot 6 A = \frac{(30 V)^2}{5 \Omega} = 180 W$$

(2P)

- a) Wie groß ist die Spannung  $U_q$  und der Widerstand  $R_i$  der Ersatzspannungsquelle?

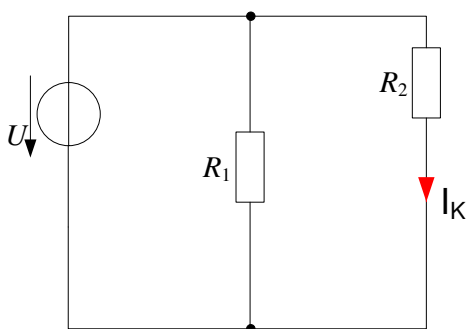
(4P)

$$U_q = U_{R3}$$

(1P)

$$= \frac{R_3}{R_3 + R_2} \cdot U = \frac{4 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} \cdot 30 V = 12 V$$

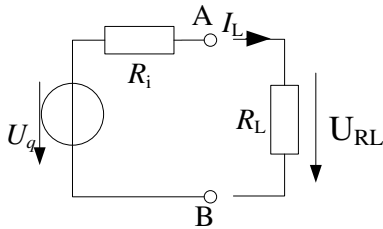
(1P)



$$I_K = \frac{R_1 // R_2}{R_2} \cdot I_{ges}$$

$$I_{ges} = \frac{U}{R_1 // R_2} = \frac{30 \text{ V}}{10 \Omega // 6 \Omega} = \frac{30 \text{ V}}{3,75 \Omega} = 8 \text{ A}$$

$$I_K = \frac{3,75 \Omega}{6 \Omega} \cdot 8 \text{ A} = 0,625 \cdot 8 \text{ A} = 5 \text{ A} \quad (1\text{P})$$



$$R_i = R_2 // R_3 = 6 \Omega // 4 \Omega = 2,4 \Omega \quad (1\text{P})$$

$$\text{Alternative: } R_i = \frac{U_q}{I_K} = \frac{12 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 2,4 \Omega \quad (2\text{P})$$

- b) Wie groß ist der Strom  $I_L$  und die Spannung  $U_{RL}$  wenn der Widerstand  $R_L$  an die Klemmen A und B angeschlossen wird? (2P)

$$I_L = \frac{U_q}{R_i + R_L} = \frac{12 \text{ V}}{2,4 \Omega + 3,6 \Omega} = \frac{12 \text{ V}}{6 \Omega} = 2 \text{ A} \quad (1\text{P})$$

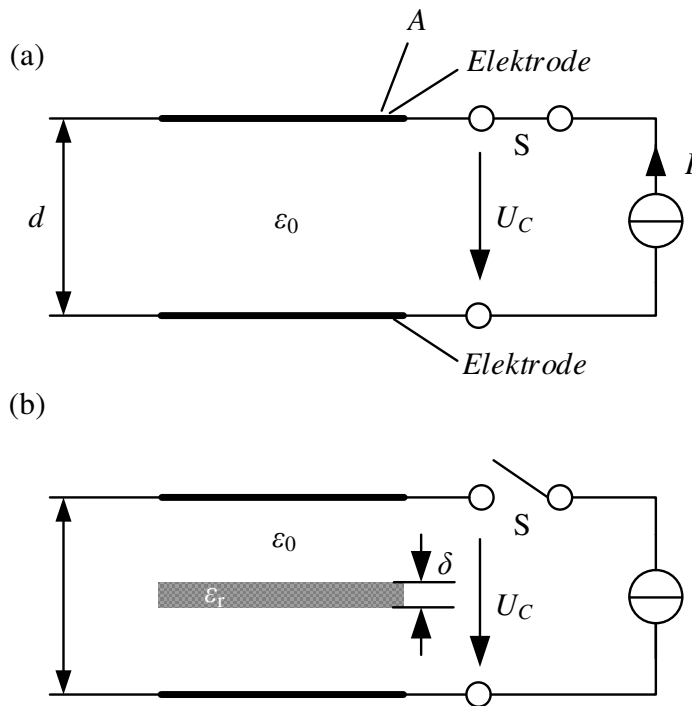
$$U_{RL} = I_L \cdot R_L = 2 \text{ A} \cdot 3,6 \Omega = 7,2 \text{ V} \quad (1\text{P})$$

- c) Wie groß ist die Leistung über den Widerstand  $R_L$ ? (2P)

$$P_{RL} = U_{RL} \cdot I_L = 14,4 \text{ W} \quad (1\text{P})$$

**Aufgabe 3:**

Ein Plattenkondensator wird zur präzisen Dickenbestimmung eines Werkstücks verwendet. Der Abstand der Elektroden beträgt  $d=15\ \mu\text{m}$  und die Plattenfläche  $A=1000\ \text{mm}^2$ . ( $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}\ \text{F/m}$ )

**Fragen:**

- Wie groß ist die Kapazität des Plattenkondensators in Abbildung (a)? (2P)
- Der Plattenkondensator wird mit einer Gleichstromquelle mit  $I=0,1\ \text{mA}$  für  $t=1\ \text{ms}$  geladen. Berechnen Sie die gespeicherte Ladung  $Q$  im Kondensator und die Klemmenspannung  $U_C$ . (4P)
- Der Schalter  $S$  wird geöffnet. Danach wird ein Werkstück mit  $\epsilon_r=40$  in den Plattenkondensator eingebracht. Das Werkstück habe die gleichen Flächenabmaße wie die Kondensatorplatten. Es wird nach dem Einbringen des Werkstückes an den Klemmen eine Spannung  $U_C=130\ \text{V}$  gemessen. Bestimmen Sie die Gesamtkapazität der Anordnung (Bild (b)). (2P)
- Berechnen Sie die Dicke  $\delta$  des Werkstücks. (7P)

**Lösung 3:**a) Kapazität C

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot \frac{1000 \text{ mm}^2}{15 \mu\text{m}} = 590 \text{ pF} \quad (\text{mit Luft}) \quad (2\text{P})$$

b) Ladung Q und Spannung U<sub>C</sub>

$$Q = I \cdot t = 100 \mu\text{A} \cdot 1 \text{ ms} = 100 \text{ nC} \quad (\text{Folgefehler berücksichtigen}) \quad (2\text{P})$$

$$U_C = \frac{Q}{C_{\text{ges}}} = \frac{100 \text{ nC}}{590 \text{ pF}} = 169,5 \text{ V} \quad (2\text{P})$$

c) Neue Gesamtkapazität

$$U'_C = 130 \text{ V}; Q = \text{konst.} \quad (1\text{P})$$

Neuer Kapazitätswert durch Einbringen des Werkstücks:

$$C' = \frac{Q}{U'_C} = \frac{100 \text{ nC}}{130 \text{ V}} = 769 \text{ pF} \quad (1\text{P})$$

d) Dickenbestimmung

Berechnung der Reihenschaltung

$$\begin{aligned} \frac{1}{C'} &= \frac{1}{C'_0} + \frac{1}{C'_{\text{werk}}} = \frac{d - \sigma}{\epsilon_0 \cdot A} + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A} \\ &= \frac{d}{\epsilon_0 \cdot A} - \frac{\sigma}{\epsilon_0 \cdot A} + \frac{\sigma}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A} \end{aligned} \quad (3\text{P})$$

$$\sigma = \left( \frac{1}{C'_0} - \frac{1}{C'} \right) \frac{\epsilon_0 \cdot A}{1 - \frac{1}{\epsilon_r}} = \frac{\epsilon_r \cdot d - \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \cdot A}{C'}}{\epsilon_r - 1} \quad (2\text{P})$$

$$C_h = \left( \frac{1}{C'_0} - \frac{1}{C'} \right)^{-1} = \left( \frac{1}{590 \text{ pF}} - \frac{1}{769 \text{ pF}} \right)^{-1} = 2,535 \text{ nF}$$

$$\sigma = \frac{1}{2,535 \text{ nF}} \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \cdot 1000 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}{1 - \frac{1}{40}} = 3,58 \mu\text{m} \quad (2\text{P})$$



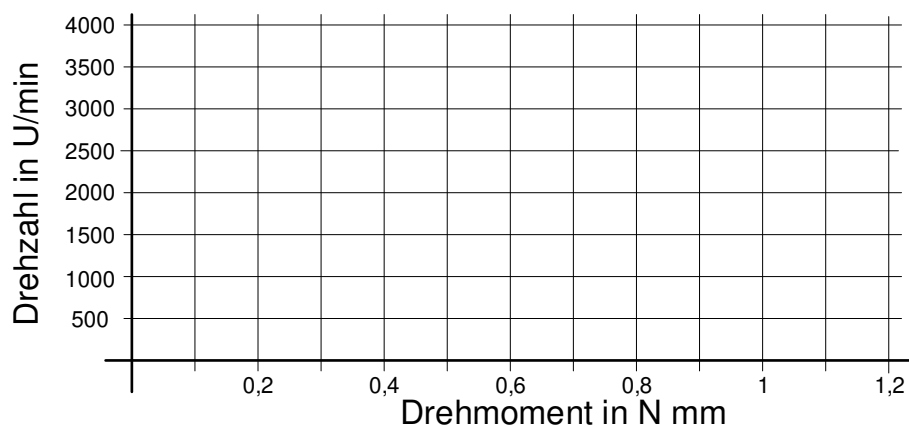
$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{\epsilon_r \cdot d - \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \cdot A}{C'}}{\epsilon_r - 1} \\ &= \frac{40 \cdot 15 \cdot 10^{-6} m - \frac{8,85 \cdot \frac{10^{-12} F}{m} 40 \cdot 1000 \cdot 10^{-6} m^2}{769 \cdot 10^{-12} F}}{40 - 1} \\ &= 3,58 \mu m\end{aligned}$$

**Aufgabe 4 – permanenterregte Gleichstrommaschine:** ( /15P)

Ein permanenterregter Gleichstrommotor hat folgende technische Daten:

Nennspannung $U_a$	10 V (DC)
Leerlaufdrehzahl $n_0$	3000 U/min
Kurzschlussmoment $M_K$	1 Nm

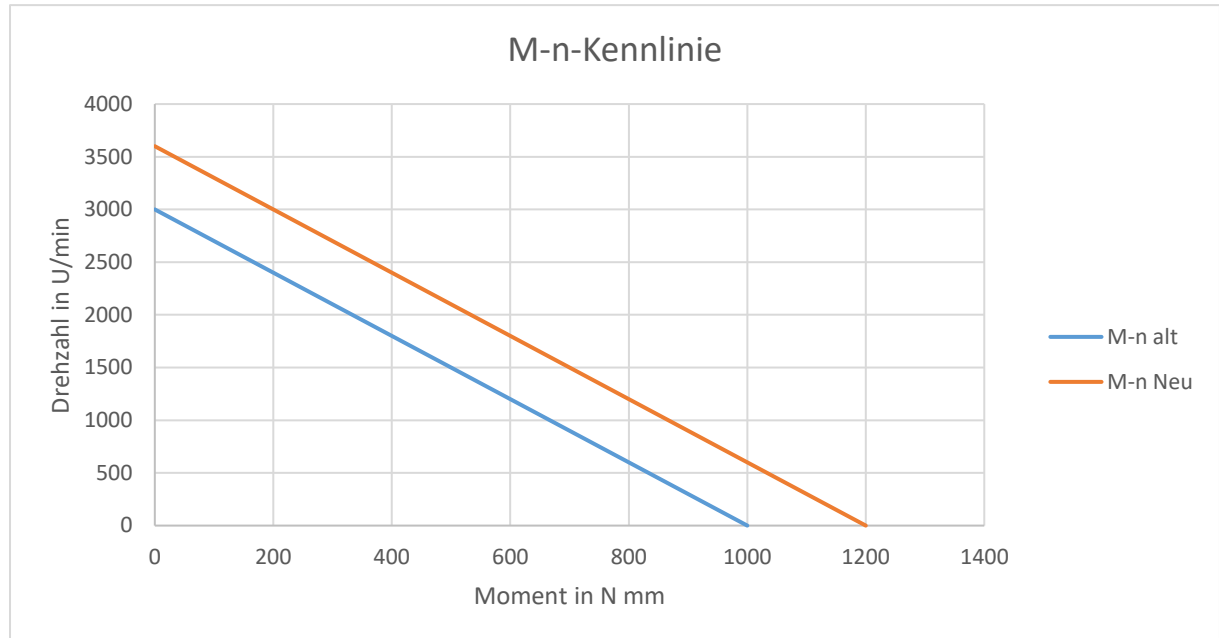
- a) Zeichnen Sie die M-n-Kennlinie des Gleichstrommotors für die Nennspannung von 10 V in das folgende Diagramm ein. (2P)



- b) Berechnen Sie die Maschinenkonstante  $k\phi$  und den Ankerwiderstand  $R_a$  aus der angegebenen technischen Daten. (3P)
- c) Welchen Wirkungsgrad kann man mit dem Motor erreichen, wenn der Motor mit 10 V betrieben wird und ein Drehmoment von 0,2 Nm liefern muss? (**Berücksichtigen Sie nur die Verluste im Ankerwiderstand**) (4P)
- d) Berechnen Sie die Ankerspannung, die man einstellen muss, um den Motor mit 0,2 Nm Drehmoment bei einer Drehzahl von 3000 U/min zu betreiben. (3P)
- e) Berechnen Sie die neue Leerlaufdrehzahl  $n_{0\_Neu}$  in U/min und das neue Kurzschlussmoment  $M_{K\_Neu}$  in N m mit der Ankerspannung aus Aufgabe d). (4P)
- f) Zeichnen Sie erneut die M-n-Kennlinie für die neue Ankerspannung. Nutzen Sie dafür das Diagramm aus Aufgabe a). (1P)

**Lösung 4:**

- a) Zeichnen Sie die M-n-Kennlinie des Gleichstrommotors für die Nennspannung von 10 V in das folgende Diagramm ein. (2P)



M\_K richtig erkannt 1P, n\_0 richtig erkannt 1P

- b) Berechnen Sie die Maschinenkonstante  $k\phi$  und den Ankerwiderstand  $R_a$  aus der angegebenen technischen Daten. (3P)

$$k\phi = \frac{U_a}{n_0} = \frac{10 \text{ V}}{3000 \cdot \frac{1}{60 \text{ s}}} = 0,2 \text{ Vs} \quad (2P)$$

$$R_a = \frac{k\phi \cdot U_a}{2\pi \cdot M_K} = \frac{0,2 \text{ Vs} \cdot 10 \text{ V}}{2\pi \cdot 1 \text{ Nm}} = 0,3183 \frac{\text{V}^2 \text{ s}}{\text{Nm}} = 0,3183 \frac{\text{V}^2 \text{ s}}{\text{VAs}} = 0,3183 \Omega \quad (1P)$$

- c) Welchen Wirkungsgrad kann man mit dem Motor erreichen, wenn der Motor mit 10 V betrieben wird und ein Drehmoment von 200 N·mm liefern muss? (**Berücksichtigen Sie nur die Verluste im Ankerwiderstand**) (4P)

$$I_{a,200 \text{ Nm}} = \frac{2\pi \cdot M}{k\phi} = \frac{2\pi \cdot 0,2 \text{ Nm}}{0,2 \text{ Vs}} = 2\pi \frac{\text{VAs}}{\text{Vs}} = 2\pi \text{ A} = 6,2832 \text{ A} \quad (1P)$$

$$P_{V, \text{mech}} = I_a^2 \cdot R_a = (2\pi)^2 \text{ A}^2 \cdot 0,3183 \Omega = 12,566 \text{ W} \quad (1P)$$

$$P_{\text{elek}} = U_a \cdot I_{a,200 \text{ Nm}} = 10 \text{ V} \cdot 6,2832 \text{ A} = 62,832 \text{ W} \quad (1P)$$

$$\eta = \frac{P_{\text{elek}} - P_{V, \text{mech}}}{P_{\text{elek}}} = \frac{62,832 \text{ W} - 12,566 \text{ W}}{62,832 \text{ W}} = 0,8 \rightarrow 80\% \quad (1P)$$

alternative:

$$n_{200 \text{ Nm}} = 2400 \frac{1}{\text{min}} = 40 \frac{1}{\text{s}} \text{ abgelesen oder berechnen}$$

$$n_{200 \text{ Nm}} = n_0 - \frac{2\pi \cdot R_a \cdot M}{(k\phi)^2} = 50 \frac{1}{\text{s}} - \frac{2\pi \cdot 0,3183 \Omega \cdot 0,2 \text{ Nm}}{(0,2 \text{ Vs})^2} = 50 \frac{1}{\text{s}} - 10 \frac{\frac{\text{V}}{\text{A}} \cdot \text{VAs}}{\text{V}^2 \text{ s}^2} = 40 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\rightarrow P_{\text{mech}} = 2\pi \cdot M \cdot n = 2\pi \cdot 40 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,2 \text{ Nm} = 50,265 \text{ W} \quad (1P)$$

$$I_{a,200 \text{ Nm}} = \frac{2\pi \cdot M}{k\phi} = \frac{2\pi \cdot 0,2 \text{ Nm}}{0,2 \text{ Vs}} = 2\pi \frac{\text{VAs}}{\text{Vs}} = 2\pi \text{ A} = 6,2832 \text{ A} \quad (1P)$$

$$P_{\text{elek}} = U_a \cdot I_{a,200 \text{ Nm}} = 10 \text{ V} \cdot 6,2832 \text{ A} = 62,832 \text{ W} \quad (1\text{P})$$

$$\eta = \frac{P_{\text{mech}}}{P_{\text{elek}}} = \frac{50,265 \text{ W}}{62,832 \text{ W}} = 0,8 \rightarrow 80\% \quad (1\text{P})$$

- d) Berechnen Sie die Ankerspannung, die man einstellen muss, um den Motor mit 200 N·mm Drehmoment bei einer Drehzahl von 3000 U/min zu betreiben. (3P)

$$U_{a,3000 \text{ U/min bei } 0,2 \text{ Nm}} = k\phi \cdot \left( n + \frac{2\pi \cdot R_a \cdot M}{(k\phi)^2} \right) = 0,2 \text{ Vs} \cdot \left( 50 \frac{1}{s} + \frac{2\pi \cdot 0,3183 \Omega \cdot 0,2 \text{ Nm}}{(0,2 \text{ Vs})^2} \right) =$$

$$0,2 \text{ Vs} \cdot \left( 50 \frac{1}{s} + 10 \frac{\frac{\text{V} \cdot \text{VAs}}{\text{A}}}{\text{V}^2 \text{s}^2} \right) = 12 \text{ V}$$

1P Umstellen der Formel nach U\_a, 1P einsetzen der richtigen Werte, 1P richtiges Ergebnis

- e) Berechnen Sie die neue Leerlaufdrehzahl  $n_{0\_neu}$  in U/min und das neue Kurzschlussmoment  $M_{K\_neu}$  in N m mit der Ankerspannung aus Aufgabe d). (4P)

$$n_{0,neu} = \frac{U_{a,neu}}{k\phi} = \frac{12 \text{ V}}{0,2 \text{ Vs}} = 60 \frac{1}{s} = 3600 \frac{1}{\text{min}} \quad (2\text{P})$$

$$M_{K,neu} = \frac{U_{a,neu} \cdot k\phi}{2\pi \cdot R_a} = \frac{12 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ Vs}}{2\pi \cdot 0,3183 \Omega} = 1,2 \frac{\text{V}^2 \text{s}}{\text{V}} = 1,2 \text{ VAs} = 1,2 \text{ Nm} \quad (2\text{P})$$

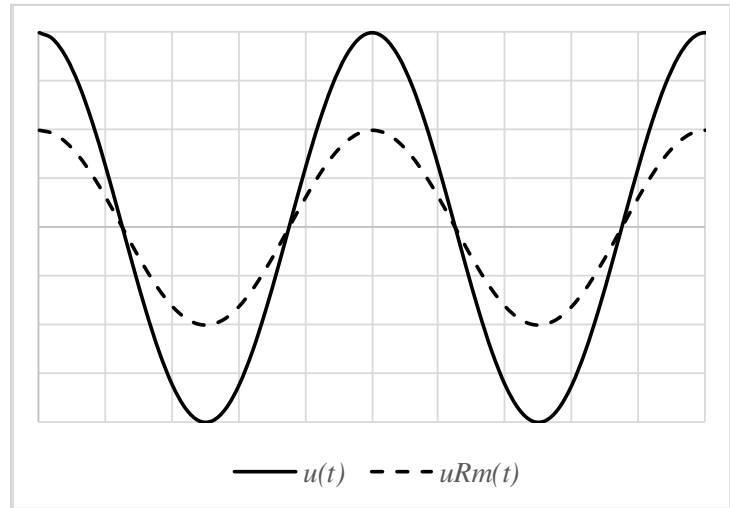
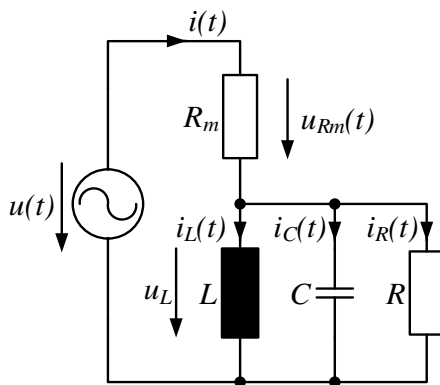
- f) Zeichnen Sie erneut die M-n-Kennlinie für die neue Ankerspannung. Nutzen Sie dafür das Diagramm aus Aufgabe a). (1P)

Siehe oben Aufgabe a) (1P)

**Aufgabe 5 - Wechselstromnetzwerke:**

( /18P)

Gegeben sind das unten dargestellte Wechselstromnetzwerk und das Abbild eines Oszilloskopbildschirms zu den Größen  $u(t)$  und  $u_{Rm}(t)$ .



- $R_m = 500 \text{ m}\Omega$
- $L = 700 \text{ }\mu\text{H}$
- $R = ?$
- $C = ?$

Oszilloskopbild

<b>X-Achsenteilung:</b>	200 $\mu\text{s}$ / Kästchen
<b>Y-Achsenteilung (U):</b>	10 V / Kästchen
<b>Y-Achsenteilung (<math>U_{Rm}</math>):</b>	2,5 V / Kästchen

**Fragen:**

- a) Ermitteln Sie aus dem Oszilloskopbild die Frequenz der Spannung  $u(t)$ . (2P)
- b) Wie groß ist der Effektivwert des Stromes  $i(t)$ ? (2P)
- c) Begründen Sie, warum die Phasenverschiebung zwischen  $u(t)$  und  $u_{Rm}(t)$  Null ist. Berechnen Sie die Kapazität  $C$ . (4P)
- d) Ermitteln Sie den Wert des Widerstandes  $R$ . (3P)
- e) Berechnen Sie die Amplitude der Spannung  $u_L(t)$ . (3P)
- f) Zeichnen Sie quantitativ das Zeigerdiagramm für  $i_R(t)$ ,  $i_L(t)$  und  $i_C(t)$ . (4P)

**Lösung 5:****a) Frequenz der Spannung  $u(t)$** 

Ablesen der Periode der Spannung

5 Kästchen pro Periode  $\rightarrow T = 1\text{ms}$  (1P)Frequenz der Spannung  $u(t) \rightarrow f = 1/T = 1\text{kHz}$  (1P)**b) Effektivwert des Stromes  $i(t)$** Indirekte Messung des Stromes mit dem Widerstand  $R_m$ 

$$\hat{i} = \frac{\hat{u}_{R_m}}{R_m} = \frac{5\text{V}}{500\text{m}\Omega} = 10\text{A} \quad (1\text{P})$$

Effektivwert des Stromes:

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = \frac{10\text{A}}{\sqrt{2}} = 7,07\text{A} \quad (1\text{P})$$

**c) Kapazität  $C$** Stichwort: Blindleistungskompensation (1P)

$$Y_p = j \left( \omega C - \frac{1}{\omega L} \right) = 0 \quad (1\text{P})$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(2\pi \cdot 1000\text{Hz})^2 \cdot 700\mu\text{H}} = 36,2\mu\text{F} \quad (2\text{P})$$

**d) Widerstand  $R$** 

$$U = I \cdot (R + R_m) \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} - R_m = \frac{40\text{V}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{7,07\text{A}} - 500\text{m}\Omega = 3,5\Omega \quad (3\text{P})$$

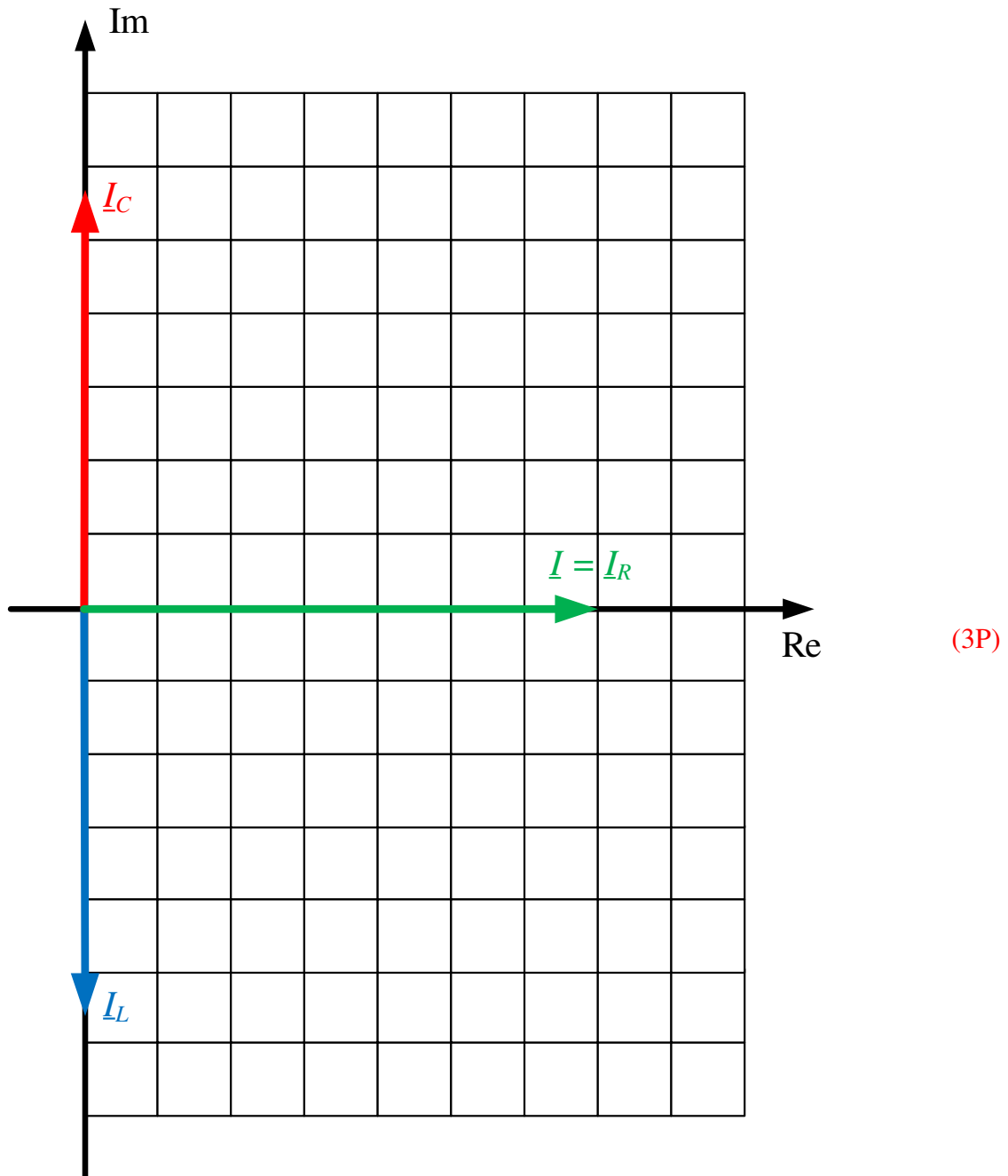
**e) Amplitude von  $u_L(t)$** 

Spannungsteiler:

$$\hat{u}_L = \frac{R}{R + R_m} \hat{u} = \frac{3,5\Omega}{4\Omega} \cdot 40\text{V} = 35\text{V} \quad (3\text{P})$$

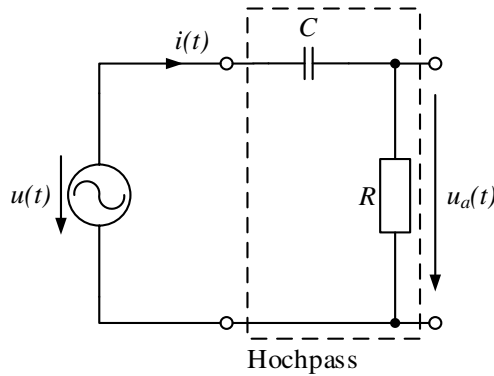
**f) Zeigerdiagramm**

$$I_L = I_C = \frac{U_L}{\omega L} = \frac{35V}{\sqrt{2} \cdot 2\pi \cdot 1000\text{Hz} \cdot 700\mu\text{H}} = 5,63\text{A} \quad (1P)$$



**Aufgabe 6 - Wechselstromnetzwerke:** ( /15P)

Gegeben ist folgender Hochpass mit seinem Amplituden- und Phasengang. Der Widerstand  $R$  ist unbekannt.

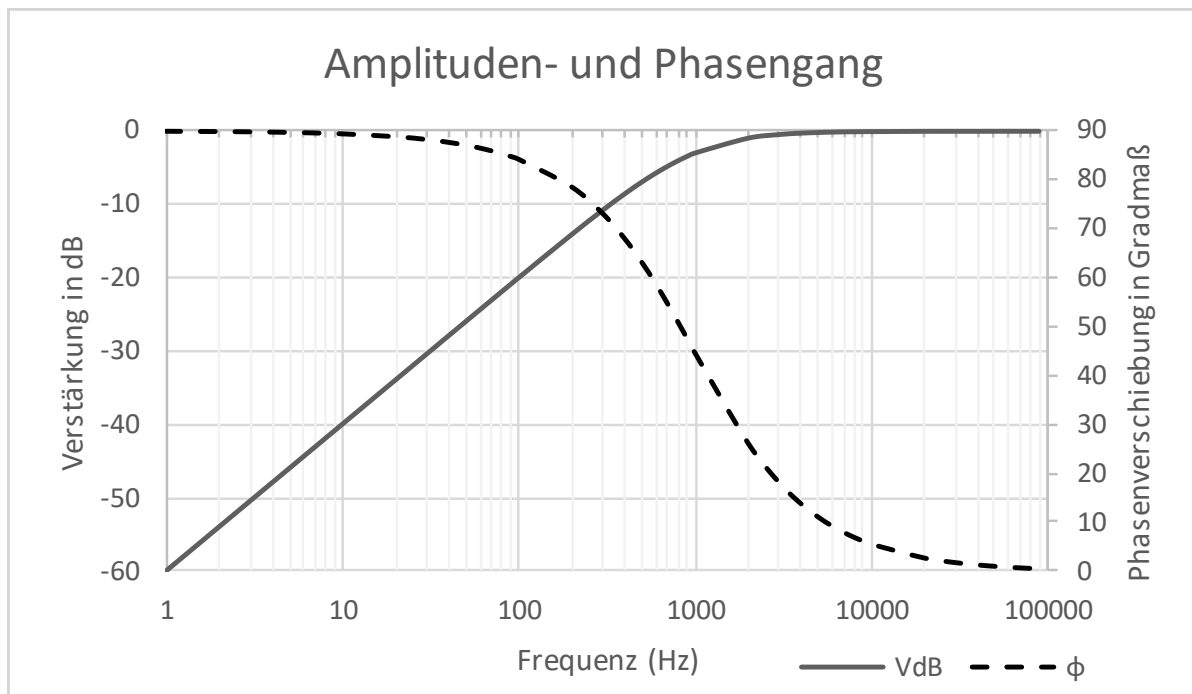


$$u(t) = 5V \cdot \sin(2\pi f t)$$

$$f = 100 \text{ Hz}$$

$$C = 100 \text{ nF}$$

$$R = ?$$



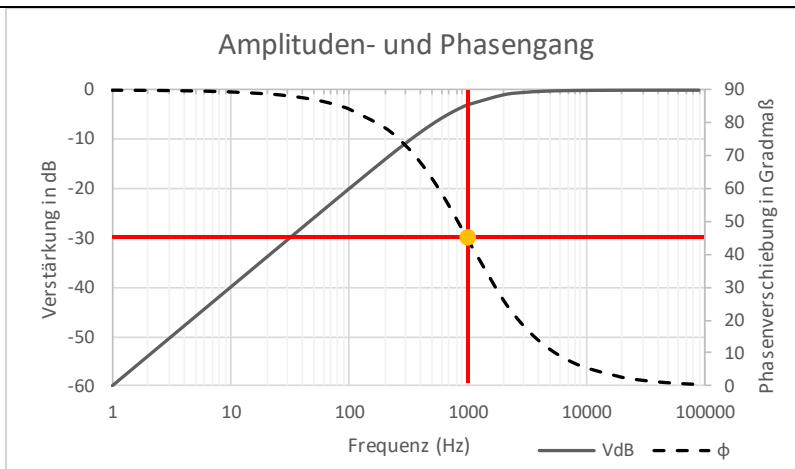
**Fragen:**

- Wie groß ist die Grenzfrequenz  $f_g$  des Hochpasses? Kennzeichnen Sie diese im obigen Diagramm. (2P)
- Berechnen Sie den Widerstand  $R$ , damit der Hochpass die Grenzfrequenz  $f_g$  hat. (2P)
- Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung  $u_a(t)$  bei  $f_g$ . (**Hinweis:** Benutzen Sie die Vorlage im Lösungsblatt) (3P)
- Berechnen Sie die Amplitude der Ausgangsspannung  $u_a(t)$  bei  $f = 100 \text{ Hz}$ . (3P)
- Für den Strom  $i(t)$  gilt die Formel:  $i(t) = I\sqrt{2} \cdot \sin(2\pi f t + \phi_i)$ . Bestimmen Sie die Größen  $I$  und  $\phi_i$  für den Fall  $f = 100 \text{ Hz}$ . (5P)



**Lösung 6:**

**a) Grenzfrequenz bestimmen**



(1P)

Grenzfrequenz  $f_g = 1000 \text{ Hz}$  (Phasengang =  $45^\circ$ )

(1P)

**b) Bestimmung der Kapazität C**

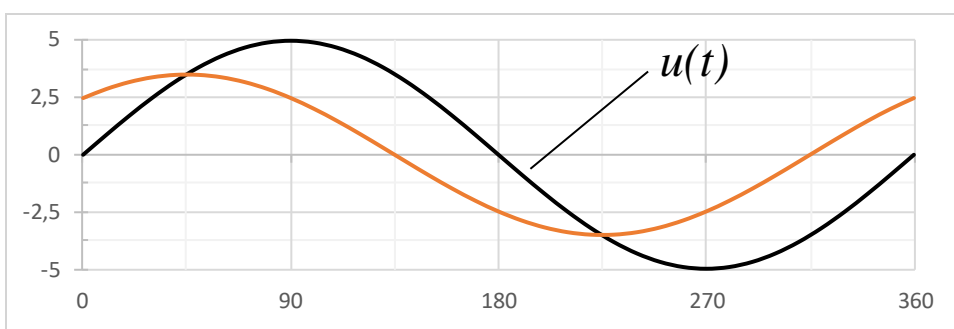
Formel der Grenzfrequenz

$$f_g = \frac{1}{2\pi RC} \quad (1P)$$

Einsetzen des Widerstandwertes

$$R = \frac{1}{2\pi \cdot 100\text{nF} \cdot 1000\text{Hz}} = 1591 \text{ } \Omega \approx 1,6\text{k}\Omega \quad (1P)$$

**c) Zeichnen der Ausgangsspannung  $u_a(t)$  bei  $f_g$**



(3P)

Amplitude:  $\frac{5V}{\sqrt{2}} \approx 3,5V$  (ungefähr bei der Hilfslinie 3,75V)

Phase:  $45^\circ$  nach links verschoben

**d) Amplitude des Ausgangsspannung  $u_a(t)$**

---

Verstärkung bei 100Hz grafisch bestimmen  $\rightarrow V = -20dB = \frac{1}{10}$  (2P)

$$\hat{u}_a = V \cdot \hat{u} = \frac{1}{10} 5V = 500 \text{ mV} \quad (1P)$$

---

**e) Effektivwert und Phasenverschiebung des Stromes  $i(t)$**

---

$$I = \frac{\hat{u}_a}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{R} = \frac{500 \text{ mV}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{1591\Omega} = 222,22 \mu\text{A} \quad (2P)$$

Ablezen der Phase von  $u_a(t)$  aus dem Phasengang:  $\phi_a \approx 85^\circ$

Strom  $i(t)$  ist in Phase mit der Spannung  $u_a(t)$  vor:  $\phi_i = \phi_a \approx 85^\circ$  (3P)

**Aufgabe 7 – Verständnisfragen**

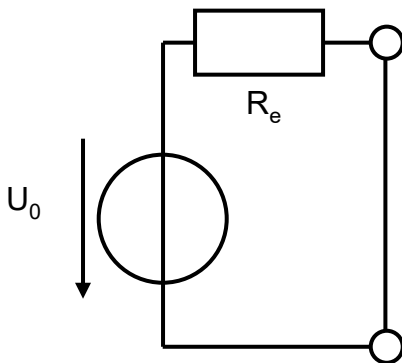
( /10P)

**Fragen:**

1. Wie ist der Zusammenhang zwischen spezifischem Widerstand und spezifischer Leitfähigkeit? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

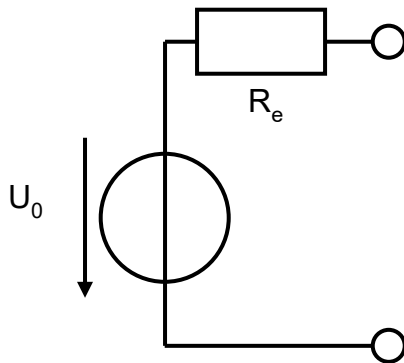
Spezifische Leitfähigkeit = Spezifischer Widerstand	
Es gibt keinen Zusammenhang	
Spezifische Leitfähigkeit = 1 / Spezifischer Widerstand	X
Spezifische Leitfähigkeit = $\rho$ · Spezifischer Widerstand	

2. Wie groß ist die Kurzschlussleistung einer Ersatzspannungsquelle? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)



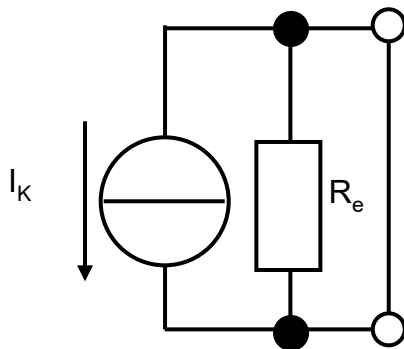
$P_q = \frac{U_0^2}{R_e} = I_k^2 \cdot R_e$	X
$P_q = 0$	
$P_q = \infty$	
$P_q = \frac{U_0}{I_k}$	

3. Wie groß ist die Leerlaufleistung einer Ersatzspannungsquelle? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)



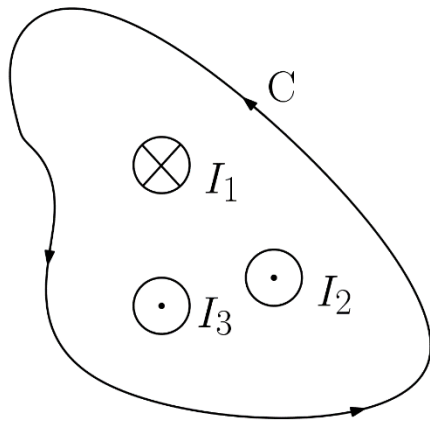
$P_q = \frac{U_0^2}{R_e} = I_k^2 \cdot R_e$	
$P_q = 0$	<b>X</b>
$P_q = \infty$	
$P_q = U_0 \cdot I_k$	

4. Wie groß ist die Kurzschlussleistung einer Ersatzstromquelle? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)



$P_q = I_k^2 \cdot R_e$	
$P_q = 0$	<b>X</b>
$P_q = \infty$	
$P_q = U_0 \cdot I_k$	

5. Wie groß ist die Durchflutung  $\Theta$  für die Kontur C mit  $I_1 = 2 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,5 \text{ A}$ , und  $I_3 = 1 \text{ A}$ ?  
(Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)



$\Theta = I_1 - I_2 - I_3 = 0,5 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>
$\Theta = I_1 + I_2 + I_3 = 3,5 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>
$\Theta = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 = 0,5 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>
$\Theta = -I_1 + I_2 + I_3 = -0,5 \text{ A}$	<input checked="" type="checkbox"/>

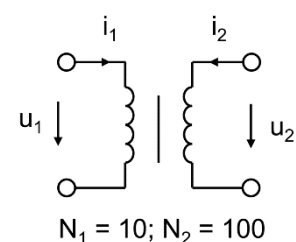
6. Wie lautet die Einheit der magnetischen Flussdichte? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

Ampere pro Meter $[\frac{A}{m}]$	<input type="checkbox"/>
Tesla = Voltsekunde pro Quadratmeter $[T = \frac{Vs}{m^2}]$	<input checked="" type="checkbox"/>
Henry = Voltsekunde pro Ampere $[H = \frac{Vs}{A}]$	<input type="checkbox"/>
Farad = Amperesekunde pro Volt $[F = \frac{As}{V}]$	<input type="checkbox"/>

7. Wie groß sind der Strom  $i_2$  und die Spannung  $u_2$  eines idealen Transformators mit  $N_1 = 10$  und  $N_2 = 100$  bei  $u_1 = 10 \text{ V}$  und  $i_1 = 1 \text{ A}$ ?

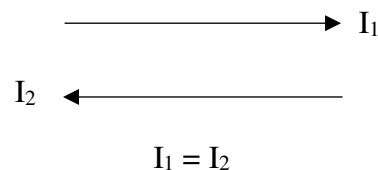
(Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

$u_2 = 100 \text{ V}, i_2 = -0,1 \text{ A}$	<input checked="" type="checkbox"/>
$u_2 = 1 \text{ V}, i_2 = -10 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>
$u_2 = 10 \text{ V}, i_2 = -1 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>
$u_2 = 100 \text{ V}, i_2 = -10 \text{ A}$	<input type="checkbox"/>



8. Was passiert mit den Leitern, wenn ein Strom  $I > 0$  A fließt? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

Die beiden Leiter ziehen sich an.	<input type="checkbox"/>
Die beiden Leiter stoßen sich ab.	<input checked="" type="checkbox"/>
Die Kräfte heben sich auf.	<input type="checkbox"/>



9. Misst man die Spannung an einer deutschen Haushaltssteckdose spricht man von einer Spannung von 230 V bei einer Frequenz von 50 Hz. Welche der folgenden Aussagen ist richtig? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

Der Spitzenwert der Spannung beträgt 230 V.	<input type="checkbox"/>
Die Spannung ändert sich sinusförmig mit einer Amplitude von ca. 325 V und einer Periodendauer von 20 ms.	<input checked="" type="checkbox"/>
Der Mittelwert der Spannung beträgt 230 V.	<input type="checkbox"/>

10. Welche der nachfolgenden Kennlinien beschreibt am ehesten den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung an einer Halbleiter-Diode? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an.) (1P)

a) <input type="checkbox"/>	b) <input type="checkbox"/>	c) <input checked="" type="checkbox"/>