

## Klausur

### Grundlagen der Elektrotechnik - Service

- 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 Frageblätter 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

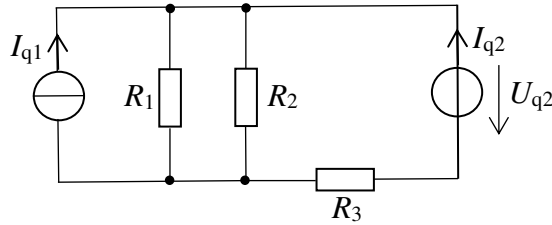
Name:	
Vorname:	
Matrikelnummer:	
Studienrichtung:	
Unterschrift:	

---

Bereich für die Korrektur

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

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

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

$$I_{q1} = 2 \text{ A}$$

$$U_{q2} = 8 \text{ V}$$

$$R_1 = 1,5 \Omega$$

$$R_2 = 3 \Omega$$

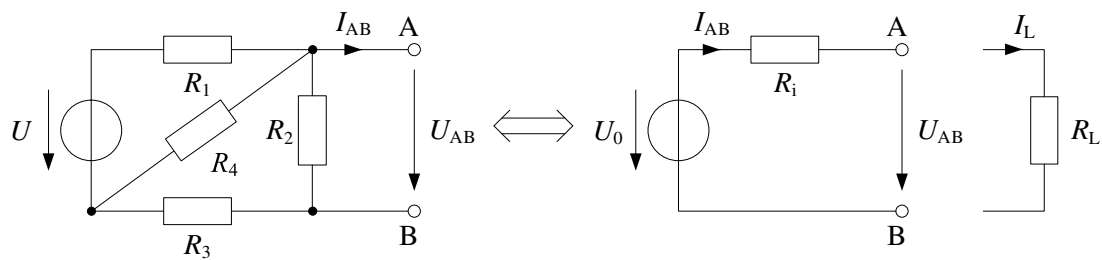
$$R_3 = 2 \Omega$$

Berechnen Sie den Strom  $I_{q2}$  mithilfe des Superpositionsprinzips. Geben Sie die Ergebnisse und die Ersatzschaltbilder der Zwischenschritte an. (15P)

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 1:**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 2 – Gleichstromnetzwerk: ( /15P)**

$$U = 40 \text{ V}; R_1 = 15 \text{ } \Omega; R_2 = 53\frac{1}{3} \text{ } \Omega; R_3 = 20 \text{ } \Omega; R_4 = 60 \text{ } \Omega; R_L = ? \text{ } \Omega$$

Abbildung 1: Gleichstromnetzwerk

Aufgabenstellung:

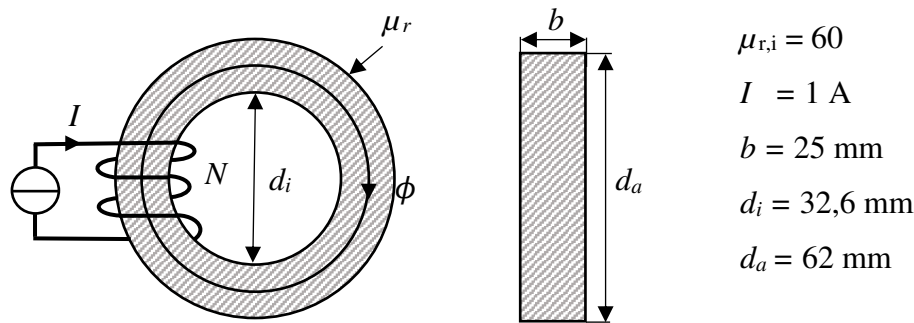
- Berechnen Sie  $R_i$  und  $U_0$  der Ersatzspannungsquelle. (8 P)
- Bestimmen Sie  $R_L$ , damit sich ein Strom  $I_L$  von 20 mA einstellt. (3 P)
- Bestimmen Sie die Leistung die im Widerstand  $R_L$  und im Widerstand  $R_i$  umgewandelt wird, wenn  $R_L$  angeschlossen ist. (2 P)
- Wie groß ist der Wirkungsgrad der dargestellten Schaltung? (2 P)  
(Hinweis: Die in  $R_i$  umgesetzte Leistung stellen die Verluste dar)

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 2:**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 3 – magnetischer Kreis:** ( /15P)

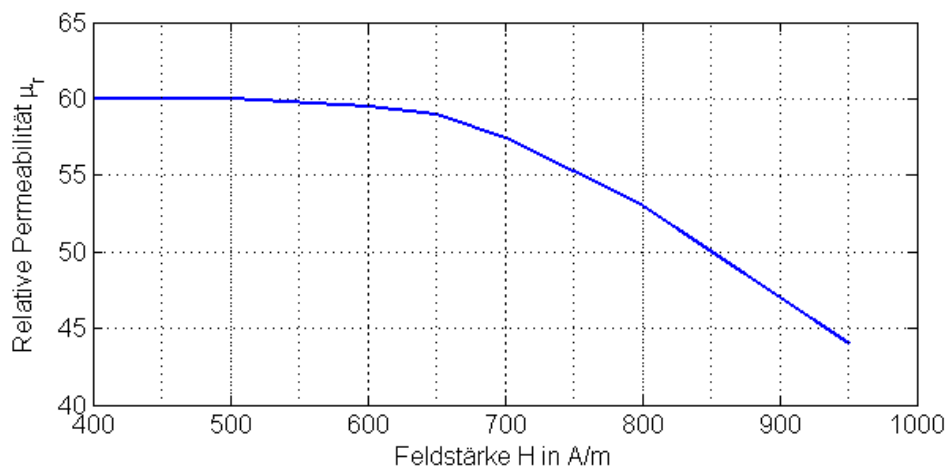


$\mu_{r,i} = 60$   
 $I = 1 \text{ A}$   
 $b = 25 \text{ mm}$   
 $d_i = 32,6 \text{ mm}$   
 $d_a = 62 \text{ mm}$

**Abbildung 2: Magnetischer Kreis**

Um einen Kern mit den in Abbildung 2 gegebenen Abmessungen ist eine Spule mit  $N = 79$  Windungen gewickelt. Das Material des Kerns hat zunächst eine relative Permeabilität von  $\mu_{r,i} = 60$  ( $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$ ).

- a) Berechnen Sie die magnetische Feldstärke  $H$ , den magnetischen Fluss  $\Phi$  sowie die magnetische Flussdichte  $B$  im Kern. Die mittlere bzw. effektive Länge der magnetischen Feldlinien beträgt  $l_{eff} = \pi \cdot d_{eff} = \pi(d_a + d_i) \cdot 0,5 = 148,6 \text{ mm}$ . **(7P)**
- b) Wie groß ist die Induktivität der Anordnung bei  $I = 1 \text{ A}$ ? **(2P)**
- c) Abbildung 3 zeigt die Abhängigkeit der relativen Permeabilität des Kernmaterials von der magnetischen Feldstärke im Kern. Wie groß ist die relative Permeabilität  $\mu_r^*$  des Kerns, wenn Sie  $I^* = 1,6 \text{ A}$  in die Anordnung einspeisen? Wie groß ist die Induktivität  $L^*$  der Anordnung in diesem Betriebspunkt? **(3P)**
- d) Wie viele Windungen braucht die Anordnung, damit ihre Induktivität bei  $I^* = 1,6 \text{ A}$  den Wert  $1,16 \text{ mH}$  erreicht? **(3P)**



**Abbildung 3: Sättigungskennlinie des Kernmaterials**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 3:**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

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

Gegeben sind folgende Parameter einer fremderregten Gleichstrommaschine bei Nennspannung:

Rotornennspannung $U_{a,N}$	400 V
Rotornennstrom $I_{a,N}$	55 A
Leerlaufdrehzahl $n_{0,N}$	3000 U/min
Erregerspannung $U_{f,N}$	180 V
Erregerstrom $I_{f,N}$	2,3 A
Arbeitspunkt	1500 U/min bei 70 N m

- a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild der fremderregten Gleichstrommaschine. Kennzeichnen Sie den Rotor und den Stator. (2 P)
- b) Bestimmen Sie rechnerisch den Maschinenparameter  $k\Phi$  und den Ankerwiderstand  $R_a$ . (4 P)
- c) Berechnen Sie das Kurzschlussmoment  $M_k$ . (2 P)
- d) Berechnen Sie den Wirkungsgrad  $\eta$  der Maschine im Arbeitspunkt. (3 P)  
(Hinweis: Berücksichtigen Sie die Verluste im Stator und im Rotor)
- e) Zeichnen Sie die Drehmoment-Drehzahlkennlinie (M-n-Kennlinie) der gegebenen Maschine und kennzeichnen Sie die charakteristischen Punkte. (Hinweis: Benutzen Sie für die Kennlinie die Abbildung 2 auf Seite 10) (2 P)
- f) Zeichnen Sie erneut jeweils eine qualitative M-n-Kennlinie für die veränderten im Folgenden genannten Betriebspunkte in die Abbildung 2 auf Seite 10 ein. (2 P)
  - a. Die Maschine mit einer geringeren Ankerspannung betreiben.
  - b. Die Maschine mit einer geringeren Erregerspannung betreiben.

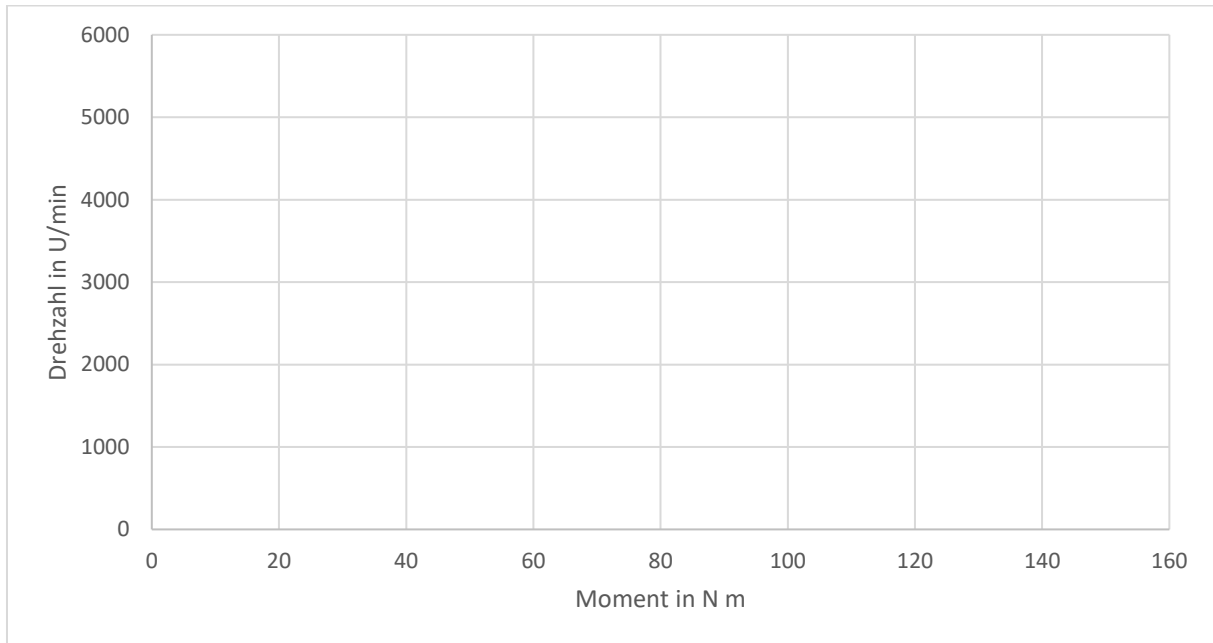


Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 4:**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 4:**

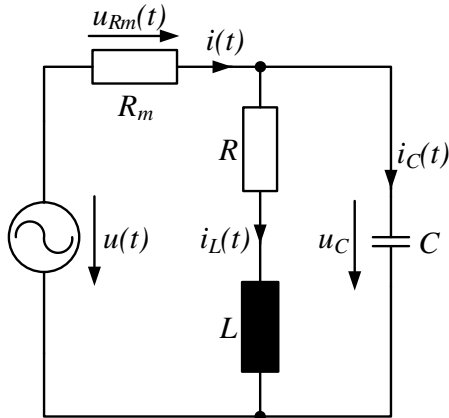


**Abbildung 2: M-n-Kennlinie permanenterregte Gleichstrommaschine (Aufgabe 4)**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 5 - Wechselstromnetzwerke:** ( /15P)

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

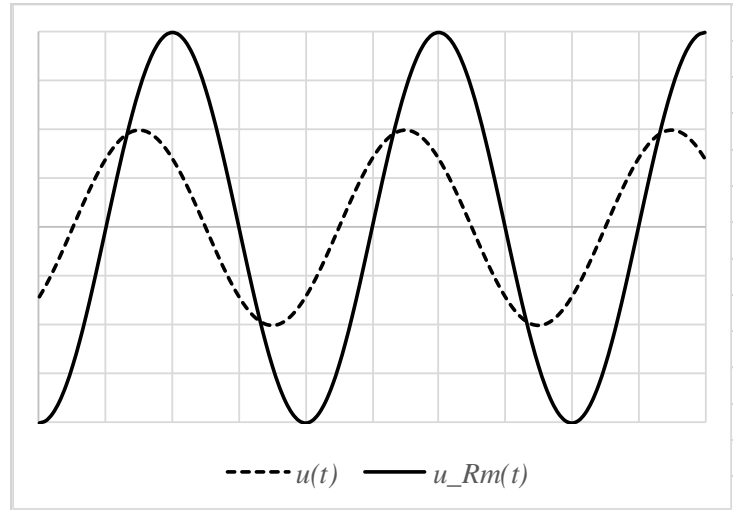


$R_m = 2 \Omega$

$C = 100 \mu\text{F}$

$R = ?$

$L = ?$



Oszilloskopbild

<b>X-Achsenteilung:</b>	2 ms / Kästchen
<b>Y-Achsenteilung (U):</b>	25 V / Kästchen
<b>Y-Achsenteilung (URM):</b>	5 V / Kästchen

**Fragen:**

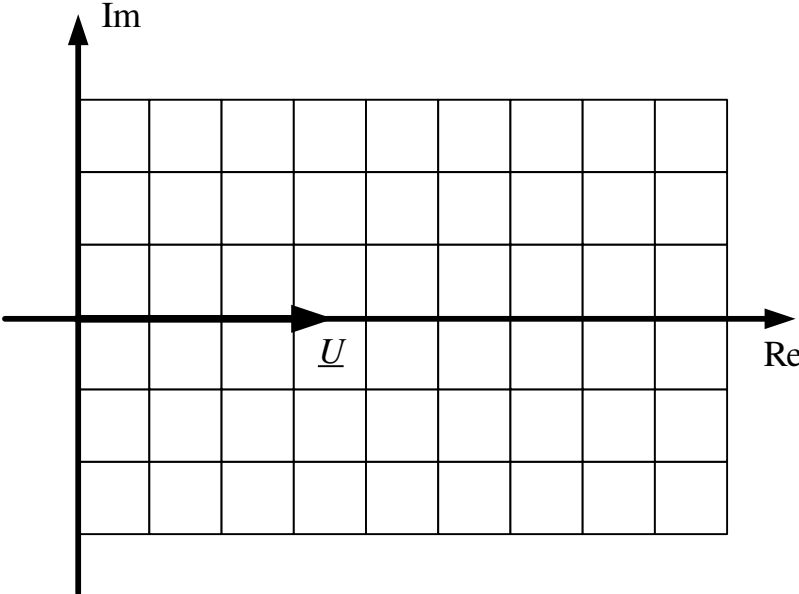
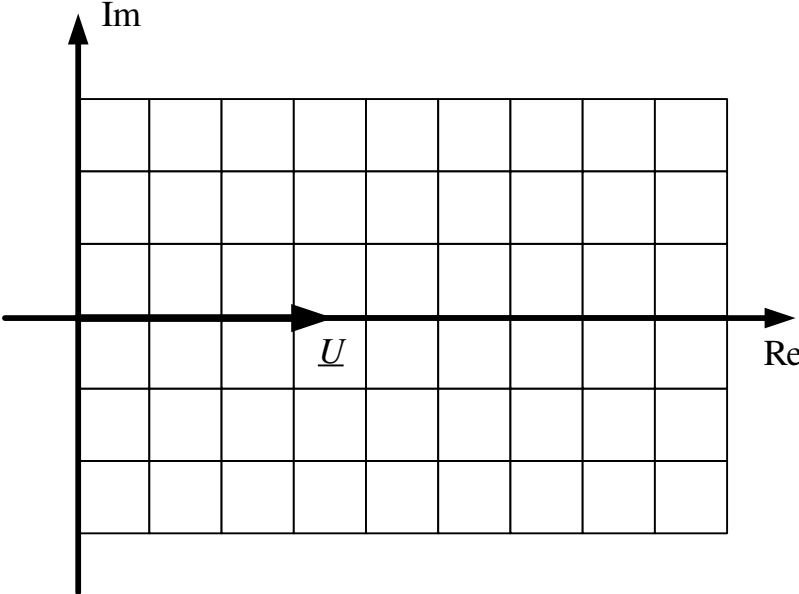
- a) Ermitteln Sie aus dem Oszilloskopbild die Frequenz der Spannung  $u(t)$ . (2P)
- b) Wie groß ist der Effektivwert des Stromes  $i(t)$ ? (2P)
- c) Zeichnen Sie den Zeiger von  $\underline{U}_{Rm}$  in das Zeigerdiagramm auf Seite 13. (1P)
- d) Berechnen und zeichnen Sie den Spannungszeiger  $\underline{U}_C$  über der Kapazität  $C$  in das Zeigerdiagramm auf Seite 13. (3P)
- e) Ermitteln Sie den Wert des Widerstandes  $R$  und der Induktivität  $L$ . (7P)

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 5:**

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

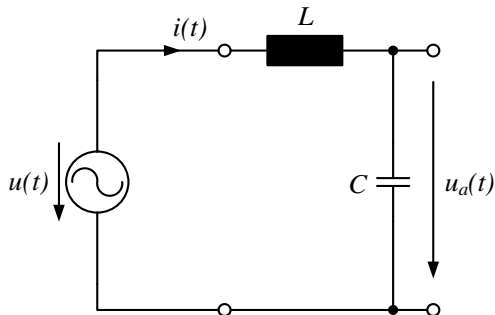
Lösungsblatt für Aufgabe 5c und 5d (Zeigerdiagramm)



Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

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

Gegeben ist folgende LC-Schaltung.

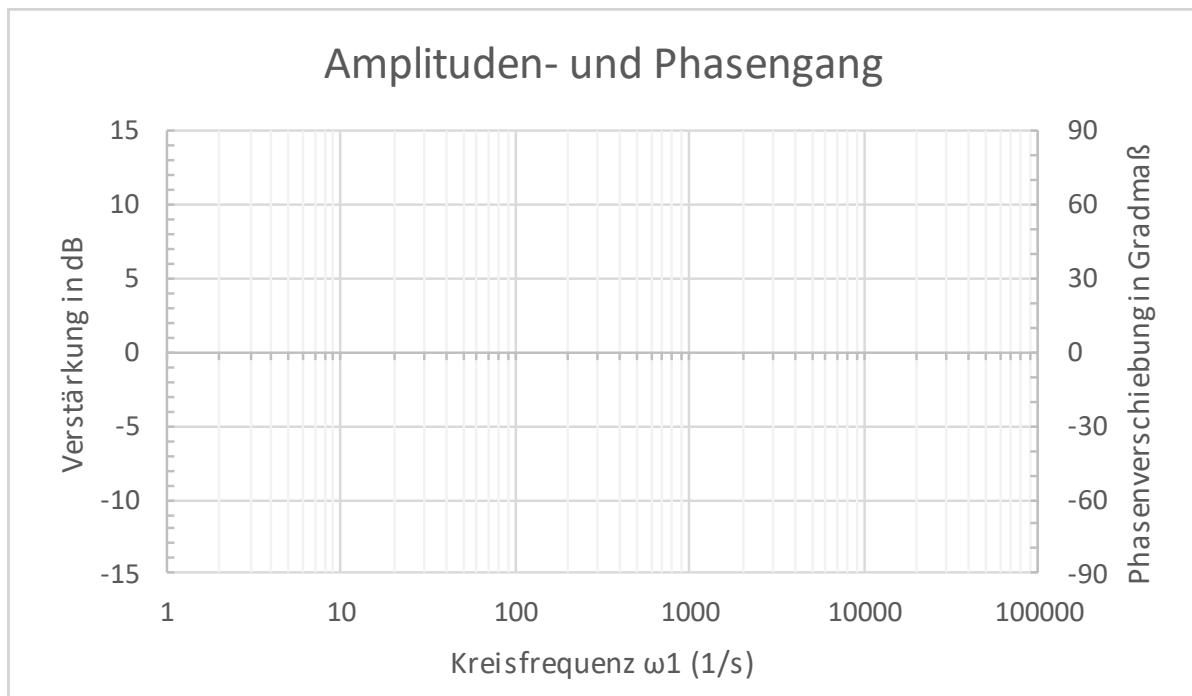


$$u(t) = 10 \text{ V} \cdot \sin(\omega_1 t)$$

$$\omega_1 = 3000 \text{ s}^{-1}$$

$$L = 500 \text{ } \mu\text{H}$$

$$C = ?$$

**Fragen:**

- Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion  $\underline{V}(\omega) = \underline{U}_a / \underline{U}$  der obigen Schaltung. *Hinweis: Sie können hier einen komplexen Spannungsteiler anwenden.* (4P)
- Bei welcher Kreisfrequenz  $\omega$  gilt für die Verstärkung  $\underline{V}(\omega) \rightarrow \infty$ ? Begründen Sie Ihre Antwort. (4P)
- Berechnen Sie den Wert der Kapazität  $C$ , damit die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  bei der gegebenen Eingangsspannung  $u(t)$  eine Amplitude von 50V hat. (4P)
- Tragen Sie die Verstärkung und die Phasenverschiebung für  $\omega_1$  in oben dargestelltes Bodediagramm ein. (3P)

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Lösung 6:**

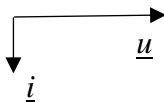
Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 7 – Verständnisfragen** ( /10P)

Kreuzen Sie jeweils die richtige Antwort an. Bei 4), 5), 6) und 9) sollen Sie eine eigene Antwort aufschreiben.

**Fragen:**

- 1) Um den Widerstand eines elektrischen Leiters zu verkleinern, sollte man
  - die Leiterlänge vergrößern
  - den Leiterquerschnitt verkleinern
  - den Leiterquerschnitt vergrößern
  
- 2) Was gilt bei der elektrischen Spannung, die in einer Haushaltssteckdose gemessen werden kann?
  - Der Mittelwert der Spannung beträgt 0 V
  - Die Amplitude der Spannung beträgt 230 V
  - Der Effektivwert der Spannung beträgt 325 V
  
- 3) Um einen Eisenkern mit Luftspalt ist ein Draht mit  $N$  Windungen gewickelt, in den ein elektrischer Strom  $I$  eingepreßt wird. Welche Aussage könne Sie bzgl. der magnetischen Feldstärken im Eisen  $H_{FE}$  sowie im Luftspalt  $H_{\delta}$  treffen?
  - $H_{FE} = H_{\delta}$
  - $H_{FE} > H_{\delta}$
  - $H_{FE} < H_{\delta}$
  
- 4) Zu welchem elektrischen Bauelement gehört das folgende Zeigerdiagramm?



- 5) Wie groß ist der elektrische Widerstand eines PT100 Messfühlers bei einer Temperatur von  $0^\circ\text{C}$ ?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- 6) Sie haben am Labornetzteil eine Spannung von 20 V und eine Strombegrenzung von 100 mA eingestellt. Sie schließen eine ohm'sche Last mit einem elektrischen Widerstand von  $80 \Omega$  direkt an das Netzteil. Sie können Leitungswiderstände und den Innenwiderstand des Netzteils vernachlässigen. Welche elektrische Spannung stellt sich über dem Widerstand ein?



Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

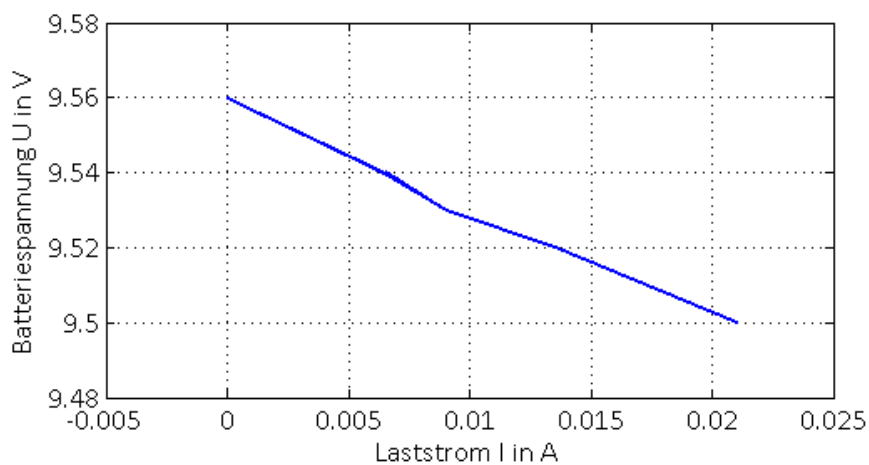
7) Markieren Sie die richtige Aussage.

- Hartmagnetische Stoffe verursachen in einem Ummagnetisierungszyklus im Allgemeinen weniger Hystereseverluste als weichmagnetische Stoffe.
- Weichmagnetische Stoffe verursachen in einem Ummagnetisierungszyklus im Allgemeinen weniger Hystereseverluste als hartmagnetische Stoffe.
- Hart- und weichmagnetische Stoffe verursachen in einem Ummagnetisierungszyklus im Allgemeinen gleich große Hystereseverluste.

8) Gegeben sind die magnetischen Feldlinien im Luftspalt einer fremderregten Gleichstrommaschine. Wie müssen die Wicklungen im Stator gewickelt sein, damit sich das eingezeichnete Feld ergibt? (Kreuzen Sie die richtige Lösung an) (1P)

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

9) Wie groß ist die Leerlaufspannung der gegebenen Batteriekennlinie?



Antwort:

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

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

(1P)

- $\Theta = I_1 - I_2 - I_3 = 1 \text{ A}$
- $\Theta = I_1 + I_2 + I_3 = 3 \text{ A}$
- $\Theta = I_1 \cdot I_2 \cdot I_3 = 0,5 \text{ A}$
- $\Theta = -I_1 + I_2 + I_3 = -1 \text{ A}$

