

# Klausur

## Grundlagen der Elektrotechnik (Musterlösung)

### Lösung 1:

1. Berechnung des Querschnitts  $A$

$$A = \pi (d/2)^2 = \pi (0,1\text{mm}/2)^2 = 7,85 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \quad (1\text{P})$$

Berechnung des Widerstandes  $R$

$$R = \rho \cdot l / A = 5 \times 10^{-7} \Omega\text{m} \cdot 0,2\text{m} / 7,85 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 12,73 \Omega \quad (1\text{P})$$

2. Berechnung der neuen Querschnittsfläche  $A_{\text{neu}}$

Masse des Drahtes bleibt erhalten:  $V_{\text{alt}} = V_{\text{neu}} \rightarrow A_{\text{alt}} l_{\text{alt}} = A_{\text{neu}} l_{\text{neu}} \quad (1\text{P})$

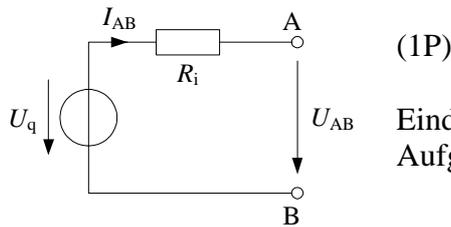
$$A_{\text{neu}} = l_{\text{alt}} / l_{\text{neu}} \cdot A_{\text{alt}} = (l_{\text{alt}} / 1,03 l_{\text{alt}}) \cdot A_{\text{alt}} = 0,97 \cdot 7,85 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 7,62 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \quad (1\text{P})$$

Berechnung des neuen Widerstandswerts  $R_{\text{neu}}$

$$R_{\text{neu}} = \rho \cdot l_{\text{neu}} / A_{\text{neu}} = \rho \cdot (1,03 \cdot l_{\text{alt}}) / (0,97 \cdot A_{\text{alt}}) = R_{\text{alt}} \cdot (1,03/0,97) = 13,52 \Omega \quad (1\text{P})$$

**Lösung 2:**

3.



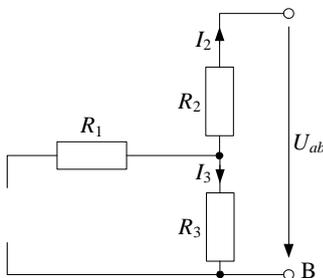
(1P)

Eindeutige Benennung der Größen für nächste Aufgaben

4. Berechnung der Quellenspannung  $U_q$

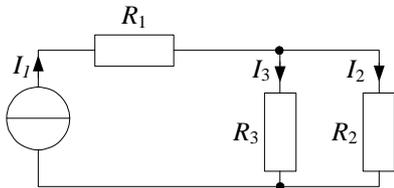
Leerlauf:  $I_2 = 0, I_3 = I_1 \rightarrow U_q = U_{R3} = I_3 \cdot R_3 = I_1 \cdot R_3 = 10A \cdot 6\Omega = 60V$  (1P)

Berechnung des Innenwiderstandes  $R_i$



$R_i = R_2 + R_3 = 4\Omega + 6\Omega = 10\Omega$  (2P)

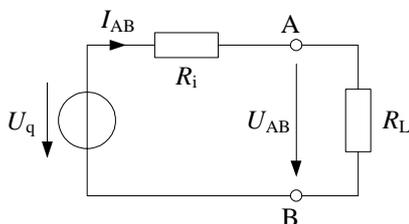
Berechnung des Innenwiderstandes  $R_i$  mit Kurzschlussstrom (Alternativ)



$I_k = I_2 = I_1 \cdot (R_2 || R_3) / R_2 = I_1 \cdot R_3 / (R_2 + R_3) = 10A \cdot 6\Omega / (4\Omega + 6\Omega) = 6A$  (1P)

$R_i = U_q / I_k = 60V / 6A = 10\Omega$  (1P)

5. Berechnung des Laststromes  $I_2 \rightarrow$  Ersatzspannungsquelle aus (2) anwenden.



$I_2 = I_{AB} = U_q / (R_i + R_L) = 60V / (10\Omega + 5\Omega) = 4A$  (1P)

(Folgefehler von  $U_q$  und  $R_i$  aus (2) möglich; Punkt geben, trotz falscher Ergebnis)

6. Berechnung der Leerlaufleistung  $P_L$

$P_L = (I_1)^2 \cdot (R_1 + R_3) = (10A)^2 \cdot (8\Omega + 6\Omega) = 1400W$  (2P)

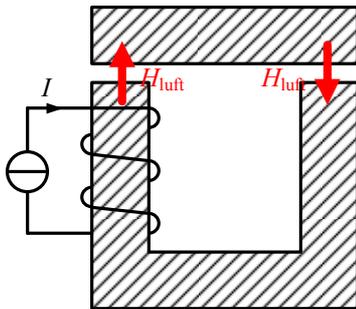
**Lösung 3:**

1. Anwendung des Durchflutungsgesetzes:

$$\oint_C \vec{H} d\vec{s} = \Theta = I \cdot N \quad (1P)$$

Das Feld konzentriert nur im Luftspalt, weil das Eisen magnetisch ideal leitet.

$$H_{\text{Luft}} \cdot 2d = I \cdot N \rightarrow H_{\text{Luft}} = I \cdot N / (2d) = 10A \cdot 40 / 1\text{mm} = 400 \text{ A/mm} \quad (1P)$$



(1P)

*Punkt vergeben, wenn beide Feldrichtungen vorhanden sind.*

2. Magnetische Flussdichte:

$$B_{\text{Luft}} = \mu_0 \cdot H_{\text{Luft}} = 1,257 \times 10^{-6} \text{ H/m} \cdot 400 \text{ A/mm} = 0,5028 \text{ T (0,5 T)} \quad (1P)$$

*(Folgefehler tolerieren; einen Punkt vergeben trotz falscher Ergebnis)*

3. Magnetischer Fluss:

$$\Phi = B_{\text{Luft}} \cdot A = 0,5 \text{ T} \cdot 25 \text{ mm}^2 = 12,57 \mu \text{ Vs (12,5 } \mu \text{ Vs)} \quad (1P)$$

*(Folgefehler tolerieren; einen Punkt vergeben trotz falscher Ergebnis)*

4. Induktivität:

$$L = \Psi / I = N \cdot \Phi / I = 40 \cdot 12,57 \mu \text{ Vs} / 10 \text{ A} = 50,28 \mu \text{ H (50 } \mu \text{ H)} \quad (1P)$$

*(Folgefehler tolerieren; einen Punkt vergeben trotz falscher Ergebnis)*

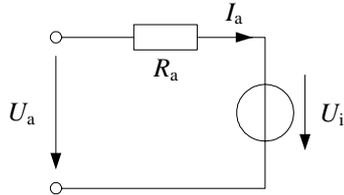
**Lösung 4:**

1. Berechnung des Drehmoments im Bemessungspunkt:

$$P_{\text{mech}} = M \cdot \omega \rightarrow M = P_{\text{mech}} / \omega = 6\text{kW} / (2\pi \cdot 2000\text{min}^{-1}) = 28,65 \text{ Nm} \quad (2\text{P})$$

(Bei falscher Einheit von Drehzahl, nicht umgewandelt in  $\text{s}^{-1}$ , nur 1P geben)

2. Ankerwiderstand berechnen

Bestimmung der induzierten Spannung  $U_i$ 

$$P_{\text{mech}} = U_i \cdot I_a \text{ (keine Verluste im Luftspalt)}$$

$$U_i = P_{\text{mech}} / I_a = 6\text{kW} / 10\text{A} = 600\text{V} \quad (1\text{P})$$

Bestimmung des Ankerwiderstandes

$$U_{R_a} = U_a - U_i = I_a R_a \rightarrow R_a = (U_a - U_i) / I_a = (620\text{V} - 600\text{V}) / 10\text{A} = 2\Omega \quad (1\text{P})$$

(Trotz falscher Ergebnis einen Punkt für die Formel geben, z.B. wenn  $U_i$  falsch ist)

3. Elektrische Eingangsleistung:  $P_{\text{el}} = U_a \cdot I_a = 620\text{V} \cdot 10\text{A} = 6200\text{W} \quad (1\text{P})$   
 Mechanische Ausgangsleistung:  $P_{\text{mech}} = 6000\text{W}$   
 Wirkungsgrad:  $\eta = P_{\text{mech}} / P_{\text{el}} = 6000\text{W} / 6200\text{W} = 96,77\% \quad (1\text{P})$

**Lösung 5:**

$$1) \quad \underline{Y} = \frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)$$

$$\underline{Y} = \frac{1}{10} + j\left(2\pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 1 \cdot 10^{-3}\text{F} - \frac{1}{2\pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\text{H}}\right) = 100\text{mS} - j322\text{mS}$$

$$|\underline{Y}| = \sqrt{(0.1)^2 + (0.322)^2} = 0,337\text{S} \quad (1\text{P})$$

$$\varphi = -\arctan\left(R \cdot \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)\right)$$

$$\varphi = -\arctan\left(10 \cdot \left(2\pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 1 \cdot 10^{-3}\text{F} - \frac{1}{2\pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\text{H}}\right)\right)$$

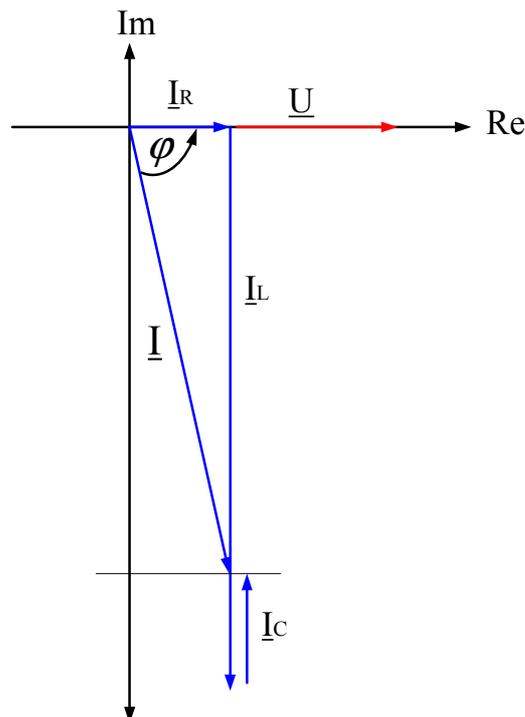
$$\varphi = 72,72^\circ \quad (3\text{P})$$

$$2) \quad |\underline{I}| = |\underline{U}| \cdot |\underline{Y}|$$

$$|\underline{I}| = |\underline{U}| \cdot |\underline{Y}| = 70\text{V} * 0,337\text{S} = 23,6\text{A} \quad (1\text{P})$$

$$\varphi = 72,72^\circ$$

$$3) \quad (3\text{P})$$



(1P)

**Lösung 6:**

$$1) \quad R_{D0} = \frac{U_v - U_{DS0}}{I_{D0}} = \frac{15V - 5V}{10^{-3}A} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$2) \quad U_{GS0} = U_{th} + \sqrt{\frac{2 \cdot I_{D0}}{S}} = 2,2 + \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}A}{25 \cdot 10^{-3}A \cdot V^{-2}}} = 2,48 \text{ V}$$

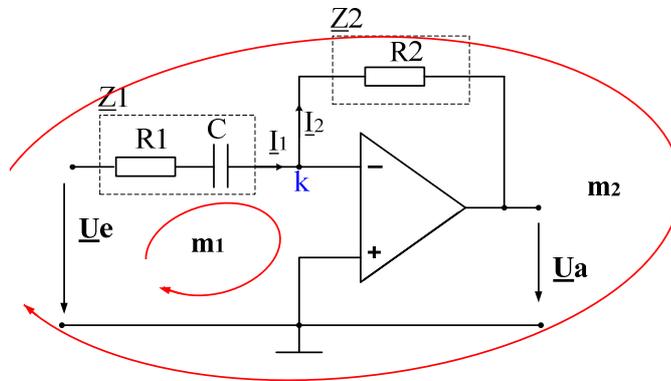
$$3) \quad R_{G2} = \frac{U_{GS0}}{I_{RG2}} = \frac{2,48V}{5\mu A} = 496 \text{ k}\Omega$$

$$U_{GS0} = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} \cdot U_v \quad \rightarrow \rightarrow \quad R_{G1} = \frac{R_{G2}(U_v - U_{GS0})}{U_{GS0}} = 2,504 \text{ M}\Omega$$

$$4) \quad \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} = S \cdot (U_{GS0} - U_{th}) = 25 \cdot 10^{-3} A \cdot V^{-2} \cdot (2,48V - 2,2V) = 7 \frac{mA}{V}$$

**Lösung 7:**

1)



Knotengleichung: k1:  $I_1 = I_2$  (1P)

Maschengleichungen: m1:  $\underline{U}_e - I_1 \cdot \underline{Z}_1 = 0$  (1P)

m2:  $\underline{U}_e - \underline{U}_a - I_1 \cdot \underline{Z}_1 - I_2 \cdot \underline{Z}_2 = 0$  (1P)

2)  $\left| \frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} \right| = \frac{R_2}{\sqrt{R_1^2 + \left( \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$   $\left| \frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} \right| = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{\omega_g}{\omega} \right)^2}}$  (2P)

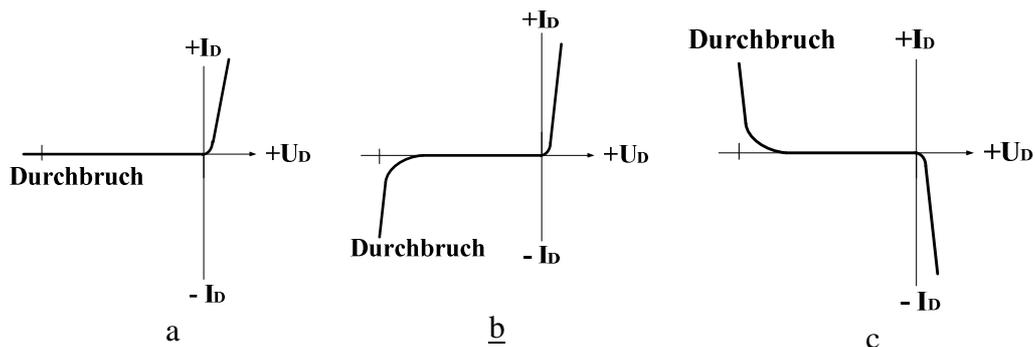
3) P2:  $\left| \frac{\underline{U}_a}{\underline{U}_e} \right|_{\omega=\omega_g} = 7,07$  (1P)

**Aufgabe 8:**

- a) Zu jeder Frage ist nur eine Antwort richtig.
- b) Jede richtige Antwort wird mit einem Punkt gewertet. Falsche oder keine Antworten werden als null Punkte gewertet.
- c) Es können maximal 20 Punkte erreicht werden.
- d) Kreuzen Sie daher zu jeder Frage eine Antwort a, b oder c an (z.B. **X**)!

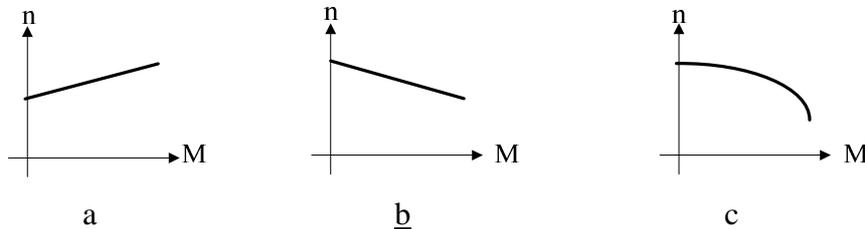
**Fragen:**

1. Aus welchem Material werden Dioden entwickelt.
  - a Silizium
  - b Keramik
  - c Silikat
  
3. Welches Bauelement kann als Verstärker eingesetzt werden?
  - a Diode
  - b MOSFET
  - c Kondensator
  
2. Welche Kennlinie beschreibt das Verhalten einer realen Diode?



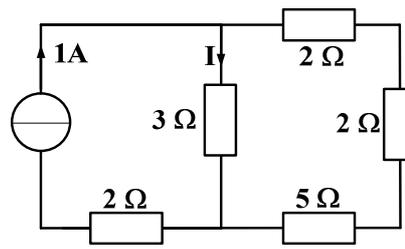
4. Wie wird ein n-Kanal MOSFET gesteuert?
- a Durch eine negative Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$ .
  - b Durch eine positive Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$ .
  - c Durch die Drain-Source-Spannung  $U_{DS}$ .

5. Welche Kennlinie beschreibt das Verhalten eines Permanentmagnet erregten Gleichstrommotors?



6. In einer Spule mit Eisenkern und Luftspalt wird die Länge des Luftspalts halbiert. Wie ändert sich die Induktivität?
- a Sie sinkt auf die Hälfte des ursprünglichen Werts.
  - b Sie wird doppelt so groß.
  - c Die Induktivität bleibt konstant.
7. Welche Feldlinien bilden immer eine geschlossene Kurve?
- a Elektrische Feldlinien.
  - b Feldlinien elektrischer Dipole.
  - c Magnetische Feldlinien
8. Welche Größe ist direkt proportional zum Drehmoment bei einer Gleichstrommaschine?
- a Der Ankerstrom
  - b Die induzierte Spannung
  - c Der Ankerwiderstand

9. Welcher Strom  $I$  fließt in nebenstehender Schaltung durch den  $3\ \Omega$ -Widerstand

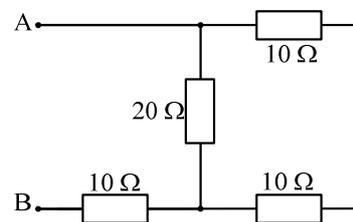


0,33 A  
a

0,75 A  
b

0,50 A  
c

10. Welcher Widerstand wird in der nebenstehenden Schaltung zwischen den Klemmen A und B gemessen?

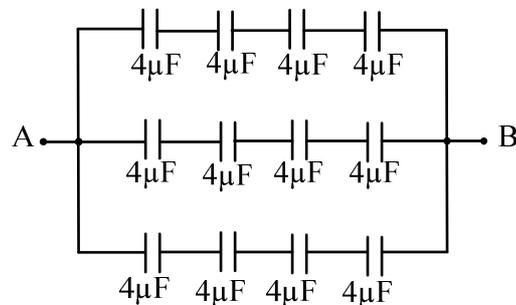


10  $\Omega$   
a

20  $\Omega$   
b

30  $\Omega$   
c

11. Die gesamte Kapazität  $C$  für die nebenstehende Schaltung zwischen den Klemmen A und B beträgt:



$C = 5,3\ \mu\text{F}$   
a

$C = 3\ \mu\text{F}$   
b

$C = 12\ \mu\text{F}$   
c

12. Zwei verschiedenen Kapazitäten ( $C_1 > C_2$ ) sind in Reihen geschaltet. Wie verteilen sich die gespeicherten Ladungen  $Q_1$  und  $Q_2$ , wenn über beiden Kapazitäten eine Gesamtspannung  $U$  anliegt?

$Q_1 = Q_2$   
a

$Q_1 > Q_2$   
b

$Q_1 < Q_2$   
c

13. Zu jeder komplexen Zahl  $\underline{Z}$  mit einem Imaginärteil  $\Im\{\underline{Z}\} \neq 0$  existiert eine konjugiert komplexe Zahl  $\underline{Z}^*$ . Wenn  $\underline{Z} = 3 + j$ , dann...

a  $\underline{Z}^* = 1 + j3$

b  $\underline{Z}^* = 3 - j$

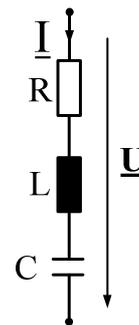
c  $\underline{Z}^* = -j$

14. Welche Eigenschaft wird bei Resonanz in einer RLC-Reihenschaltung auftauchen :

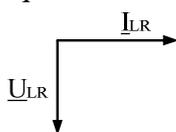
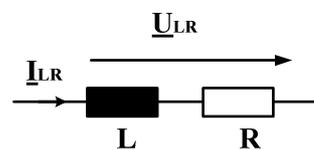
a Die Phasenverschiebung zwischen Spannung  $\underline{U}$  und Strom  $\underline{I}$  beträgt genau  $90^\circ$ .

b Die Phasenverschiebung zwischen Spannung  $\underline{U}$  und Strom  $\underline{I}$  beträgt genau  $-90^\circ$ .

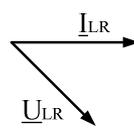
c Bei Resonanz kompensieren sich induktive und kapazitive Reaktanz, so dass eine rein reelle Impedanz gemessen wird.



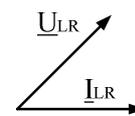
15. An einer Reihenschaltung eines idealen Widerstands und einer idealen Induktivität liege eine Wechselspannung an, die durch den Zeiger  $\underline{U}_{LR}$  dargestellt wird. Welches Zeigerdiagramm gibt die Phasenlage von  $\underline{I}_{LR}$  qualitativ richtig wieder?



a

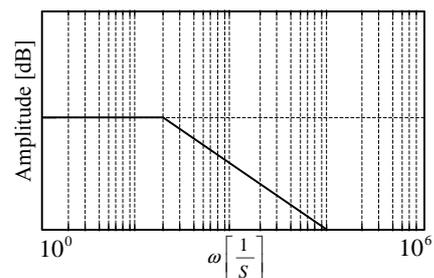


b



c

16. Rechts ist der Amplitudengang eines Filters dargestellt. Um welche Art Filter handelt es sich?

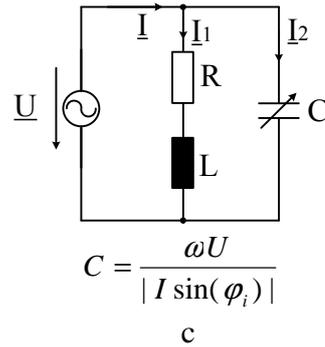


Tiefpassfilter  
a

Bandpassfilter  
b

Hochpassfilter  
c

17. Wie groß muss die Kapazität des Kondensators sein, damit das Netz nur mit einer reinen Wirkleistung belastet wird?



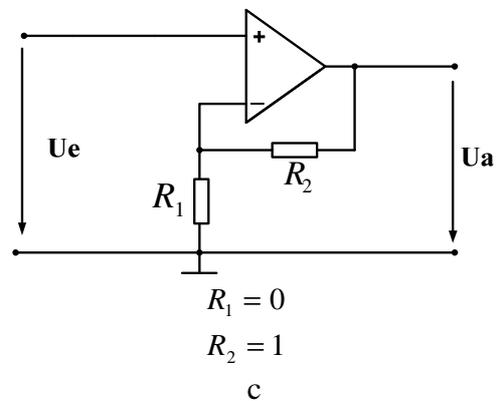
$C = \frac{|I \sin(\varphi_i)|}{\omega U}$   
a

$C = \frac{|I \cos(\varphi_i)|}{\omega U}$   
b

18. Warum stellen elektrische Energieversorgungsunternehmen die aufgenommene Blindleistung in Rechnung?

- a Die Blindleistung fällt als Abfallprodukt an und wird daher dem Verbraucher in Rechnung gestellt.
- b Die Verbraucher sollen motiviert werden, Blindleistungs-Kompensationsanlagen anzuschaffen.
- c Der Blindanteil des Stroms belastet die Leitungen und erzeugt dadurch Leitungskosten.

19. Welche Werte müssen die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  haben, damit die Schaltung eine Verstärkung  $V_U = 1$  hat?



$R_1 = \infty$   
 $R_2 = 0$   
a

$R_1 = 0$   
 $R_2 = \infty$   
b

20. Der Name dieser Schaltung lautet:

- a Invertierender Verstärker
- b Subtrahierer
- c Komparator

