

# Klausur Grundlagen der Elektrotechnik (Version 1 für Bachelor)

30.07.2010

- Die Klausur besteht aus Textaufgaben mit unterschiedlicher Punktezahl sowie einem Single-Choice Teil.
- Zulässige Hilfsmittel: nicht kommunikationsfähiger Taschenrechner, Zirkel, Geodreieck, Lineal, 3 Bögen A4 Formelsammlung
- Für die Antworten ist eigenes Papier **nicht** zulässig.
- Dauer der Klausur: 120 min

Name: ..... Vorname: .....

Matr.-Nr.: ..... Studienrichtung: .....

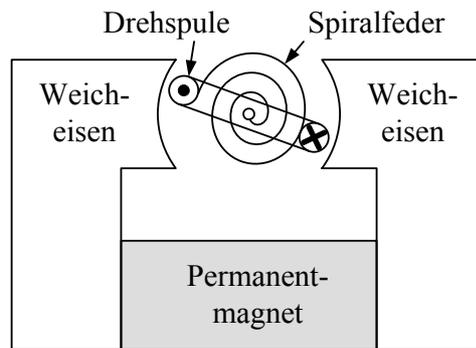
Unterschrift: .....

Aufgabe	max. Punkte	Punkte	Korrektur
1	<b>(3)</b>		
2	<b>(3)</b>		
3	<b>(3)</b>		
4	<b>(6)</b>		
5	<b>(6)</b>		
6	<b>(6)</b>		
7	<b>(6)</b>		
8	<b>(7)</b>		
9	<b>(20)</b>		
<b>Summe</b>	<b>(60)</b>		
<b>Note</b>			

**Aufgabe 1: (max. 3 Punkte)**

Der nachstehende magnetische Kreis wird in einem Drehspulinstrument verwendet. Die durch den Permanentmagneten erzeugte radiale magnetische Flussdichte im Luftspalt beträgt  $B_{\delta} = 0,6 \text{ T}$ . Die Spule hat 100 Windungen und eine Länge und Breite von jeweils 10 mm.

Hinweis: Die Permeabilität im Luft beträgt  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ .



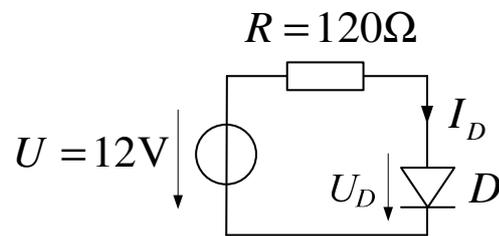
Fragen:

- Wie groß ist die auf einen Leiter wirkende Kraft bei einem Strom von 1 A? **(1 Punkt)**
- Wie groß ist das Drehmoment auf die Spule bei diesem Strom? **(1 Punkt)**
- Die Federsteifigkeit der Spiralfeder beträgt  $4,8 \cdot 10^{-3} \text{ Nm/rad}$ . Wie groß wird der Auslenkungswinkel bei 1 A? **(1 Punkt)**

Lösung zu Aufgabe 1:

**Aufgabe 2: (max. 3 Punkte)**

Die Diode in der unten stehenden Schaltung kann durch ein linearisiertes Ersatzschaltbild mit  $R_D=10\ \Omega$  und  $U_{D0} = 0,7\ \text{V}$  beschrieben werden.



Fragen:

- Zeichnen Sie die Schaltung mit linearisiertem Ersatzschaltbild! **(1 Punkt)**
- Wie groß ist der Strom  $I_D$  durch die Diode? **(1 Punkt)**
- Wie kann man den Arbeitspunkt bestimmen, wenn statt der Zahlenwerte für  $R_D$  und  $U_{D0}$  die Kennlinie der Diode gegeben ist? **(1 Punkt)**

Lösung zu Aufgabe 2:

**Aufgabe 3: (max. 3 Punkte)**

Die Eingangsleistung  $P_1$  eines idealen Transformators bei rein ohmscher Belastung beträgt 2,3 W. Der Effektivwert der Spannung an der Primärseite beträgt  $U_1 = 230$  V.

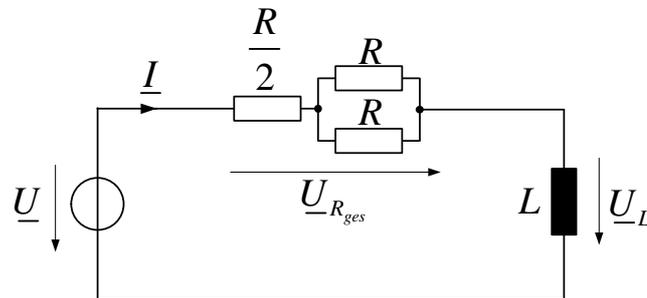
**Fragen**

- a) Wie groß ist der Strom (in mA) und die Spannung (in V) an der Sekundärseite des Transformators, wenn das Übersetzungsverhältnis  $\ddot{u} = \frac{w_1}{w_2} = 10$  ist? **(3 Punkte)**

Lösung zu Aufgabe 3:

**Aufgabe 4: (max. 6 Punkte)**

Gegeben ist eine Spannung  $\underline{U} = U_0 \cdot e^{j0^\circ}$  mit  $U_0 = 10 \text{ V}$  und  $f = 6 \text{ kHz}$ . Diese Spannung wird an die dargestellte Kombination aus  $L = 68 \text{ } \mu\text{H}$  und  $R = 10 \text{ } \Omega$  geschaltet.



Fragen:

- a) Fassen Sie die Widerstände zu  $R_{\text{ges}}$  zusammen. **(1 Punkt)**
- b) Bestimmen Sie folgende Zeiger nach Betrag und Phase:
  - $\underline{I}$  **(1 Punkt)**
  - $\underline{U}_L$  **(1 Punkt)**
  - $\underline{U}_{R_{\text{ges}}}$ . **(1 Punkt)**
- c) Zeichnen Sie die Zeiger aus Aufgabenteil b) qualitativ in ein Zeigerdiagramm. **(1 Punkt)**
- d) Bei welcher Frequenz sind  $R$  und  $X_L$  gleich groß? **(1 Punkt)**

Lösung zu Aufgabe 4:

**Aufgabe 5: (max. 6 Punkte)**

Zur Überwachung der Temperatur eines Wassertanks wird ein temperaturabhängiger Messwiderstand  $R_\vartheta$  vom Typ PT100 eingesetzt.

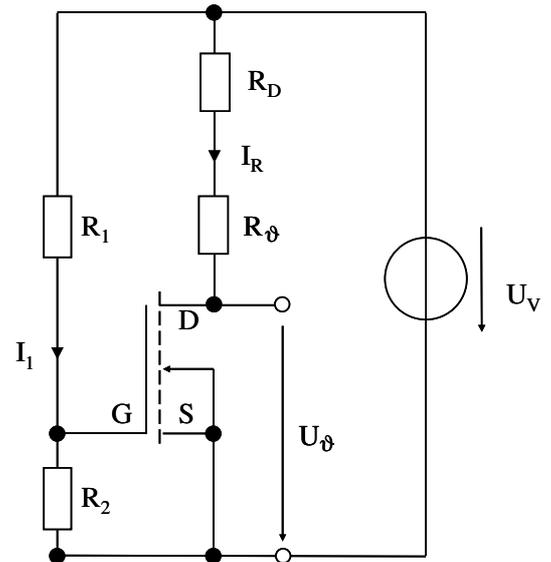
Der Widerstand soll von einem konstanten Messstrom  $I_R=1\text{mA}$  durchflossen werden. Dazu wird eine Konstantstromquelle mit einem MOSFET verwendet. Dieser kann vollständig beschrieben werden durch:

Steilheitskoeffizient:  $S = 0,1 \text{ A/V}^2$

Schwellspannung  $U_{th} = 2 \text{ V}$

Der konstante Widerstand  $R_D$  beträgt  $2000 \Omega$

Die konstante Versorgungsspannung  $U_V$  beträgt  $12 \text{ V}$ .



Fragen:

- Wie groß muss die Spannung  $U_{GS}$  sein, damit der Strom  $I_R=1\text{mA}$  fließt? **(1 Punkt)**
- Geben Sie  $R_1$  und  $R_2$  für  $I_1 = 12 \mu\text{A}$  an. **(3 Punkte)**
- Wie lautet die Ausgangsspannung  $U_\vartheta$  in Abhängigkeit von  $R_\vartheta$ ? **(1 Punkt)**
- Geben Sie die Ausgangsspannung  $U_\vartheta$  für  $\vartheta = 300\text{K}$  an. Der Widerstand des Messwiderstandes berechnet sich nach:

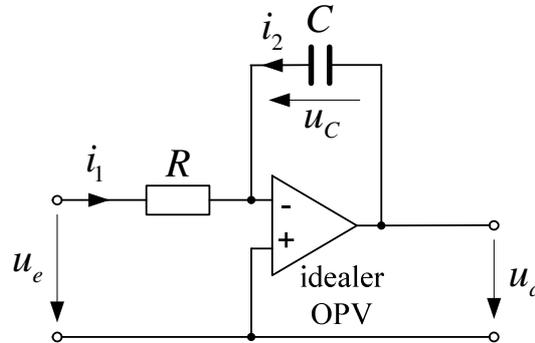
$$R_\vartheta = 100\Omega \cdot \left( 1 + 3,85 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{\vartheta - 273\text{K}}{K} \right) \right) \quad \text{(1 Punkt)}$$

Lösung zu Aufgabe 5:

**Aufgabe 6: (max. 6 Punkte)**

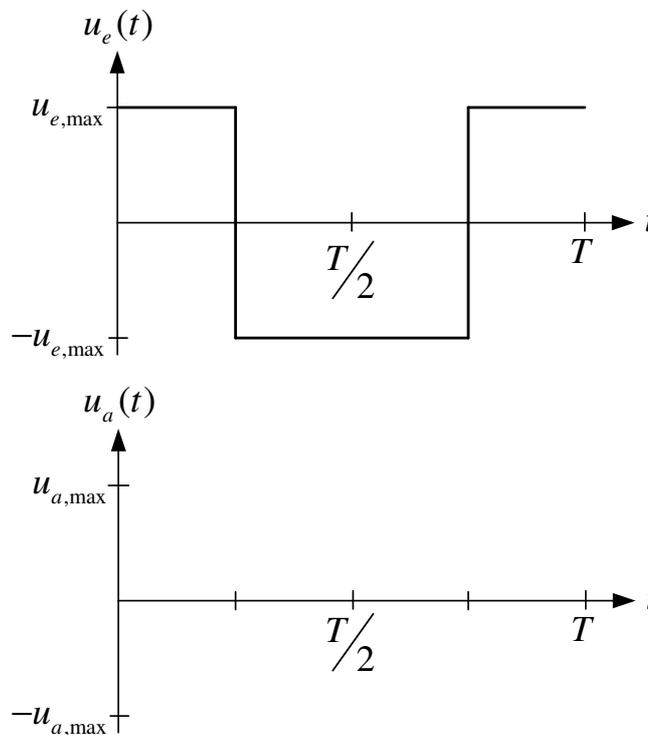
Mit Operationsverstärkern können zeitabhängige Schaltungen, wie sie z. B. in der Regelungstechnik benötigt werden, realisiert werden.

Das nachfolgende Bild zeigt ein Beispiel einer solchen Schaltung.



Fragen:

- a) Zu bestimmen ist die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  in Abhängigkeit von einer beliebigen Eingangsspannung  $u_e(t)$  für die gegebene Schaltung. **(3 Punkte)**
- b) Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf der Ausgangsspannung  $u_a(t)$  für eine rechteckförmige Eingangsspannung  $u_e(t)$  der Amplitude  $u_{e,max}$  und der Frequenz  $f = \frac{1}{T}$  in das gegebene Diagramm ein. Der Kondensator soll zur Zeit  $t = 0$  ungeladen sein ( $u_c(0) = 0 \text{ V}$ ). **(2 Punkte)**



- c) Wie heißt diese Schaltung? **(1 Punkt)**

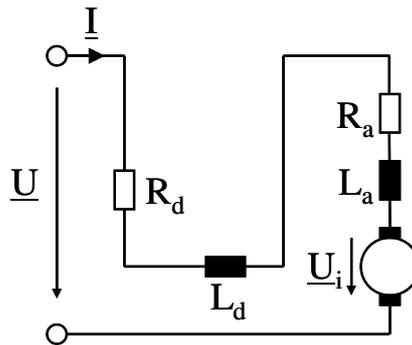
Lösung zu Aufgabe 6:

**Aufgabe 7: (max. 6 Punkte)**

Ein Universalmotor dient als Antrieb für einen Staubsauger. Er hat folgende Bemessungsdaten:

$$\begin{array}{lll}
 U_N = 230 \text{ V} & I_N = 7 \text{ A} & \cos\varphi_N = 0,85 \\
 \eta_N = 4000 \text{ min}^{-1} & P_N = 750 \text{ W} & f_N = 50 \text{ Hz}
 \end{array}$$

Vereinfachend darf angenommen werden, dass ausschließlich im Anker- und Erregerwiderstand Verluste entstehen. Die induzierte Spannung  $\underline{U}_i$  liegt in Phase mit dem Strom  $\underline{I}$ .



Fragen

- Wie groß sind der Wirkungsgrad  $\eta_M$  und die Scheinleistung  $S_N$  des Motors im Bemessungspunkt? **(2 Punkte)**
- Geben Sie den zeitlichen Verlauf der mechanischen Leistung  $p(t)$  an. **(1 Punkt)**
- Geben Sie den Wert eines parallel zum Motor zu schaltenden Kondensators an, mit dem die Blindleistung vollständig kompensiert wird! **(3 Punkte)**

Lösung zu Aufgabe 7:

**Aufgabe 8: (max. 7 Punkte)**

Beantworten Sie folgende Fragen:

- a) Geben Sie den Gesamtwiderstand  $R = R(\vartheta)$  eines wärmeempfindlichen Drahtes an, wenn der Draht von  $20^\circ\text{C}$  durch Sonneneinstrahlung auf  $40^\circ\text{C}$  erwärmt wird.

Der Drahtwiderstand hat bei  $20^\circ\text{C}$  die Länge  $l_{20}$ , den Durchmesser  $d_{20}$ , den spezifischen Widerstand  $\rho_{20}$  und den Temperaturbeiwert  $\alpha_{20}$ . **(1 Punkt)**

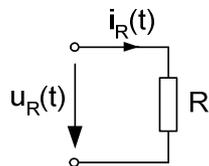
- b) Geben Sie die Kraft  $\vec{F}$  an, die durch ein elektrisches Feld auf eine Ladung  $Q$  ausgeübt wird. **(1 Punkt)**

- c) Wie lautet die Induktivität einer Luft-Spule mit dem Querschnitt  $A$ , der Länge  $l$  mit  $w$  Windungen? **(1 Punkt)**

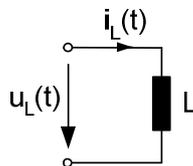
- d) Wie groß ist die Kapazität eines Plattenkondensators mit einer Plattenfläche  $D$  und einem Plattenabstand  $d$ ? **(1 Punkt)**

e) Zeichnen Sie die Zeigerdiagramme für Strom und Spannung für folgende Anordnungen:

- Ohmscher Widerstand an Wechselspannung:  $u_R(t) = \hat{u} \sin(\omega t)$  (1 Punkt)



- Induktivität an Wechselspannung:  $u_L(t) = \hat{u} \sin(\omega t)$  (1 Punkt)



f) Geben Sie das Induktionsgesetz an. (1 Punkt)

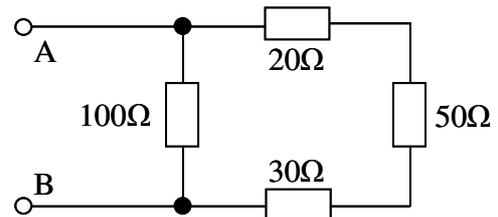
**Aufgabe 9: (max. 20 Punkte)**

- Zu jeder Frage ist **nur eine** Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit einem Punkt gewertet. Falsche oder keine Antworten werden als null Punkte gewertet.
- Kreuzen Sie zu jeder Frage eine Antwort eindeutig an. (z.B. )

Fragen:

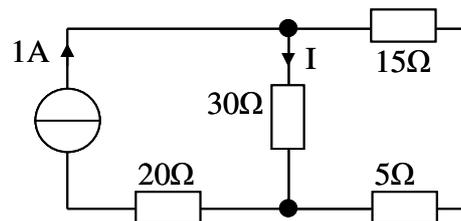
1. Welcher Widerstand wird in der nebenstehenden Schaltung zwischen den Klemmen A und B gemessen?

- a 200  $\Omega$
- b 100  $\Omega$
- c 50  $\Omega$



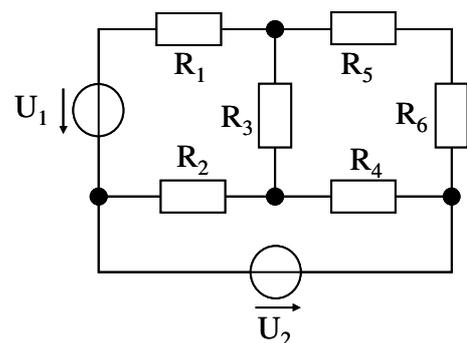
2. Welcher Strom I fließt in nebenstehender Schaltung durch den 30  $\Omega$ -Widerstand?

- a 0,4 A
- b 1 A
- c 0,6 A



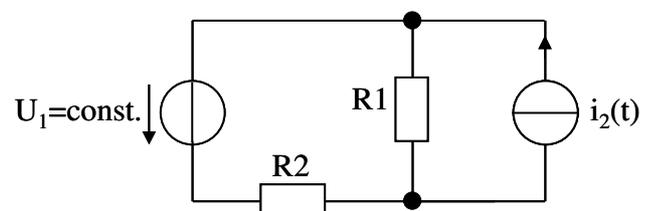
3. Gegeben sei das nebenstehende Netzwerk. Die Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  sowie die Widerstände  $R_1$  bis  $R_6$  seien bekannt. Wie viele Knoten- und Maschengleichungen werden für die Berechnung aller Zweigströme im Netzwerk benötigt?

- a 2 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen
- b 4 Maschengleichungen und 2 Knotengleichungen
- c 3 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen

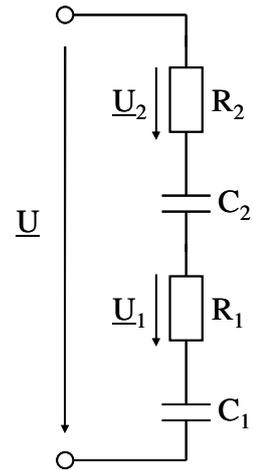


4. Welches Verfahren ist besonders zur vollständigen Lösung von Netzwerken mit mehreren Quellen wie z. B. in der nebenstehenden Skizze geeignet?

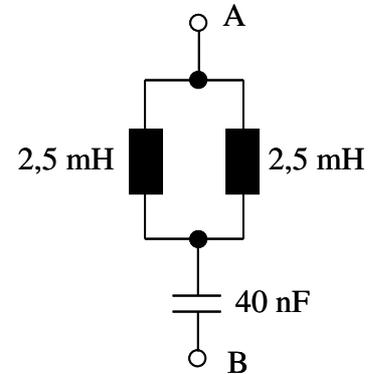
- a Ersatzspannungsquelle
- b Ersatzstromquelle
- c Helmholtz'scher Überlagerungssatz



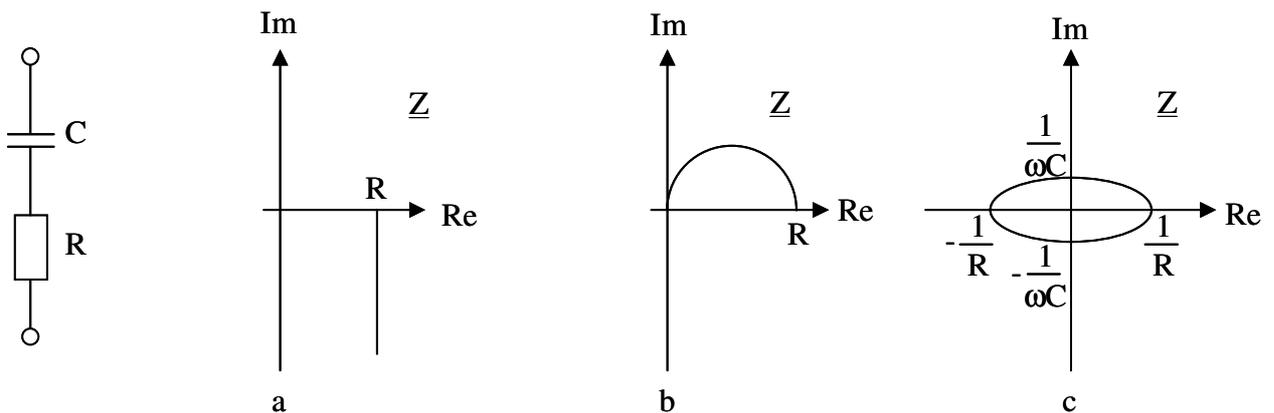
5. Gegeben sei das nebenstehende Wechselstrom-Netzwerk.  
In welchem Verhältnis teilen sich die Spannungen auf?
- a  $U_1/U_2 = R_1/R_2$
  - b  $U_1/U_2 = C_2/C_1$
  - c  $U_1/U_2 = R_2/R_1$



6. Wie groß ist die Resonanzfrequenz  $f_0$  der nebenstehenden Schaltung?
- a  $f_0 = 22,5 \text{ kHz}$
  - b  $f_0 = 33 \text{ kHz}$
  - c  $f_0 = 55 \text{ kHz}$



7. Die Ortskurve der Impedanz  $\underline{Z}(\omega)$  einer Reihenschaltung eines Ohmschen Widerstands R und einer Kapazität C beschreibt in der Gauß'schen Zahlenebene



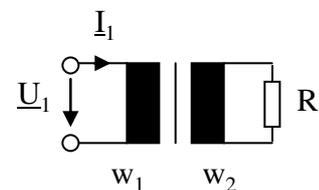
- a eine Halbgerade, die auf der reellen Achse einen Endpunkt hat
- b einen Halbkreis durch den Ursprung
- c eine vollständige Ellipse um den Ursprung

8. Die Dotierung eines Halbleiters
- a reduziert die elektrische Leitfähigkeit bei Raumtemperatur
  - b erhöht den spezifischen elektrischen Widerstand
  - c erhöht die elektrische Leitfähigkeit in einem Temperaturfenster
9. Wie groß ist die komplexe Admittanz einer idealen Spule mit der Induktivität  $L$ ?
- a  $\underline{Y}_L = -j / \omega L$
  - b  $\underline{Y}_L = j \omega L$
  - c  $\underline{Y}_L = j / \omega L$
10. Ein Widerstand wird an die Sekundärseite eines idealen Transformators mit dem Übersetzungsverhältnis  $w_1/w_2$  angeschlossen. Welcher Strom  $\underline{I}_1$  wird an den Primärklemmen des Transformators gemessen, wenn eine Wechselspannung  $U_1$  angelegt wird?

a 
$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\frac{w_1}{w_2} \cdot R}$$

b 
$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\frac{w_2}{w_1} \cdot R}$$

c 
$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot R}$$



11. Ein mit Luft gefüllter Plattenkondensator wird mit einer konstanten elektrischen Spannung zwischen den Elektroden beaufschlagt. Danach wird der Kondensator mit einem Dielektrikum mit  $\epsilon_r > 1$  gefüllt. Welche Aussage ist richtig?
- a Auf das Dielektrikum wirkt eine Kraft, die es in den Kondensator zieht
  - b Auf das Dielektrikum wirkt eine Kraft, die es aus dem Kondensatorinnern abstößt
  - c Die elektrische Energie im Kondensator wird durch Einführung des Dielektrikums kleiner

12. Welches der folgenden Materialien leitet den elektrischen Strom bei Raumtemperatur am schlechtesten?
- a gesättigte wässrige Kochsalzlösung
  - b Quecksilber
  - c reines Silizium
13. Welche Grundregel muss beim Bau eines Elektromotors beachtet werden?
- a die Kraft auf einen stromführenden Leiter wird bei übereinstimmenden Richtungen von Stromdichte- und Flussdichte-Vektor maximal.
  - b die Kraft auf einen stromführenden Leiter hängt von dessen Richtung im magnetischen Feld ab
  - c die Kraft auf einen stromführenden Leiter hängt von der am Leiter anliegenden Spannung ab
14. Was bedeutet Resonanz in einer RLC-Reihenschaltung?
- a Bei Resonanz kompensieren sich induktive und kapazitive Reaktanz, so dass eine rein reelle Impedanz gemessen wird
  - b Die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom beträgt genau  $90^\circ$ .
  - c Bei Resonanz steigt der kapazitive Blindstrom auf ein Mehrfaches des Stromes am Widerstand
15. In welchem Stromsystem pulsiert die elektrisch aufgenommene Leistung?
- a Gleichstromnetz
  - b Wechselstromnetz
  - c symmetrisches Drehstromnetz
16. Welches elektronische Bauelement kann als Verstärker eingesetzt werden?
- a Leuchtstoffröhre
  - b MOSFET
  - c Thyristor

17. Welche Unterschiede bestehen zwischen realem und idealem Operationsverstärker (OPV)?
- a Beim realen OPV wird die Leerlaufverstärkung mit steigender Frequenz kleiner; beim idealen OPV bleibt sie gleich
  - b Beim realen OPV sind Ein- und Ausgangswiderstand gleich und kleiner als der Ausgangswiderstand eines idealen OPVs
  - c Beim realen OPV liegt die Leerlaufverstärkung um den Faktor 10 niedriger als beim idealen OPV
18. Worauf muss beim Schalterbetrieb eines selbstsperrenden n-Kanal-MOSFETs geachtet werden?
- a Im Sperrbereich muss  $U_{GS}$  negativ gewählt werden.
  - b Die Spannung  $U_{GS}$  muss im Einschaltzustand möglichst hoch gewählt werden, um  $R_{DS,on}$  zu verkleinern.
  - c Die Rückwirkung der Spannung  $U_{DS}$  auf den Eingangsstrom muss durch einen Gate-Widerstand kompensiert werden
19. Welche Frequenz hat der Strom in einer Ankerspule eines permanenterregten Gleichstrommotors?
- a Null, da es sich um einen Gleichstrom handelt
  - b Die Frequenz entspricht dem Produkt aus Polpaarzahl und Drehzahl  $f = p \cdot n$
  - c Die Frequenz entspricht der Netzfrequenz von 50 Hz.
20. Welches elektronische Bauelement wird in Gleichrichtern eingesetzt?
- a Braun'sche Röhre
  - b CMOS
  - c Diode