

# Klausur Grundlagen der Elektrotechnik (Version 5 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: 180 min

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

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

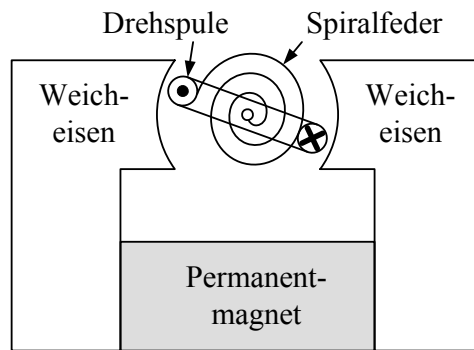
Unterschrift: .....

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>(5)</b>		
10	<b>(5)</b>		
11	<b>(10)</b>		
12	<b>(30)</b>		
Summe	<b>(90)</b>		
Note			

**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  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ .



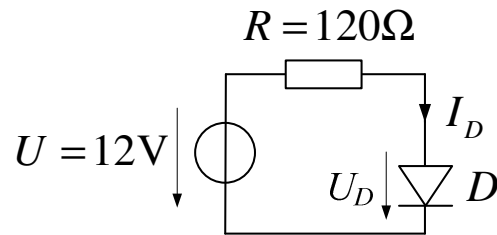
Fragen:

- 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.

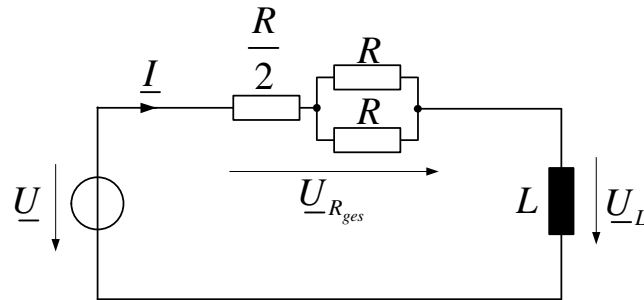
**Fragen**

- 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.

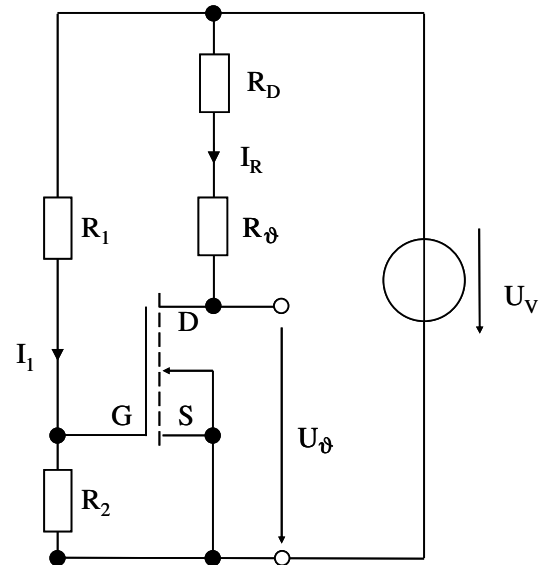
Der Widerstand soll von einem konstanten Messstrom  $I_R=1\text{mA}$  durchflossen werden. Dazu wird eine Konstantstromquelle mit einem MOSFET verwendet. Dieser kann vollständig beschrieben werden durch:

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:

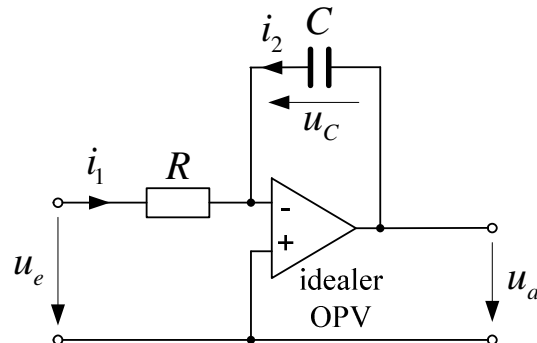
$$R_\vartheta = 100\Omega \cdot \left( 1 + 3,85 \cdot 10^{-3} \cdot \left( \frac{\vartheta - 273\text{K}}{K} \right) \right) \quad \text{(1 Punkt)}$$

Lösung zu Aufgabe 5:

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

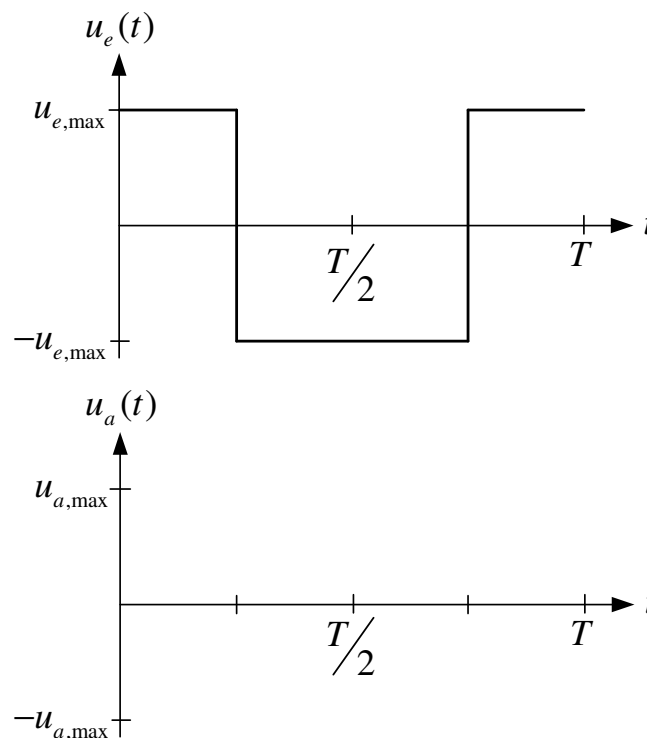
Mit Operationsverstärkern können zeitabhängige Schaltungen, wie sie z. B. in der Regelungstechnik benötigt werden, realisiert werden.

Das nachfolgende Bild zeigt ein Beispiel einer solchen Schaltung.



Fragen:

- Zu bestimmen ist die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  in Abhängigkeit von einer beliebigen Eingangsspannung  $u_e(t)$  für die gegebene Schaltung. **(3 Punkte)**
- 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)**



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

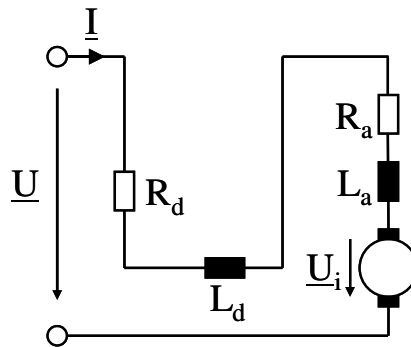
Lösung zu Aufgabe 6:

**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)**

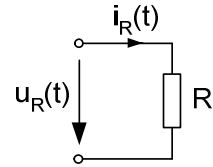
- c) Wie lautet die Induktivität einer Luft-Spule mit dem Querschnitt  $A$ , der Länge  $l$  mit  $w$  Windungen? **(1 Punkt)**

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

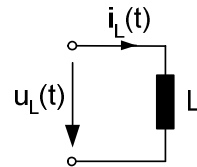


e) Zeichnen Sie die Zeigerdiagramme für Strom und Spannung für folgende Anordnungen:

- 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. 5 Punkte)**

Ein Heizgerät mit den Daten  $U_N = 230/400 \text{ V}$ ,  $I_N = 400/230 \text{ A}$  und  $\cos\varphi_N = 0,7$  soll am 230 V, 50 Hz Netz angeschlossen werden.

Fragen:

- a) Welche Schaltung ist zu wählen (D oder Y)? **(1 Punkt)**
- b) Geben Sie die Strang-Impedanz des Geräts  $\underline{Z}_N$  an! **(2 Punkte)**
- c) Welche Schein- und Wirkleistung ( $S_N$  und  $P_N$ ) nimmt das Gerät im Bemessungspunkt auf? **(2 Punkte)**

Lösung zu Aufgabe 9:

**Aufgabe 10: (max. 5 Punkte)**

Ein Käfigläufer-Asynchronmotor soll am 690 V, 50 Hz - Niederspannungsnetz betrieben werden. Der Asynchronmotor in Y-Schaltung hat lt. Typenschild folgende Daten:

$$U_N = 690 \text{ V}, S_N = 65 \text{ KW}, \cos\varphi_N = 0,88, n_N = 1480 \text{ min}^{-1}, f_N = 50 \text{ Hz}$$

Sättigung und alle Verluste außer den Rotor-Stromwärmeverlusten dürfen vernachlässigt werden.

Fragen:

- a) Wie groß wird der Statorstrom  $I_N$  im Bemessungspunkt? **(1 Punkt)**
- b) Geben Sie das Drehmoment  $M_N$  im Bemessungspunkt an! **(2 Punkte)**
- c) Wie groß sind die Verluste im Bemessungspunkt? **(2 Punkte)**

Lösung zu Aufgabe 10:

**Aufgabe 11: (max. 10 Punkte)**

- a) Welcher Motor kann sich kapazitiv verhalten? **(1 Punkt)**
- b) Welche Größe muss bei einer fremderregten Gleichstrommaschine verstellt werden um die Drehzahl im motorischen Betrieb unterhalb der Leerlaufdrehzahl  $n_0$  zu reduzieren? **(1 Punkt)**
- c) Wieviele Leiter benötigt ein TN-S Verteilnetz? **(1 Punkt)**
- d) Welche Drehzahl stellt sich bei Entlastung ( $M = 0$ ) einer permanentenerregten Gleichstrommaschine ein? **(1 Punkt)**
- e) Wie groß ist das Verhältnis zwischen Stangspannung und Netzspannung bei einem in Y geschalteten Gerät? **(1 Punkt)**
- f) Welche elektrische Größe verläuft bei einer permanentenerregten Gleichstrommaschine proportional zur Drehzahl? **(1 Punkt)**
- g) Ein einphasiges Netzteil wird dreipolig am TN-Niederspannungsnetz mit PE angeschlossen. Welche Schutzklasse wird benötigt? **(1 Punkt)**
- h) Welche Größe entspricht dem elektrischen Strom bei magnetischen Ersatzschaltbildern? **(1 Punkt)**
- i) Welcher Teil eines Drehfeldes wird für elektrische Maschinen benötigt? **(1 Punkt)**
- a) Welche Größenordnung hat der Schlupf einer Asynchronmaschine mit  $P_N > 10 \text{ kW}$ ? **(1 Punkt)**

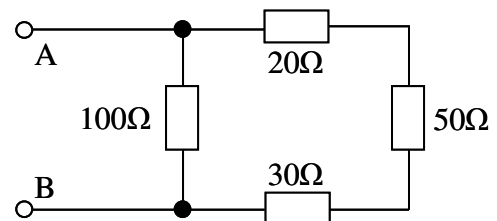
**Aufgabe 12: (max. 30 Punkte)**

- 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:

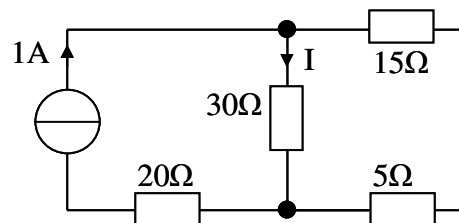
1. Welcher Widerstand wird in der nebenstehenden Schaltung zwischen den Klemmen A und B gemessen?

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



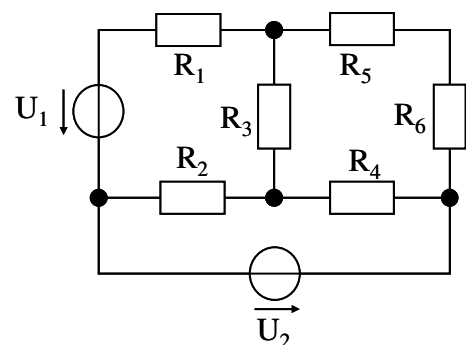
2. Welcher Strom I fließt in nebenstehender Schaltung durch den 30  $\Omega$ -Widerstand?

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



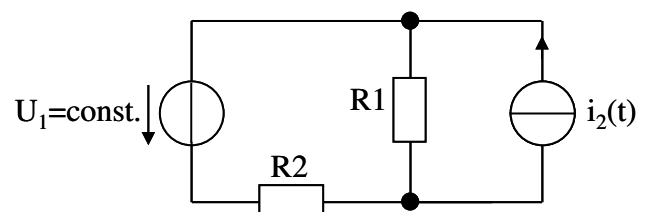
3. Gegeben sei das nebenstehende Netzwerk. Die Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  sowie die Widerstände  $R_1$  bis  $R_6$  seien bekannt. Wie viele Knoten- und Maschengleichungen werden für die Berechnung aller Zweigströme im Netzwerk benötigt?

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

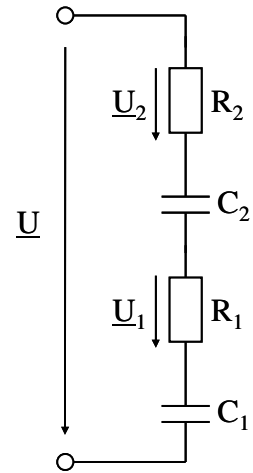


4. Welches Verfahren ist besonders zur vollständigen Lösung von Netzwerken mit mehreren Quellen wie z. B. in der nebenstehenden Skizze geeignet?

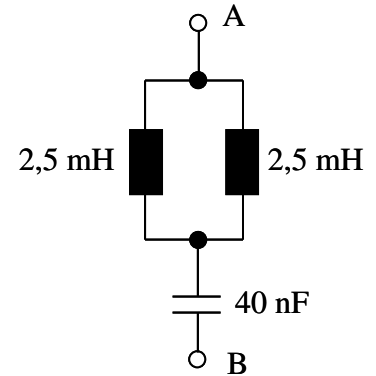
- a Ersatzspannungsquelle
- b Ersatzstromquelle
- c Helmholtz'scher Überlagerungssatz



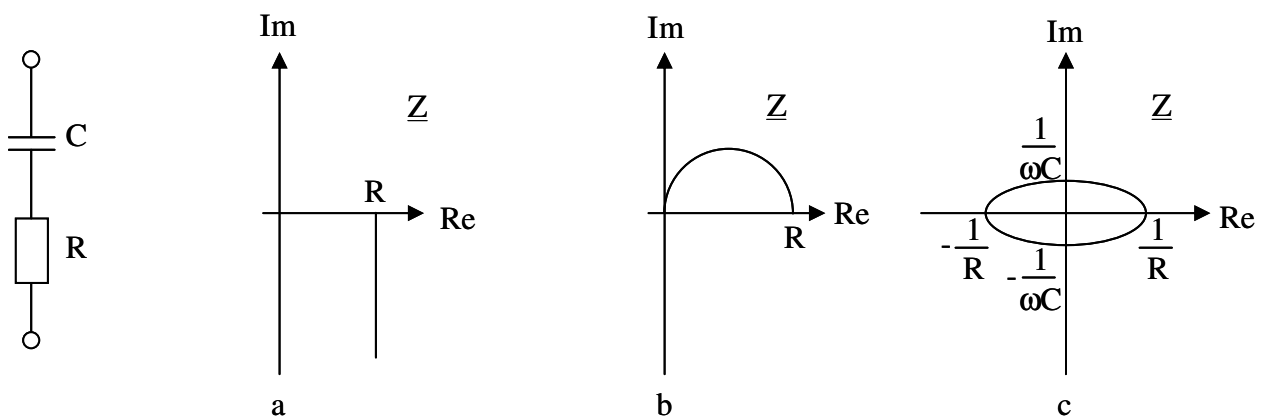
5. Gegeben sei das nebenstehende Wechselstrom-Netzwerk.  
In welchem Verhältnis teilen sich die Spannungen auf?
- a  $U_1/U_2 = R_1/R_2$
  - b  $U_1/U_2 = C_2/C_1$
  - c  $U_1/U_2 = R_2/R_1$



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

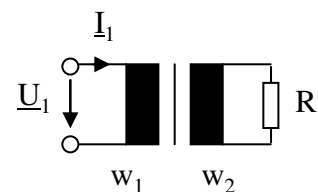


8. Die Dotierung eines Halbleiters
- reduziert die elektrische Leitfähigkeit bei Raumtemperatur
  - erhöht den spezifischen elektrischen Widerstand
  - erhöht die elektrische Leitfähigkeit in einem Temperaturfenster
9. Wie groß ist die komplexe Admittanz einer idealen Spule mit der Induktivität  $L$ ?
- $\underline{Y}_L = -j / \omega L$
  - $\underline{Y}_L = j \omega L$
  - $\underline{Y}_L = j / \omega L$
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  $\underline{U}_1$  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 
$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}}{\frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot R}$$



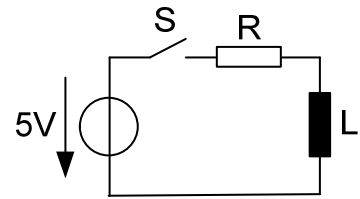
11. Ein mit Luft gefüllter Plattenkondensator wird mit einer konstanten elektrischen Spannung zwischen den Elektroden beaufschlagt. Danach wird der Kondensator mit einem Dielektrikum mit  $\epsilon_r > 1$  gefüllt. Welche Aussage ist richtig?
- Auf das Dielektrikum wirkt eine Kraft, die es in den Kondensator zieht
  - Auf das Dielektrikum wirkt eine Kraft, die es aus dem Kondensatorinnern abstößt
  - 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
21. Eine Verlängerungsschnur ist mit einem Schutzleiter versehen. Der Leiter ist aus Kupfer (spezifischer Widerstand  $\zeta_{Cu} = 17,8 \cdot 10^{-9} \Omega m$ ) und hat den Querschnitt  $1,5 mm^2$ . Wie lang darf die Leitung höchstens sein, damit der ohmsche Widerstand des Schutzleiters  $0,2 \Omega$  nicht überschreitet? Welcher Widerstand wird in der nebenstehenden Schaltung zwischen den Klemmen A und B gemessen?
- a 12m
  - b 20m
  - c 25m

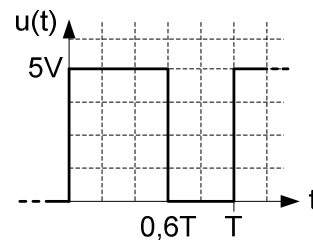
22. Für Zeit  $t < t_0$  fließe in nebenstehender Schaltung kein Strom. Im Zeitpunkt  $t_0$  wird der Schalter S geschlossen. Welche Aussage trifft zu?

- a Die Spannung über der Induktivität fällt gemäß einer Exponentialfunktion für  $t \rightarrow \infty$  bis auf 0V ab.
- b Die Spannung über dem Widerstand steigt gemäß einer Exponentialfunktion für  $t \rightarrow \infty$  auf 5V an.
- c Es schwingt Energie zwischen Spannungsquelle und Induktivität hin und her.



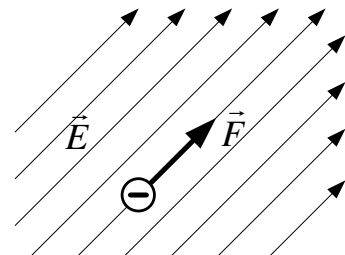
23. Wie groß ist der Effektivwert  $U_{\text{eff}}$  des periodischen Spannungsverlaufs?

- a  $U_{\text{eff}} = \frac{4}{5} \cdot 5\text{V} = 4,0\text{V}$
- b  $U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 5\text{V} = 3,536\text{V}$
- c  $U_{\text{eff}} = \sqrt{25 \cdot 0,6}\text{V} = 3,873\text{V}$



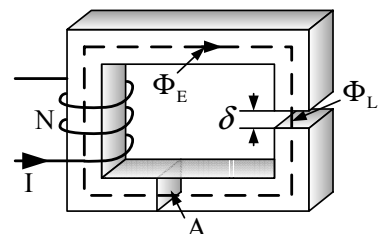
24. Eine Probeladung  $Q = -5 \cdot 10^{-9} \text{C}$  befindet sich in einem elektrostatischen Feld. Auf die Ladung wirkt eine Kraft von  $F = 10^{-16} \text{N}$ . Wie groß ist die Feldstärke an dieser Stelle?

- a  $\vec{E} = 5 \cdot 10^{-25} \text{Vm}^{-1}$
- b  $\vec{E} = 2 \cdot 10^{-8} \text{Vm}^{-1}$
- c  $\vec{E} = 5 \cdot 10^6 \text{Vm}^{-1}$



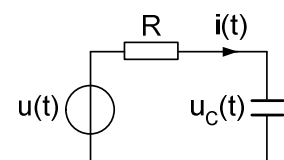
25. Das nebenstehende Bild zeigt einen Eisenkern, der mit N Windungen bewickelt ist. Welche Maßnahme würde die Selbstinduktivität der Anordnung erhöhen?

- a Vergrößerung des Luftspaltes  $\delta$
- b Verringerung der Windungszahl N
- c Vergrößerung des Eisenquerschnittes A



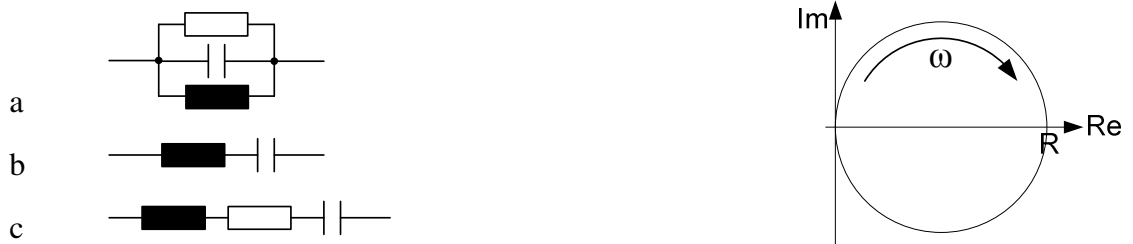
26. Welche der Gleichungen im Laplacebereich korrespondiert mit der Differentialgleichung der Kondensatorspannung in der Schaltung?

- a  $U(s) = (RC \cdot s + 1) \cdot U_C(s)$
- b  $U(s) = \frac{1}{RC \cdot s + 1} \cdot U_C(s)$
- c  $U(s) = (C \cdot s + R) \cdot U_C(s)$



27. Ein Spannungsmessgerät habe einen Messbereich von 0..10V und einen Innenwiderstand von  $R_i = 10\text{M}\Omega$ . Durch welche Maßnahme könnte man mit diesem Gerät auch Spannungen bis 1000V messen?
- a In Reihe schalten eines Vorwiderstandes mit  $0,1\text{M}\Omega$ .
  - b In Reihe schalten eines Vorwiderstandes mit  $90\text{M}\Omega$ .
  - c Parallelschalten eines Vorwiderstandes mit  $90\text{M}\Omega$ .

28. Dargestellt ist eine Impedanz-Ortskurve bei Variation der Frequenz  $\omega$ . Zu welcher Schaltung passt sie?



29. Anwendungen der Energie- und Nachrichtentechnik haben unterschiedliche Anforderungen bei der Leistungsanpassung. Wie groß sollte der Lastwiderstand an einem Verstärkerausgang sein, wenn diesem die maximale Leistung entzogen werden soll?
- a viel kleiner als der Innenwiderstand des Verstärkerausgangs
  - b genauso groß, wie der Innenwiderstand des Verstärkerausgangs
  - c viel größer als der Innenwiderstand des Verstärkerausgangs

30. Die nebenstehende Schaltung zeigt eine Schleifdrahtmessbrücke. Der Schleifer des Potentiometers ist drehbar gelagert und soll so eingestellt werden, dass die Brücke abgeglichen ist. Wie groß ist der Winkel der dazu eingestellt werden muss?

