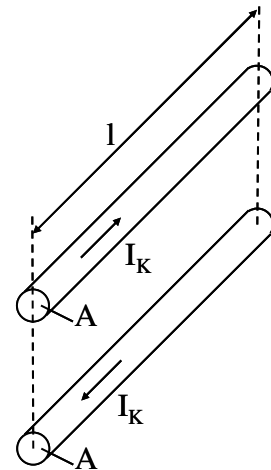


Aufgabe 1:

Ein zweiadriges Hochspannungs-Gleichstrom-Kabel soll die elektrische Leistung eines Offshore-Windparks von $P = 100 \text{ MW}$ über eine Entfernung von $l = 50 \text{ km}$ übertragen. Die Spannung am Einspeisepunkt beträgt $U = 250 \text{ kV}$.

Die Übertragung soll mit einem Wirkungsgrad von 99 % erfolgen.

Das für das Kabel verwendete Kupfer weist einen spezifischen Widerstand von $\rho = 1,79 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$ auf, der als temperaturunabhängig ansehen werden darf.

Fragen:

1. Wie groß darf die über dem Kabel abfallende Spannung U_K maximal sein? (1 Punkt)
2. Welcher Strom I_K fließt im Kabel? (1 Punkt)
3. Wie groß darf der Widerstand jedes der zwei Leiter höchstens sein? (1 Punkt)
4. Welche Querschnittsfläche A müssen Sie mindestens einsetzen? (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 1

Aufgabe 2:

Der Strom I_B soll nach dem Prinzip der Ersatzspannungsquelle ermittelt werden. Folgende Werte für die Bauelemente seien gegeben:

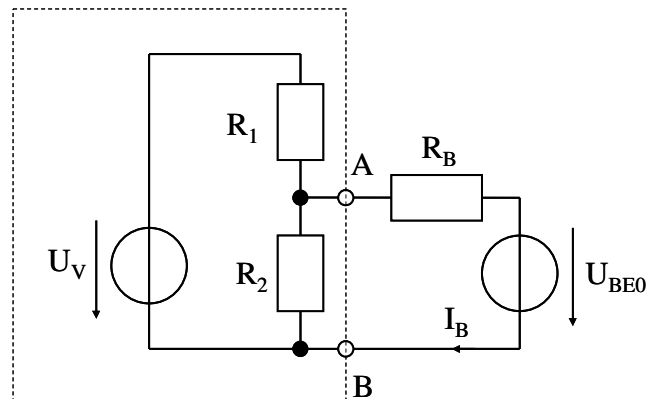
$$U_V = 10 \text{ V}$$

$$U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$$

$$R_1 = 9,1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 560 \text{ }\Omega$$

$$R_B = 50 \text{ }\Omega$$

Fragen:

1. Zeichnen Sie eine Ersatzspannungsquelle des gestrichelt eingerahmten Teil-Netzwerks aus U_V , R_1 und R_2 bezüglich der Klemmen A und B auf! (1 Punkt)
2. Berechnen Sie den Innenwiderstand R_i und die Quellspannung U_0 der Ersatzquelle? (2 Punkte)
3. Berechnen Sie den Strom I_B ! (2 Punkte)

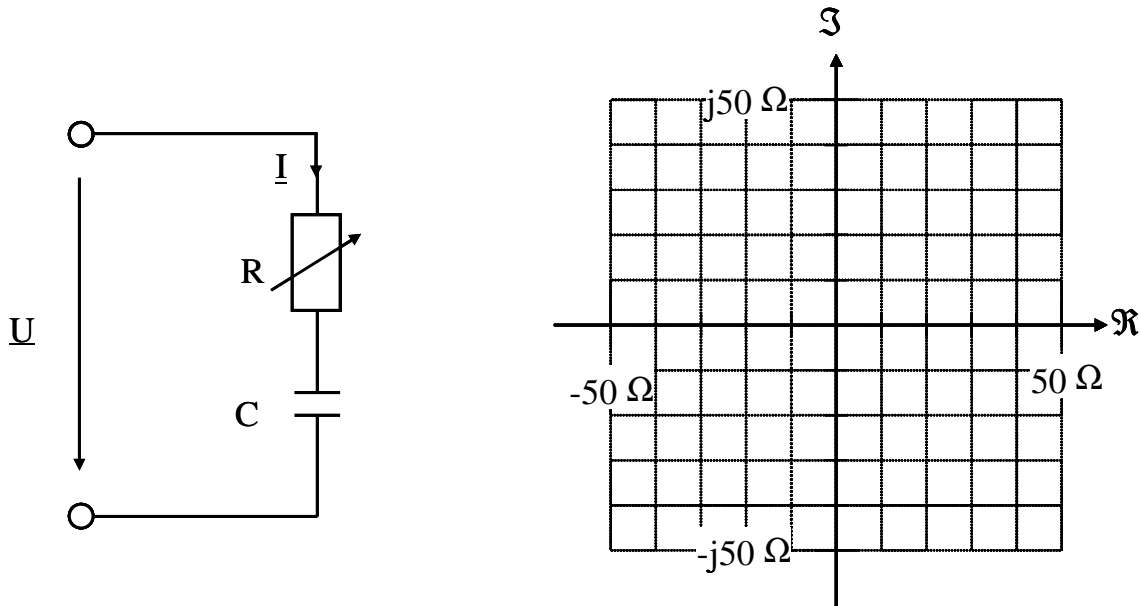
Lösung Aufgabe 2

Aufgabe 3:

Das untenstehende Bild zeigt das Schaltbild einer Reihenschaltung aus einer Kapazität und einem verstellbaren ohmschen Widerstand. Die Daten lauten:

$$R = x \cdot 50 \, \Omega \text{ mit } 0 \leq x \leq 1$$

$$C = 1 \, \text{F}$$



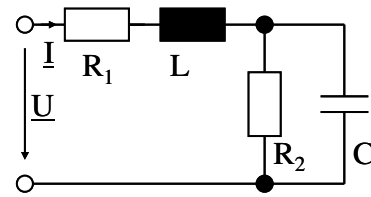
Fragen:

1. Geben Sie Blindwiderstand X_C und Impedanz \underline{Z}_C der Kapazität bei der Frequenz $f = 4000 \text{ Hz}$ an! (2 Punkte)
2. Bei welchem Wert x beträgt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung genau 45° , wenn die Frequenz weiterhin 4000 Hz beträgt? (Hinweis: falls Sie 1. nicht gelöst haben, nehmen Sie $X_C = 45 \, \Omega$ an!) (2 Punkte)
3. Zeichnen Sie die Ortskurve $\underline{Z}(x)$ in das oben stehende Diagramm! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 3

Aufgabe 4:

Die nebenstehende Skizze zeigt einen Serien-Resonanzkreis aus einer realen Spule (R_1 und L) und einem realen Kondensator (R_2 und C). Die Resonanzfrequenz soll bestimmt werden.

Fragen:

1. Berechnen Sie die komplexe Impedanz Z_{LR1} der Reihenschaltung aus R_1 und L ! (1 Punkt)
2. Berechnen Sie die komplexe Impedanz Z_{CR2} der Parallelschaltung aus R_2 und C ! (1 Punkt)
3. Welcher Phasenwinkel tritt im Resonanzfall zwischen \underline{U} und \underline{I} auf? (1 Punkt)
4. Geben Sie die Resonanzfrequenz des Schwingkreises an! (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 4:

Aufgabe 5:

Die Widerstände in der nebenstehenden Verstärkerschaltung sind so auszulegen, dass sich ein sinnvoller Arbeitspunkt ergibt.

Der Transistor T_1 kann durch den Steilheitskoeffizienten $S = 17 \text{ mA/V}^2$ und die Threshold-Spannung $U_{th} = 2,2 \text{ V}$ beschrieben werden. Für den Arbeitspunkt im Abschnürbereich soll gelten:

$$I_D = 5 \text{ mA}$$

$$I_{RG2} = 10 \text{ A}$$

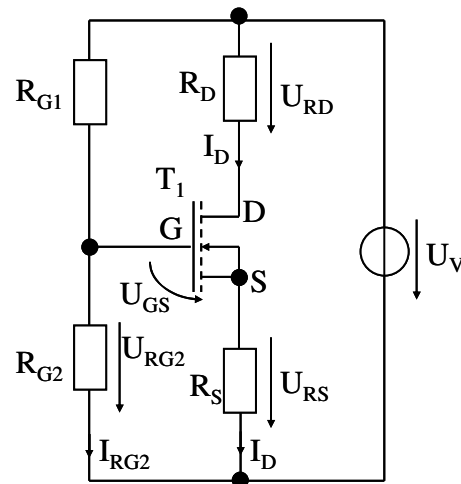
$$U_V = 12 \text{ V}$$

$$U_{DS} = 6 \text{ V}$$

$$U_{RS} = 1 \text{ V}$$

Fragen:

- Bestimmen Sie den Widerstand R_D ! (Hinweis: Zeichnen Sie eine Masche unter Einbeziehung von U_V , U_{RD} , U_{DS} und U_{RS} ein!) (1 Punkt)
- Wie groß wird der Strom I_S ? Wie groß muss der Widerstand R_S gewählt werden? (2 Punkte)
- Welche Spannung U_{GS} muss für den gewählten Arbeitspunkt eingestellt werden? Wie groß wird R_{G2} ? (Hinweis: Zeichnen Sie eine Masche unter Einbeziehung der Spannungen U_{RS} , U_{RG2} und U_{GS} ein!) (2 Punkte)



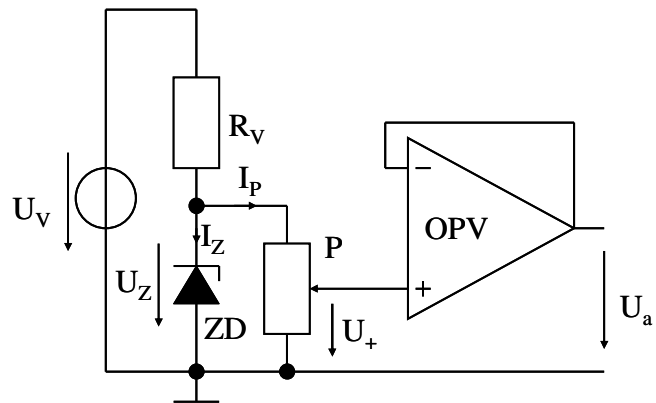
Lösung Aufgabe 5:

Aufgabe 6:

Die nebenstehende Skizze zeigt eine Verstärkerschaltung, wie sie z. B. in Labor-Netzgeräten mit einstellbarer Spannung eingesetzt wird.

Die Versorgungsspannung beträgt $U_V = 15\text{ V}$.

Die Zenerdiode ZD kann durch die Zener-Durchbruchsspannung $U_Z = 6,8\text{ V}$ vollständig beschrieben werden. Sie soll einen Strom von $I_Z = 1\text{ mA}$ führen. Das Potentiometer P weist einen Widerstand $R_P = 10\text{ k}\Omega$ auf.

Fragen:

1. Wie groß wird der Strom im Potentiometer I_P ? Bestimmen Sie einen geeigneten Wert für den Widerstand R_V ! (Hinweis: Der Eingangsstrom des idealen OPV beträgt Null.) (2 Punkte)
2. Welche Spannungsverstärkung $v_U = U_a/U_+$ weist der OPV auf? In welchem Bereich kann die Ausgangsspannung U_a eingestellt werden? (2 Punkte)
3. Schlagen Sie eine Modifikation der Schaltung vor, mit deren Hilfe die Spannung eine Ausgangsspannung im Bereich von 0-10 V liefern würde (qualitative Antwort genügt)! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 6

Aufgabe 7:

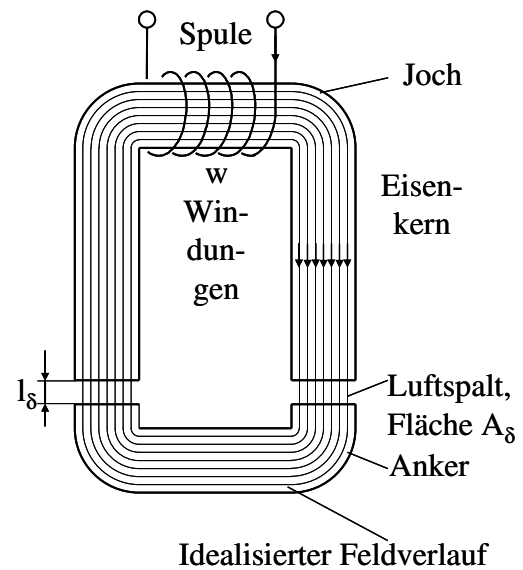
Der abgebildete Elektromagnet aus Spule, Anker und Joch soll in einem Aktuator eingesetzt werden. Anker und Joch bilden den Eisenkern aus weichmagnetischem Material. Sie dürfen für die Permeabilität des Weicheisens $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$ annehmen, und es tritt keine Streuung auf.

Die geometrischen Daten lauten:

$$A_{\delta} = 120 \text{ mm}^2$$

$$l_{\delta} = 1 \text{ mm (Ruhezustand)}$$

$$w = 1000$$

Fragen:

1. Die magnetische Flussdichte im Luftspalt soll $B_{\delta} = 1 \text{ T}$ betragen. Wie groß ist die magnetische Feldstärke H_{δ} ? (1 Punkt)
2. Wie groß ist der Strom I in der Spule einzustellen, damit sich die obige Flussdichte $B_{\delta} = 1 \text{ T}$ ergibt? (Hinweis: falls Sie H_{δ} nicht ermittelt haben, nehmen Sie $H_{\delta} = 10^6 \text{ A/m}$ an!) (2 Punkte)
3. Wie groß wird die magnetische Flussverkettung Ψ ? (1 Punkt)
4. Ermitteln Sie die Induktivität aus Flussverkettung und Strom! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 7:

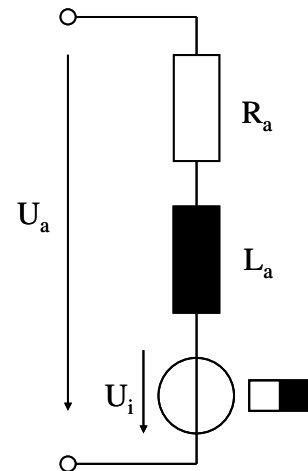
Aufgabe 8:

Ein permanenterrregter Gleichstrommotor soll als Starter in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Er kann durch das nebenstehende Ersatzschaltbild ausreichend beschrieben werden.

Der Hersteller gibt folgende Daten bei $U_a = 10 \text{ V}$ an:

Anfahr-Drehmoment: $M_K = 50 \text{ Nm}$

Anfahr-Strom: $I_K = 200 \text{ A}$

Fragen:

1. Geben Sie die Drehmomentkonstante $k\Phi/(2\pi)$ an! (1 Punkt)
2. Berechnen Sie den Ankerwiderstand R_a ! (1 Punkt)
3. Wie groß ist diese Leerlaufdrehzahl bei einer Speisespannung von $U_a = 12 \text{ V}$? (Hinweis: Wenn Sie a) nicht gelöst haben, nehmen Sie $k\Phi/(2\pi) = 1/\pi \text{ Vs}$ an.) (1 Punkt)
4. Wie groß wird das Anfahr Drehmoment bei einer Speisespannung $U_a = 12 \text{ V}$? (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 8

Aufgabe 9:

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.
- Die Punkte werden addiert und pauschal 10 Punkte für zufällig richtige Antworten abgezogen, d. h. es können maximal 20 Punkte erreicht werden. Negative Gesamtergebnisse werden als 0 Punkte gewertet.
- Kreuzen Sie daher zu jeder Frage eine Antwort a, b oder c an (z.B. **X**)!

Fragen:

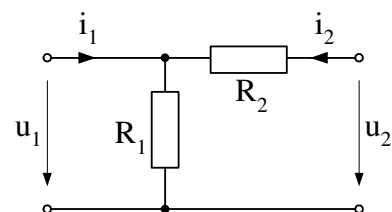
1. Ein Strommessgerät habe einen Messbereich von $\pm 300\text{mA}$ und einen Innenwiderstand von $R_i = 20\text{m}\Omega$. Durch welche Maßnahme könnte man mit diesem Gerät auch Ströme bis $\pm 600\text{mA}$ messen?
 - a In Reihe schalten eines Shuntwiderstandes mit $10\text{m}\Omega$.
 - b Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $20\text{m}\Omega$.
 - c Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $10\text{m}\Omega$.

2. Welche Vierpolgleichung beschreibt die nebenstehende Schaltung?

a
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & R_2 \\ R_1 & R_1 + R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

b
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & R_1 \\ R_1 & R_1 + R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

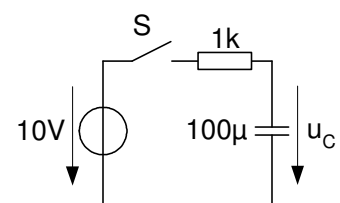
c
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_2 & R_1 \\ R_1 & R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$



3. Der Kondensator in nebenstehender Schaltung sei zunächst entladen. Welche Aussage trifft zu, nachdem der Schalter S geschlossen wurde?

- a Die Zeitkonstante der RC-Schaltung beträgt $\tau = 10\text{ms}$.
- b Nach einer Sekunde beträgt der Strom in der Schaltung weniger als 1A .

- c Der Kondensator gibt seine gespeicherte Energie an den Widerstand ab.



4. Eine 4 m lange Messleitung soll zur Messung von Signalströmen verwendet werden. Die Leitung enthält zwei Adern aus Kupfer mit einem Querschnitt von jeweils $0,14 \text{ mm}^2$. Wie groß ist der zusätzliche ohmsche Widerstand der Messleitung im Messaufbau (spezifischer Widerstand $\rho_{\text{Cu}} = 1,79 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$)?

- a $0,5 \Omega$
- b $1,0 \Omega$
- c $1,5 \Omega$

5. Ein Pt 100 Platin-Temperatursensor wird zur Messung der Wicklungs-temperatur eines Motors eingesetzt. Der Widerstand eines Pt 100 bei $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ beträgt $R_0 = 100 \Omega$. Der Temperaturkoeffizient beträgt $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

Nach Ablauf aller thermischen Ausgleichsvorgänge stabilisiert sich der Widerstandswert auf $R_{\text{end}} = 131 \Omega$. Welche Temperatur ϑ_{end} hat die Wicklung des Motors?

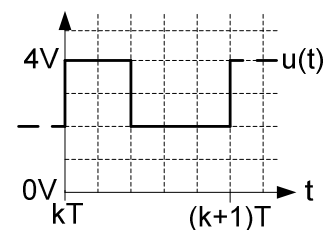
- a 80°C
- b 85°C
- c 90°C

6. Zur Bestimmung einer mechanischen Zugspannung soll ein Dehnungs-messtreifen aus Metall verwendet werden. Dieser habe den Grundwiderstand $R_0 = 200 \Omega$ und einen k-Faktor von $k = 2$. Das Messgerät zeigt einen Widerstand von $R = 200,6 \Omega$ an. Um wieviel Promille hat sich das Messobjekt gedehnt?

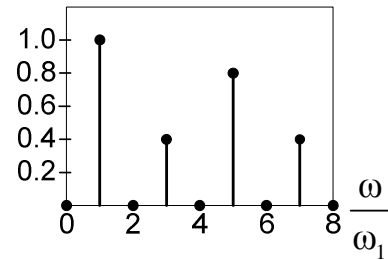
- a $1,5 \text{ } \text{‰}$
- b $3,0 \text{ } \text{‰}$
- c $0,75 \text{ } \text{‰}$

7. Wie groß ist der Effektivwert U_{eff} des periodischen Spannungsverlaufs $u(t)$?

- a $U_{\text{eff}} = 2,97 \text{ V}$
- b $U_{\text{eff}} = 2,83 \text{ V}$
- c $U_{\text{eff}} = 2,2 \text{ V}$



8. Von welchem Signal $y(t)$ wird hier das Amplitudenspektrum gezeigt?

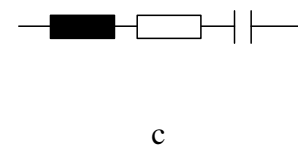
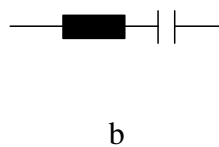
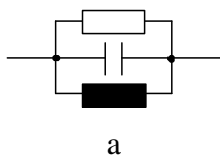
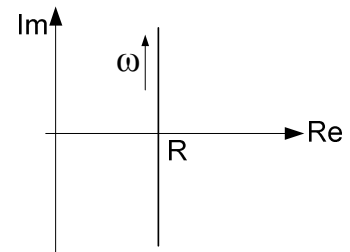


a $y(t) = \cos(\omega t) + 3\cos(3\omega t) + 5\cos(5\omega t) + 7\cos(7\omega t)$

b $y(t) = \cos(\omega t) + 3\cos\left(\frac{2}{5}\omega t\right) + 5\cos\left(\frac{4}{5}\omega t\right) + 7\cos\left(\frac{2}{5}\omega t\right)$

c $y(t) = \cos(\omega t) + \frac{2}{5}\cos(3\omega t) + \frac{4}{5}\cos(5\omega t) + \frac{2}{5}\cos(7\omega t)$

9. Dargestellt ist eine Impedanz-Ortskurve bei Variation der Frequenz ω . Zu welcher Schaltung passt sie?

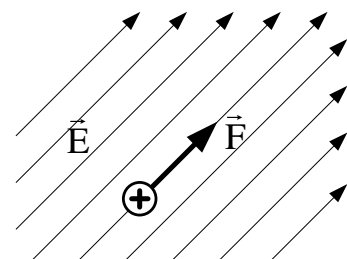


10. Eine positive Ladung $Q = 2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ befindet sich in einem homogenen elektrostatischen Feld. Das Feld hat die Stärke $E = 10 \text{ MV/m}$. Welche Kraft wirkt auf die Ladung?

a $F = -2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

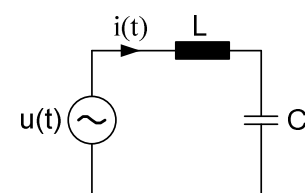
b $F = 2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

c $F = 2 \cdot 10^{-17} \text{ N}$



11. Welche der Gleichungen beschreibt die Laplace-Transformierte des Stroms $i(t)$?

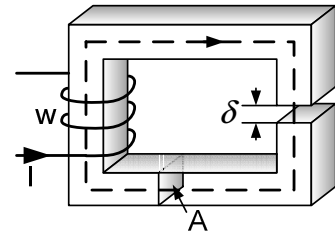
a $I(s) = U(s) \cdot \left(\frac{sC}{s^2L + 1} \right)$



b
$$I(s) = U(s) \cdot \left(\frac{C}{sL+1} \right)$$

c
$$I(s) = U(s) \cdot \left(\frac{LC}{s+1} \right)$$

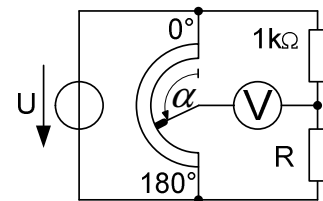
12. Das nebenstehende Bild zeigt eine Spule mit einem Luftspalt $\delta = 1 \text{ mm}$ ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$) und der Induktivität $L = 20 \text{ mH}$. Die Feldstärke im magnetischen Eisen sei zu vernachlässigen.



Wieviele Windungen hat die Spule, wenn die Fläche des Querschnitts im Luftspalt $A = 9 \text{ mm}^2$ beträgt?

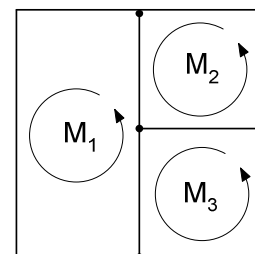
- a $w = 1330$
b $w = 143$
c $w = 12$

13. Mit der nebenstehenden Schleifdrahtmessbrücke soll der Widerstand R bestimmt werden. Das Potentiometer hat einen Gesamtwiderstand von $3 \text{ k}\Omega$. Bei $\alpha = 120^\circ$ ist die Brücke abgeglichen. Wie groß ist R ?



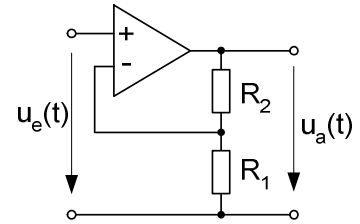
- a $R = 500 \Omega$
b $R = 1 \text{ k}\Omega$
c $R = 2 \text{ k}\Omega$

14. Dargestellt ist der Graph eines elektrischen Netzwerkes in dem drei Maschen (M_1, M_2, M_3) kenntlich gemacht wurden. Welche Aussage trifft zu?



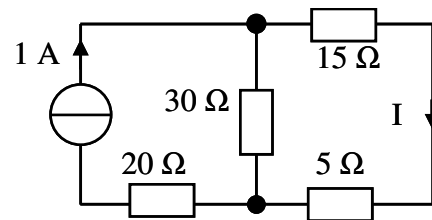
- a Das Netzwerk besitzt $z = 4$ Zweige und $k = 4$ Knoten.
b Mehr als 3 Maschengleichungen lassen sich nicht finden.
c Man benötigt $z - k = 2$ Knotengleichungen zur vollständigen Berechnung.

15. Die nebenstehende Operationsverstärker-Schaltung wird an der Versorgungsspannung $\pm U_V$ betrieben. Welche Funktion hat die Schaltung?



- a Nicht-invertierender Verstärker: $u_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot u_e$
- b Komparator mit Hysterese: $u_a = \pm U_V$
- c Invertierender Verstärker: $u_a = -\frac{R_2}{R_1} \cdot u_e$

16. Welcher Strom I fließt in nebenstehender Schaltung durch den 15Ω -Widerstand?



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

17. Eine Heizlüfter mit näherungsweise konstantem elektrischem Widerstand R trägt u. A. die Typenschilddaten $U_N = 230 \text{ V}$, $S_N = 1,5 \text{ kW}$, $\cos\varphi_N = 0,82$. Wie groß wird die aufgenommene Heizleistung bei reduzierter Spannung von $U = 220 \text{ V}$?

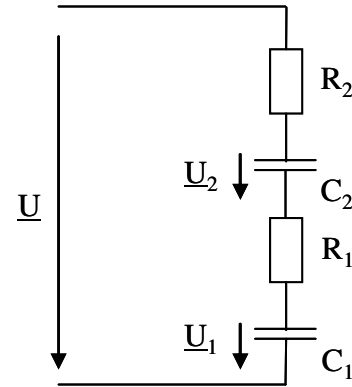
- a 1,13 kW
- b 1,19 kW
- c 1,26 kW

18. Welches der folgenden Materialien eignet sich als Hochspannungs-Isolator?

- a Quecksilber
- b wassergetränktes Papier
- c ölgetränktes Papier

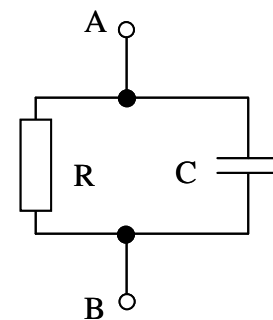
19. Gegeben sei das nebenstehende Wechselstrom-Netzwerk. In welchem Verhältnis teilen sich die Spannungen auf?

- a $U_1/U_2 = C_1/C_2$
- b $U_1/U_2 = R_2/R_1$
- c $U_1/U_2 = C_2/C_1$



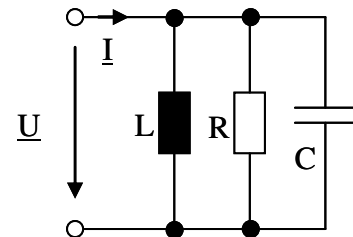
20. Wie groß ist die komplexe Impedanz \underline{Z}_{AB} eines realen Kondensators mit der Kapazität C und dem Widerstand R?

- a $\underline{Z}_{AB} = R + \frac{1}{j\omega C}$
- b $\underline{Z}_{AB} = R - j\omega C$
- c $\underline{Z}_{AB} = \frac{R}{1 + j\omega RC}$



21. Welche Maßnahme vergrößert die Bandbreite des nebenstehenden Resonanzkreises, ohne die Resonanzfrequenz zu verändern?

- a Verminderung des Widerstands R
- b Verminderung von L und C um den gleichen Faktor
- c Verminderung des Stroms $i(t)$



22. Mit welchem elektrotechnischen Bauteil können Sie elektrische Leistungen verstärken?

- a Transistor
- b Ungesteuerte Stromquelle
- c Spartransformator

23. Welcher Unterschied besteht zwischen idealem und realem Operationsverstärker (OPV)?

- a Bei realen OPV existiert eine endliche Grenzfrequenz; bei idealen OPV beträgt diese unendlich.
- b Bei idealen OPV ist die Ausgangsspannung auf die Versorgungsspannung begrenzt; bei realen OPV kann diese unendlich groß werden.
- c Der Eingangswiderstand im realen OPV ist endlich; im idealen OPV wird er zu Null angenommen.

24. Bei welcher Gleichstrommaschine hängt das Drehmoment quadratisch vom Ankerstrom ab?
- a Permanentterregte Gleichstrommaschine
 - b Fremderregte Gleichstrommaschine
 - c Reihenschlussmaschine
25. Wie können Sie die Anziehungskraft in einem Schütz (elektromagnetisch betätigter Schalter) unabhängig von der Länge des Luftspalts konstant halten?
- a Bei Verkleinerung des Luftspalts erhöht man die anliegende Spannung.
 - b Bei größerem Luftspalt muss ein stärkerer Strom fließen.
 - c Der Einbau eines Permanentmagneten sorgt für konstante Anziehungskraft.
26. Warum werden bei der Blindleistungskompensation Parallelkondensatoren eingesetzt?
- a Serienkondensatoren funktionieren nicht bei Gleichstrom.
 - b Die Spannung am Gerät als wichtige Bemessungsgröße bleibt erhalten.
 - c Eine Parallel-Serien-Kompensation (Compound-Kompensator) erhöht den Wirkungsgrad, wird aber zu teuer.
27. Mit welcher Frequenz pulsiert die Leistung in einem 400 Hz-Flugzeug-Wechselspannungsnetz?
- a 400 Hz
 - b 200 Hz
 - c 800 Hz
28. Sie schalten zwei elektronische Verstärker in Serie. Welche Aussage bezüglich der Phasenlage von Ein- und Ausgangsspannung ist richtig?
- a Die Phasenverschiebung beträgt unabhängig von der Frequenz immer 0° .
 - b Die Phasenverschiebung beträgt unabhängig von der Frequenz immer 180° .
 - c Die Phasenverschiebung verläuft frequenzabhängig.
29. Sie versetzen einen permanentterregten Gleichstrommotor, der bisher in einer Fabrikhalle bei 20°C Umgebungstemperatur eingesetzt war, in die Nähe eines Ofens bei etwa 60°C Temperatur. Welcher Effekt tritt ein?
- a Der Motor dreht merklich schneller, da das dünnflüssige Schmieröl für weniger Reibung sorgt.
 - b Der Motor wird um mehr als 40 K heißer, da der Wicklungswiderstand ansteigt.
 - c Der Motor arbeitet wie vorher.

30. Welche Aussage gilt für die nebenstehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker?
- a Der Ausgang kann die Werte $\pm U_V$ (U_V : Versorgungsspannung) annehmen.
 - b Die Verstärkung beträgt immer $1+(R_2/R_1)$.
 - c Die Verstärkung hängt von U_0 ab.

