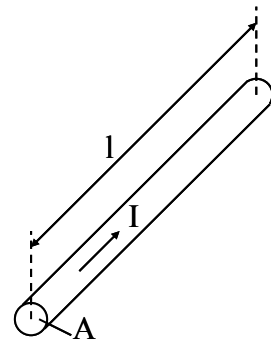




Aufgabe 1:

Ein  $l = 1 \text{ m}$  langer Leiter mit einem Querschnitt von  $A = 1 \text{ mm}^2$  aus Konstantandraht (spezifischer Widerstand  $\rho = 0,5 \text{ } \Omega \text{ m}^{-1} \text{ mm}^2$ ) soll zur Dehnungsmessung eingesetzt werden.

Fragen:

1. Wie groß ist der Widerstand  $R$  des unbelasteten Drahts? (2 Punkte)
2. Wie ändert sich der Widerstand qualitativ, wenn der Draht durch Zug in der Länge gedehnt und im Querschnitt reduziert wird? (1 Punkt)
3. Geben Sie die prozentuale Änderung des ursprünglichen Widerstands bei gleichzeitiger Längendehnung um  $0,5 \%$  und Querschnittsänderung um  $-0,6 \%$  an! (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 1

Aufgabe 2:

Dem Typenschild eines Wechselstrom-Verbrauchers kann man folgende Bemessungs-Daten entnehmen:

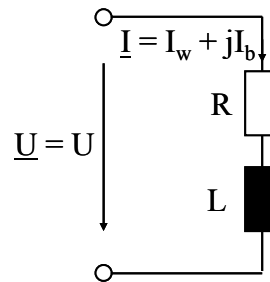
$$U_N: 230 \text{ V}$$

$$f_N: 50 \text{ Hz}$$

$$I_N: 2,3 \text{ A}$$

$\cos\varphi_N: 0,7$  induktiv

Hinweis: Im Bemessungspunkt darf der Verbraucher als Reihenschaltung aus Induktivität und Widerstand modelliert werden.

Fragen:

1. Wie groß sind die Wirk- und Blindstrom-Komponenten des Stroms  $\underline{I} = I_w + j \cdot I_b$ , wenn die Spannung  $\underline{U} = U_N$  in die reelle Achse gelegt wird? Hinweis: Beachten Sie die Vorzeichen! (2 Punkte)
2. Zeichnen Sie einen zur Blindleistungskompensation geeigneten Kondensator in das oben stehende Schaltbild! (1 Punkt)
3. Berechnen Sie die Kapazität eines Kondensators, der betragsmäßig den gleichen Blindstrom wie der Motor im Bemessungspunkt aufnimmt! (2 Punkte)

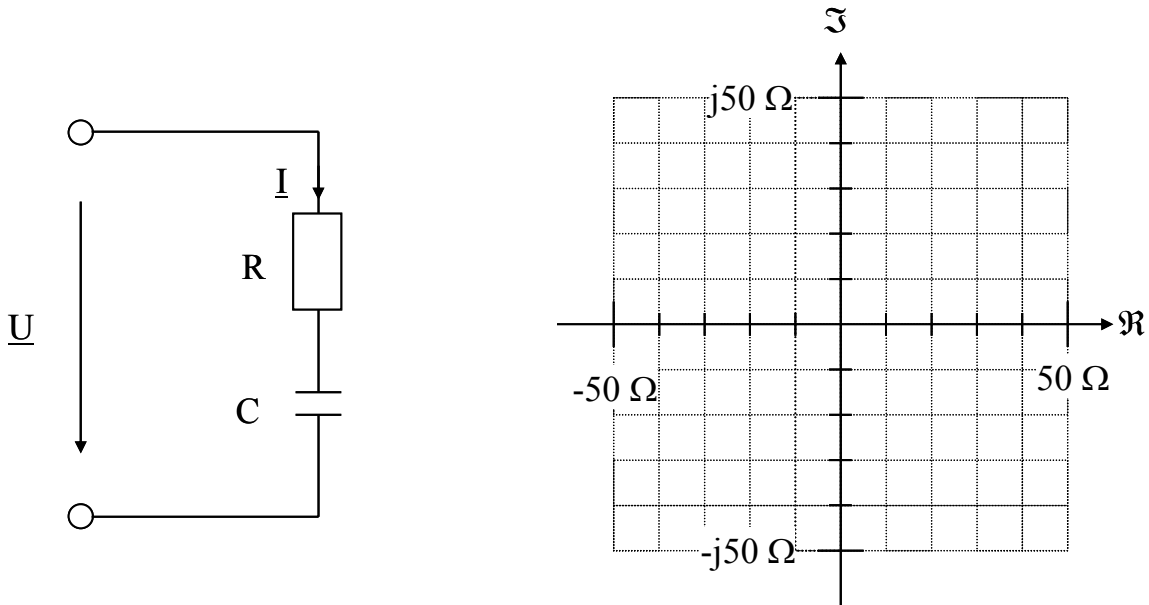
Lösung Aufgabe 2

Aufgabe 3:

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

$$R = 30 \, \Omega$$

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

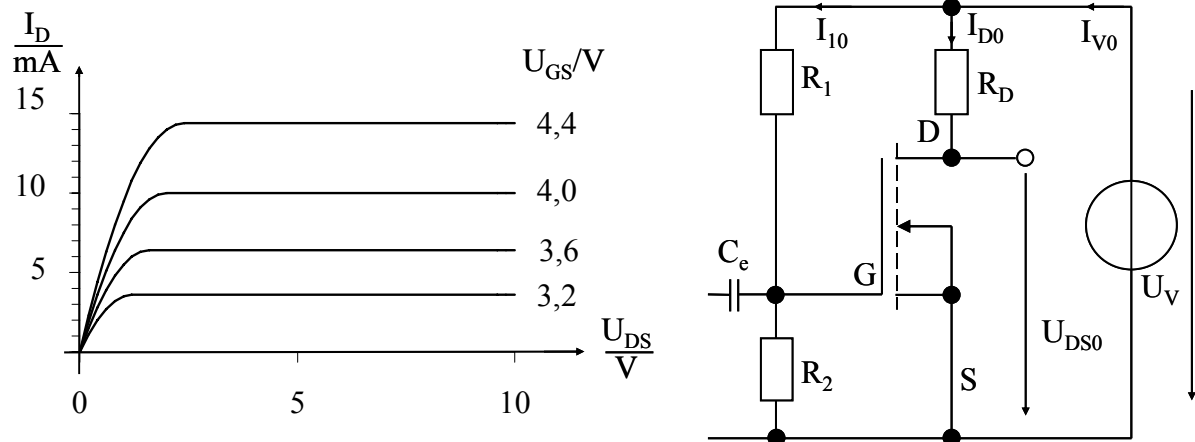
Fragen:

1. Geben Sie die Impedanz der Reihenschaltung bei der Frequenz  $f = 1000 \, \text{Hz}$  nach Betrag und Phase  $\underline{Z} = Z \cdot e^{j\varphi}$  an! (2 Punkte)
2. Bei welcher Frequenz ist der Betrag der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung genau  $45^\circ$ ? (2 Punkte)
3. Zeichnen Sie die Ortskurve  $\underline{Z}(\omega)$  in das oben stehende Diagramm! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 3:

Aufgabe 4:

Ein selbstsperrender n-Kanal-MOSFET soll für einen Wechselspannungs-Verstärker verwendet werden. Das Ausgangskennlinienfeld ist untenstehend angegeben.



Es wird eine Sourceschaltung verwendet. Dazu müssen die Widerstände dimensioniert werden.

Fragen:

1. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade durch den Arbeitspunkt mit  $I_{D0} = 6,5 \text{ mA}$  und  $U_{DS0} = 5 \text{ V}$  bei einer Versorgungsspannung  $U_V = 10 \text{ V}$  ein! (2 Punkte)
2. Geben Sie den für diesen Arbeitspunkt notwendigen Widerstand  $R_D$  an! (1 Punkt)
3. Wie groß sind die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  zu dimensionieren, wenn im Arbeitspunkt ein Strom  $I_{10} = 10 \mu\text{A}$  fließen soll? (2 Punkte)

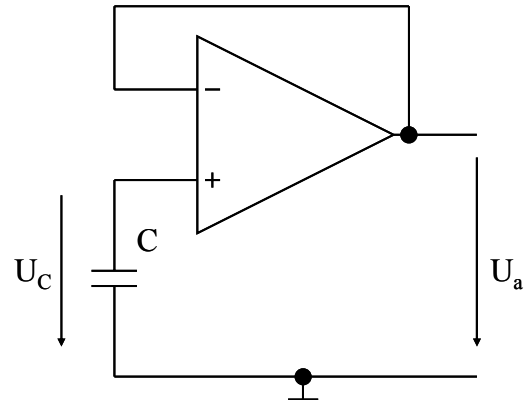
Lösung Aufgabe 4:

Aufgabe 5:

Ein Drucksensor kann als Plattenkondensator modelliert werden, bei dem sich der Abstand der Platten in Abhängigkeit vom Druck ändert.

Die Platten haben gegenüberstehende Flächen von  $A = 25 \text{ mm}^2$  und einen Ruhe-Abstand von  $d = 0,1 \text{ mm}$ . Als Dielektrikum dient Luft mit  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ . Die Platten tragen entgegengesetzte Ladungen von jeweils  $1,5 \cdot 10^{-12} \text{ C}$ , die konstant bleiben.

An den Kondensator wird ein Spannungsfolger angeschlossen.

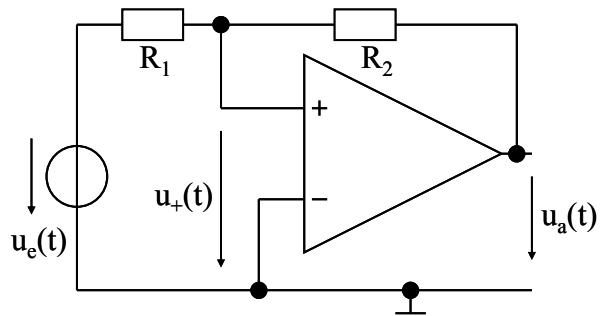
Fragen:

1. Wie groß ist die Kapazität  $C$  im Ruhezustand? Wie hoch ist die anliegende Spannung  $U$ ? (2 Punkte)
2. Auf welchen Wert  $U'$  ändert sich die Spannung, wenn der Plattenabstand durch äußeren Druck auf  $d' = 0,09 \text{ mm}$  reduziert wird? (1 Punkt)
3. Wie groß ist die Spannungsverstärkung  $v_U = U_a/U_C$  des Spannungsfolgers? Welchen Zweck hat es, diese Schaltung einzusetzen? (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 5

Aufgabe 6:

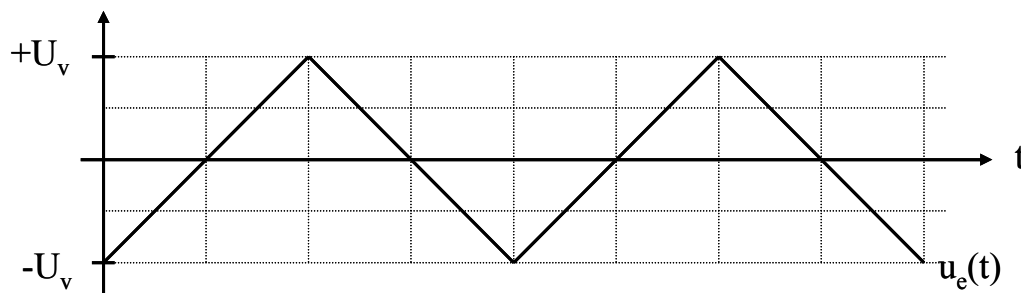
Gegeben sei die unten stehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker (OPV). Für die Widerstände gilt  $R_2 = 2 \cdot R_1$ . Die Versorgungsspannung betrage  $\pm U_V$  symmetrisch zum Bezugspotential (Masse).



Fragen:

1. Welche Werte kann  $u_a(t)$  annehmen? (1 Punkt)
2. Geben Sie die Spannung  $u_+(u_e, u_a)$  am nichtinvertierenden Eingang des OPV an! Hinweis: Sie können dazu z. B. den Überlagerungssatz nutzen. (2 Punkte)
3. Geben Sie  $u_a(t)$  für den unten stehenden Verlauf von  $u_e(t)$  an, wenn  $u_a(t=0) = -U_V$  beträgt! (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 6



Aufgabe 7:

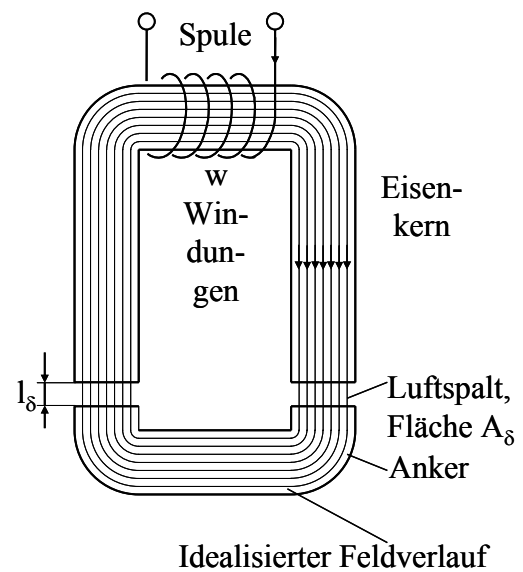
Eine Induktivität mit Luftspalt kann vereinfacht durch die untenstehende Skizze eines magnetischen Kreises dargestellt werden. Das Weicheisen in Kern und Anker habe eine Permeabilität von  $\mu_{\text{Fe}} \rightarrow \infty$ . Die Feldlinien verlaufen idealisiert wie eingezeichnet.

Jeder der beiden Luftspalte hat eine Fläche  $A_{\delta} = 5 \text{ cm}^2$  und eine Länge  $l_{\delta} = 2 \text{ mm}$ .

Die absolute Permeabilität in Luft beträgt:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1} \approx 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ V s A}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

Die Spule hat  $w = 1000$  Windungen. Es fließe ein Gleichstrom  $I = 1 \text{ A}$ .

Fragen:

1. Geben Sie die Induktivität  $L$  der Spule an (beachten Sie beide Luftspalte)! (2 Punkte)
2. Welche magnetische Energie ist in der Spule gespeichert? (2 Punkte)
3. In welchem Raum ist die magnetische Energie gespeichert? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 7:



Aufgabe 8:

In einem Akkuschauber wird ein Gleichstrommotor eingesetzt. Dem Typenschild kann man folgende Bemessungs-Daten entnehmen:

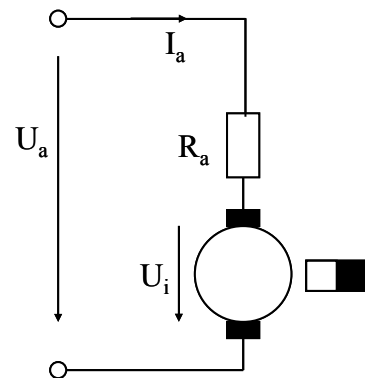
$P_N$ : 100 W

$U_N$ : 14 V

$I_N$ : 10 A

$n_N$ : 1200 min<sup>-1</sup>

Alle Verluste außerhalb des Ankerwiderstands sowie die Induktivitäten dürfen vernachlässigt werden.

Fragen:

1. Wie groß ist das Drehmoment im Bemessungspunkt  $M_N$ ? (1 Punkt)
2. Geben Sie die im Ankerwiderstand  $R_a$  umgesetzte Verlustleistung im Bemessungspunkt an! Wie groß ist der Ankerwiderstand  $R_a$ ? (2 Punkte)
3. Wie groß wird der Kurzschlussstrom  $I_K$  bei der Drehzahl  $n=0$  und der Bemessungsspannung  $U_N$ ? Wie groß ist das zugehörige Drehmoment  $M_K$ ? (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 8

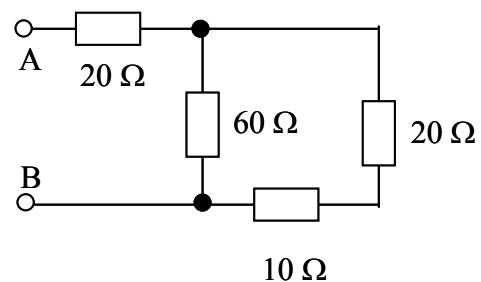
Aufgabe 9:

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 15 Punkte für zufällig richtige Antworten abgezogen, d. h. es können maximal 30 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** )!

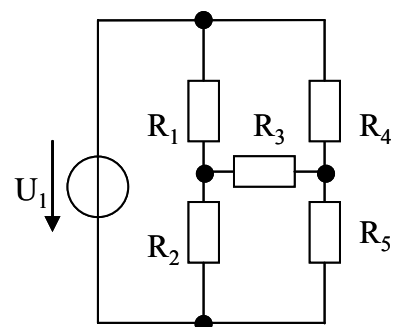
Fragen:

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



- a 30 Ω  
b 40 Ω  
c 50 Ω

2. Gegeben sei das nebenstehende Netzwerk. Die Spannung  $U_1$  sowie die Widerstände  $R_1$  bis  $R_5$  seien bekannt. Wieviele Knoten- und Maschengleichungen werden für die Berechnung aller Zweigströme im Netzwerk benötigt?

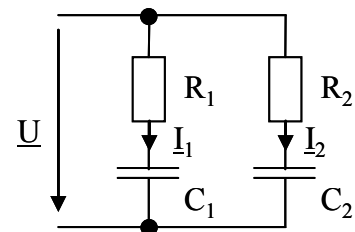


- a 4 Maschengleichungen und 2 Knotengleichungen  
b 3 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen  
c 2 Maschengleichungen und 4 Knotengleichungen

3. In einem geladenen Plattenkondensator ( $Q = \text{const.}$ ) werden die Platten voneinander entfernt. Wie verhält sich die Spannung am Kondensator?
- a U steigt
  - b U bleibt konstant
  - c U sinkt
4. Ein Boiler mit linearer Strom-Spannungs-Kennlinie trägt u. A. die Typenschilddaten  $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $P_N = 3 \text{ kW}$ ,  $\cos\varphi_N = 0,95$ ,  $f_N = 50 \text{ Hz}$ . Wie groß wird der aufgenommene Strom I bei erhöhter Spannung von  $U = 240 \text{ V}$  und sonst unveränderten Daten?
- a 13,0 A
  - b 13,7 A
  - c 14,3 A
5. Welche Flüssigkeit wird häufig in Isolationssystemen eingesetzt?
- a Quecksilber
  - b Öl
  - c Leitungswasser
6. Die Energie in einem homogenen elektrischen Feld beträgt
- a  $W = \frac{1}{2} \cdot \varepsilon \cdot E^2 \cdot V$
  - b  $W = \frac{1}{2} \cdot B \cdot H \cdot V$
  - c  $W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$

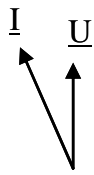
7. Warum werden Elektromotoren meist auf Basis magnetischer Felder konstruiert?
- Die Kraftdichte im magnetischen Feld liegt um einige Größenordnungen über der des elektrischen Felds.
  - Das elektrische Feld kann nicht bewegt werden.
  - Da in Luft keine Ladungsträger vorhanden sind, kann das elektrische Feld keine Energie zwischen luftisolierten Körpern übertragen.
8. Ein Luftspule wird mit einem konstanten elektrischen Strom gespeist. Nun wird ein Kern aus Weicheisen in die Spule eingeführt. Welche Aussage ist richtig?
- Auf das Weicheisen wirkt eine Kraft, die es in die Spule zieht
  - Auf das Weicheisen wirkt eine Kraft, die es aus dem Spuleninnern herausdrückt
  - Die magnetische Energie in der Spule ändert sich nicht, da  $H = w \cdot I/l = \text{const.}$  gilt
9. Wie groß ist die komplexe Impedanz  $\underline{Z}$  einer realen Spule mit der Induktivität  $L$  und dem Widerstand  $R$ ?
- $\underline{Z} = j \omega L + R$
  - $\underline{Z} = R - j \omega L$
  - $\underline{Z} = R - j / \omega L$

10. Gegeben sei das nebenstehende Wechselstrom-Netzwerk. In welchem Verhältnis teilen sich die Ströme bei sehr hoher Frequenz  $f \rightarrow \infty$  auf?



- $I_1/I_2 = R_2/R_1$
- $I_1/I_2 = C_1/C_2$
- $I_1/I_2 = C_2/C_1$

11. In einer Serienschaltung aus Induktivität und ohmschem Widerstand gilt:



a



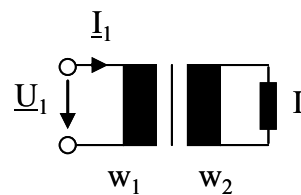
b



c

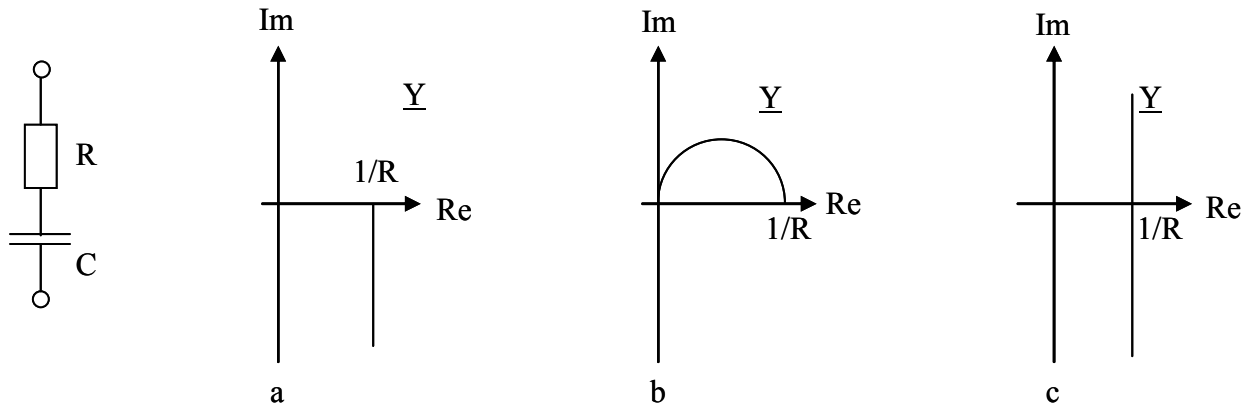
- a Der Strom eilt der Summenspannung voraus
- b Der Strom eilt der Summenspannung nach
- c Der Realteil des Stroms ist immer negativ

12. Eine Induktivität  $L$  wird wie nebenstehend über einen idealen Transformator an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen. Welche Induktivität  $L_1 = U_1 / (I_1 \cdot \omega)$  misst man auf der Primärseite?

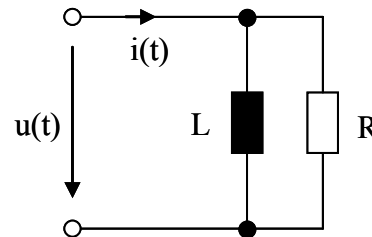


- a  $L_1 = \frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot L$
- b  $L_1 = \frac{w_2}{w_1} \cdot L$
- c  $L_1 = \frac{w_1}{w_2} \cdot L$

13. Geben Sie die richtige Ortskurve für die Admittanz  $\underline{Y}$  einer Reihenschaltung aus Widerstand R und Kondensator C an!



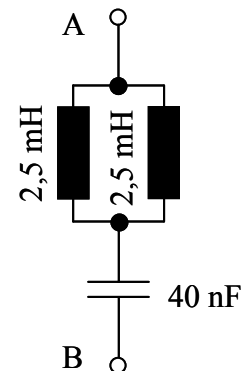
14. Eine Impedanz  $\underline{Z}(\omega)$ , bestehend aus einer Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstands R und einer Induktivität L, wird von einem frequenzvariablen Strom konstanter Amplitude  $i(t) = \hat{I} \cdot \sin(\omega t)$  gespeist.



- a Die Spannung  $\hat{U}$  wird für  $\omega \rightarrow \infty$  maximal
- b Die Spannung  $\hat{U}$  wird für  $\omega = 0$  maximal
- c Die Spannung  $\hat{U}$  wird bei der Resonanzfrequenz  $\omega_0 = \frac{R}{L}$  maximal

15. Wie groß ist die Resonanzfrequenz  $f_0$  der nebenstehenden Schaltung?

- a  $f_0 = 55 \text{ kHz}$
- b  $f_0 = 33 \text{ kHz}$
- c  $f_0 = 22,5 \text{ kHz}$



16. Eine 30 m lange Verlängerungsschnur ist mit einem Schutzleiter versehen. Der Leiter ist aus Kupfer (spezifischer Widerstand  $\rho_{\text{Cu}}=17,8 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$ ) und hat den Querschnitt  $1,5\text{mm}^2$ . Wie groß ist der ohmsche Widerstand des Schutzleiters?

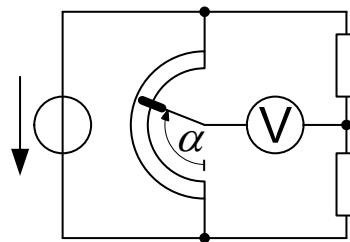
- a 0,4  $\Omega$
- b 0,6  $\Omega$
- c 0,8  $\Omega$

17. Der Glühfaden einer Glühbirne für 230 V habe im ausgeschalteten Zustand bei 20 °C einen Widerstand von  $R_{20} = 71 \Omega$ . Nach dem Einschalten glüht der Faden bei 2300 °C. Der Faden habe einen Temperaturkoeffizienten von  $\alpha_{20} = 0,005 \text{ 1/K}$ . Welche Leistung hat die Glühbirne?

- a 20W
- b 40W
- c 60W

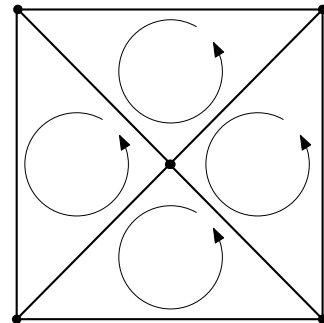
18. Die nebenstehende Schaltung zeigt eine Schleifdrahtmessbrücke. Der Schleifer des Potentiometers ist drehbar gelagert und soll so eingestellt werden, dass die Brücke abgeglichen ist. Welcher Winkel  $\alpha$  muss eingestellt werden?

- a 36°
- b 90°
- c 144°

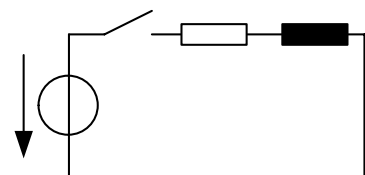


19. Ein Dehnungsmesstreifen aus Metall habe den Grundwiderstand  $R_0 = 500 \Omega$  und einen  $k$ -Faktor von  $k = 2$ . Die Messeinrichtung staucht nun den Messstreifen um  $0,2\%$ . Wie groß ist jetzt sein Widerstand?
- $498 \Omega$
  - $499 \Omega$
  - $501 \Omega$
20. Anwendungen der Energie- und Nachrichtentechnik haben unterschiedliche Anforderungen bei der Leistungsanpassung. Wie groß sollte der Lastwiderstand idealerweise nach energietechnischen Gesichtspunkten sein?
- viel kleiner als der Innenwiderstand der Quelle
  - genauso groß wie der Innenwiderstand der Quelle
  - viel größer als der Innenwiderstand der Quelle

21. Dargestellt ist der Graph eines elektrischen Netzwerkes, wobei vier Maschen ( $M_1, M_2, M_3, M_4$ ) kenntlich gemacht worden. Welche Aussage trifft zu?
- Das Netzwerk besitzt  $z = 8$  Zweige und  $k = 4$  Knoten.
  - Die Gleichungen für  $M_1, M_2, M_3, M_4$  sind linear unabhängig.
  - Man benötigt  $z - (k - 1) = 3$  Knotengleichungen zur vollständigen Berechnung.



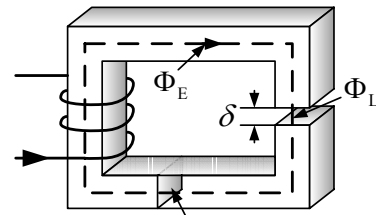
22. Für die Zeit  $t < t_0$  fließe in nebenstehender Schaltung kein Strom. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird der Schalter  $S$  geschlossen. Welche Aussage trifft zu?
- Die Zeitkonstante des Stromanstieges beträgt  $\tau = 250 \text{ ns}$ .
  - Die Spannung über der Induktivität nähert sich gemäß einer Exponentialfunktion dem Wert  $U_L = 5 \text{ V}$  an.
  - Zum Zeitpunkt  $t_1 = (t_0 + 250 \text{ ns})$  beträgt der Strom  $i(t_1) = 1,25 \text{ mA}$ .





23. Ein Strommessgerät habe einen Messbereich von 0-1A und einen Innenwiderstand von  $R_i = 50 \text{ m}\Omega$ . Durch welche Maßnahme könnte man mit diesem Gerät auch Ströme bis 10 A messen?
- a Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit  $5,5 \text{ m}\Omega$ .
  - b Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit  $11 \text{ m}\Omega$ .
  - c In Reihe schalten eines Shuntwiderstandes mit  $950 \text{ m}\Omega$ .

24. Das nebenstehende Bild zeigt den magnetischen Kreis eines Eisenkerns mit Luftspalt  $\delta$ . Welche Maßnahme würde den magnetischen Widerstand des Kreises erhöhen?

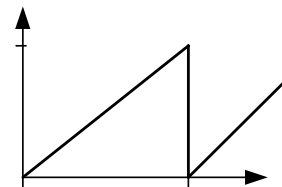


- a Verringerung des Luftspaltes  $\delta$
- b Verringerung der Windungszahl  $N$
- c Verringerung des Eisenquerschnittes  $A$

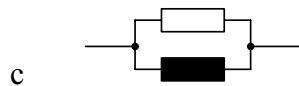
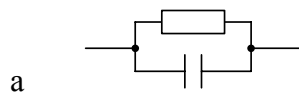
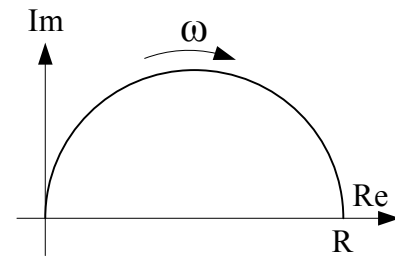
25. Wie groß ist der Effektivwert  $Y_{\text{eff}}$  des rechts skizzierten periodischen Signalverlaufs

$$y(t) = \frac{1}{T} \cdot (t - kT) \text{ mit } k \in \mathbb{N} ?$$

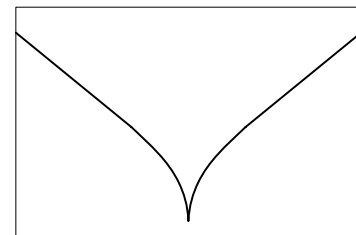
- a  $Y_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
- b  $Y_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
- c  $Y_{\text{eff}} = \frac{1}{2}$



26. Rechts ist eine Impedanz-Ortskurve bei Variation der Frequenz  $\omega$  dargestellt. Zu welcher Schaltung passt sie?



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



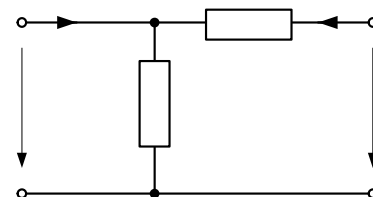
- a Bandpass
- b Bandsperre
- c Tiefpass

28. Welche Vierpolgleichung beschreibt die nebenstehende Schaltung?

a 
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & 1/R \\ 1/R & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

b 
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & R \\ R & 2R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

c 
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & 2R \\ 2R & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

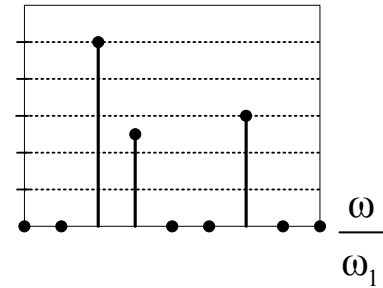


29. Von welchem Signal  $y(t)$  wird hier das Amplitudenspektrum gezeigt?

a  $y(t) = \cos(2\omega t) + \frac{1}{2}\cos(3\omega t) + \frac{3}{5}\cos(6\omega t)$

b  $y(t) = \cos\left(\frac{1}{2}\omega t\right) + \cos\left(\frac{1}{3}\omega t\right) + \cos\left(\frac{1}{6}\omega t\right)$

c  $y(t) = \cos(2\omega t + \varphi_2) + \cos(3\omega t + \varphi_3) + \cos(6\omega t + \varphi_6)$



30. Welche Funktion wird mit nebenstehender Operationsverstärkerschaltung bei sinusförmiger Eingangsspannung  $u_e$  realisiert?

a Bandsperrenfilter:  $\underline{u}_a = j \cdot \frac{1 - \omega L}{\omega C R} \cdot \underline{u}_e$

b Bandpassfilter:  $\underline{u}_a = j \cdot \frac{R}{\omega L - \frac{1}{\omega C}} \cdot \underline{u}_e$

c Komparator mit Hysterese:  $u_a = \pm U_B$

