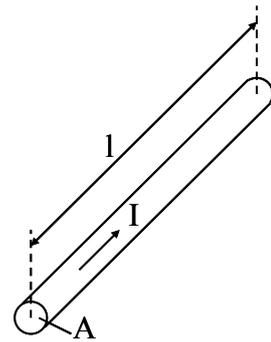




Aufgabe 1:

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:

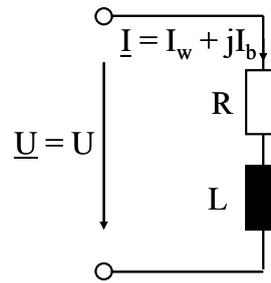
$$U_N: 230 \text{ V}$$

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

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

$\cos\varphi_N: 0,7$  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)

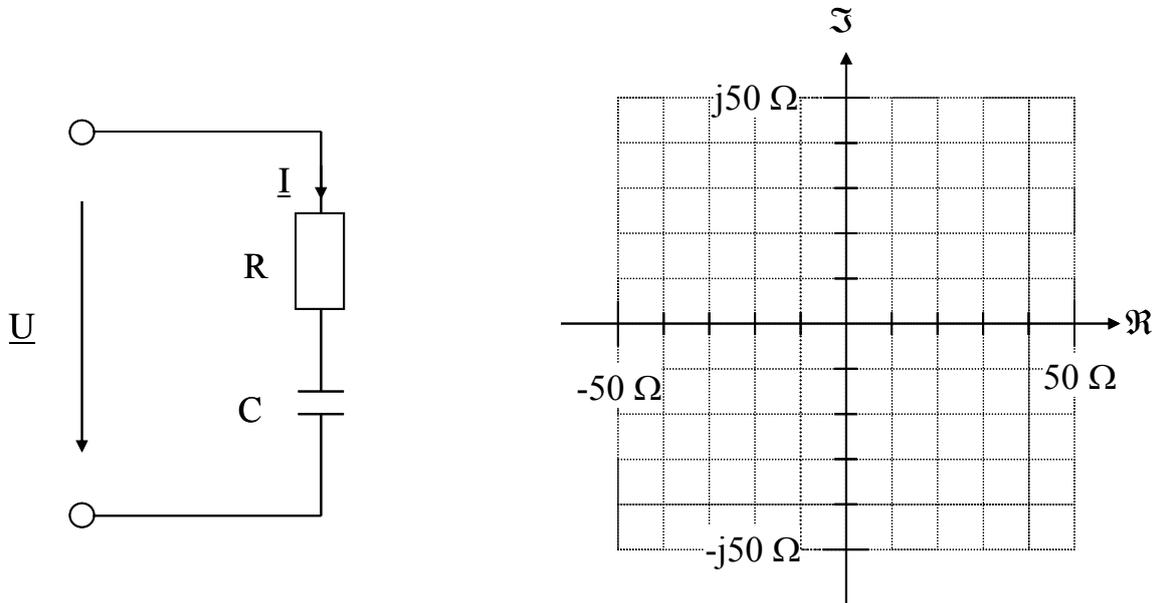
Lösung Aufgabe 2

Aufgabe 3:

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

$$R = 30 \, \Omega$$

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

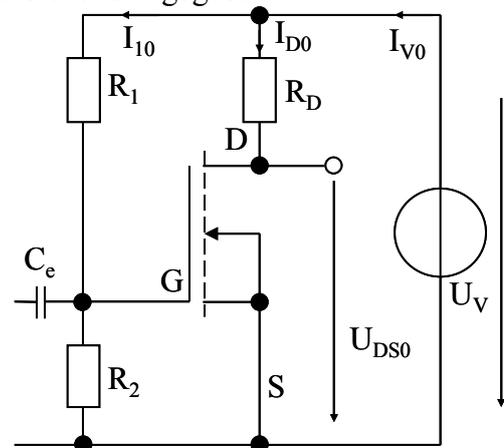
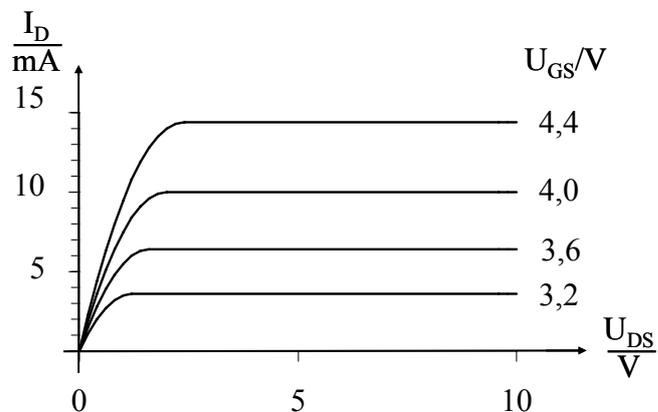
Fragen:

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)

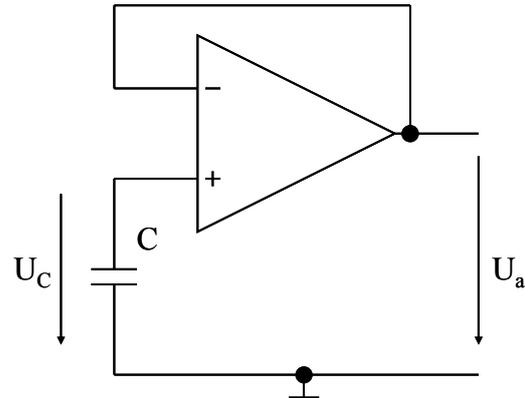
Lösung Aufgabe 4:

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.

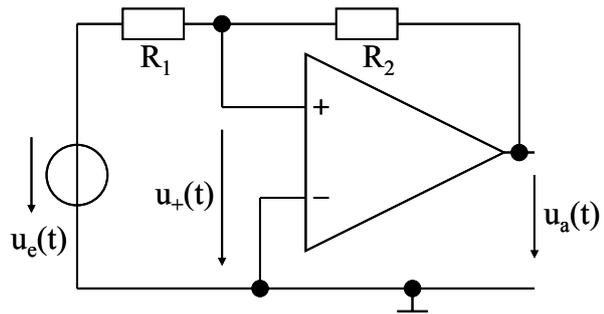
Fragen:

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:

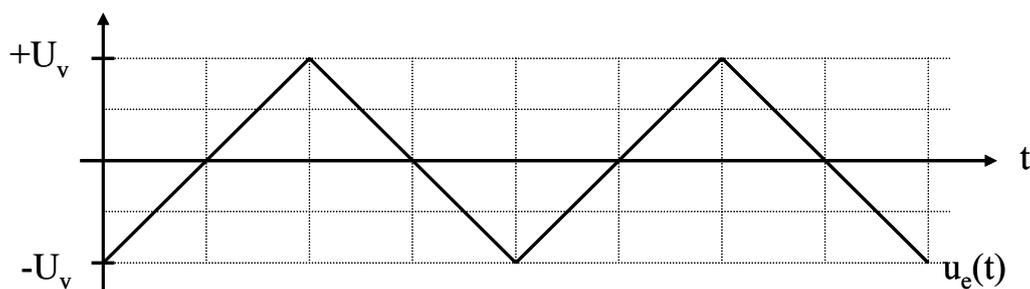
Gegeben sei die unten stehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker (OPV). Für die Widerstände gilt  $R_2 = 2 \cdot R_1$ . Die Versorgungsspannung betrage  $\pm U_V$  symmetrisch zum Bezugspotential (Masse).



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:

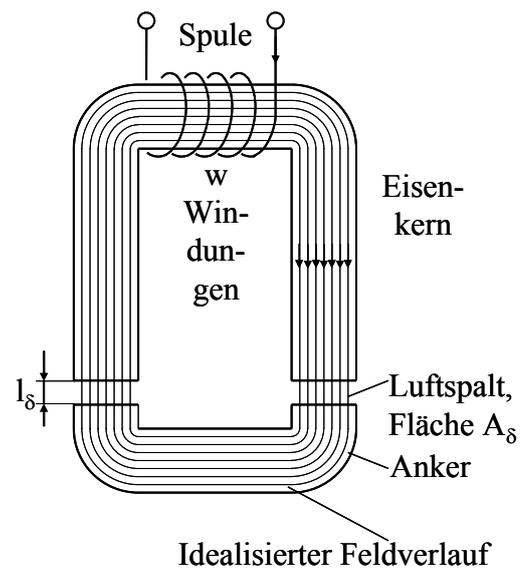
Eine Induktivität mit Luftspalt kann vereinfacht durch die untenstehende Skizze eines magnetischen Kreises dargestellt werden. Das Weicheisen in Kern und Anker habe eine Permeabilität von  $\mu_{\text{Fe}} \rightarrow \infty$ . Die Feldlinien verlaufen idealisiert wie eingezeichnet.

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:

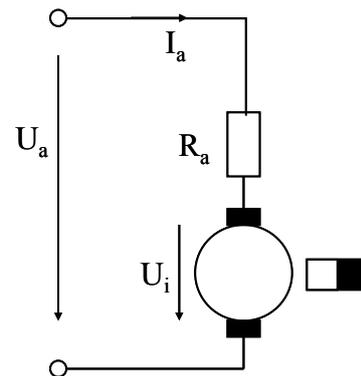
$P_N$ : 100 W

$U_N$ : 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

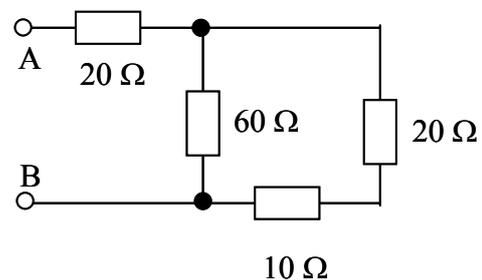
Aufgabe 9:

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** )!

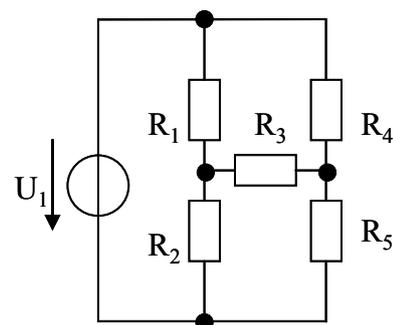
Fragen:

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?

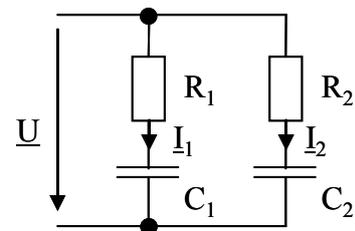


- a 4 Maschengleichungen und 2 Knotengleichungen  
b 3 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen  
c 2 Maschengleichungen und 4 Knotengleichungen

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  $W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$

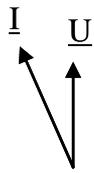
7. Warum werden Elektromotoren meist auf Basis magnetischer Felder konstruiert?
- Die Kraftdichte im magnetischen Feld liegt um einige Größenordnungen über der des elektrischen Felds.
  - Das elektrische Feld kann nicht bewegt werden.
  - Da in Luft keine Ladungsträger vorhanden sind, kann das elektrische 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



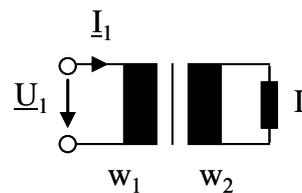
b



c

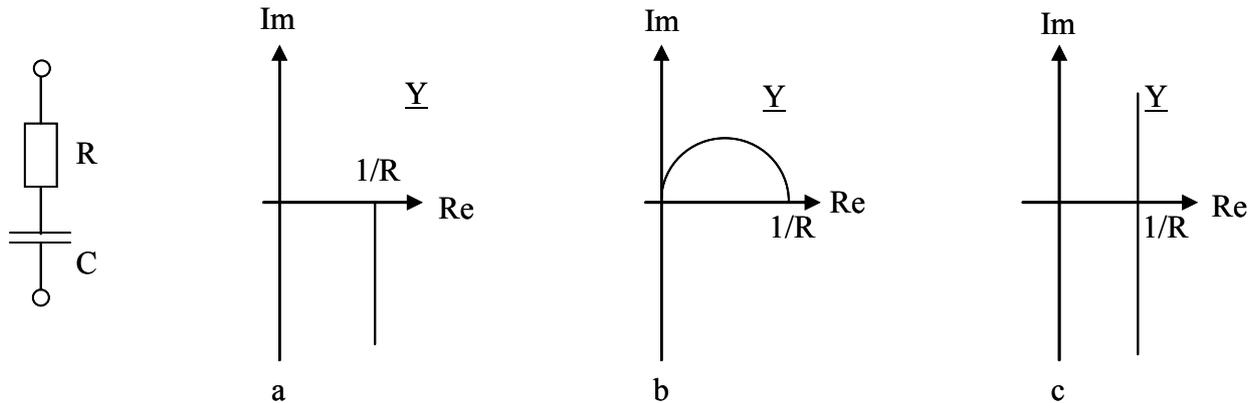
- a Der Strom eilt der Summenspannung voraus
- b Der Strom eilt der Summenspannung nach
- c Der Realteil des Stroms ist immer negativ

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?

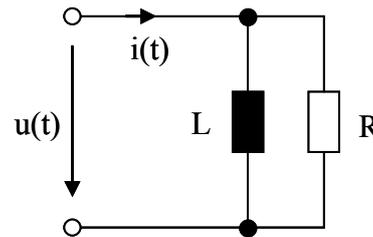


- a  $L_1 = \frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot L$
- b  $L_1 = \frac{w_2}{w_1} \cdot L$
- c  $L_1 = \frac{w_1}{w_2} \cdot L$

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



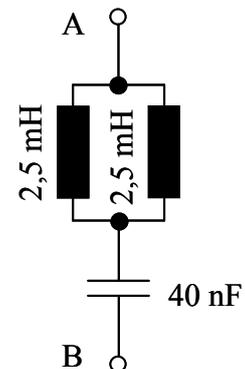
14. Eine Impedanz  $\underline{Z}(\omega)$ , bestehend aus einer Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstands R und einer Induktivität L, wird von einem frequenzvariablen Strom konstanter Amplitude  $i(t) = \hat{I} \cdot \sin(\omega t)$  gespeist.



- 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

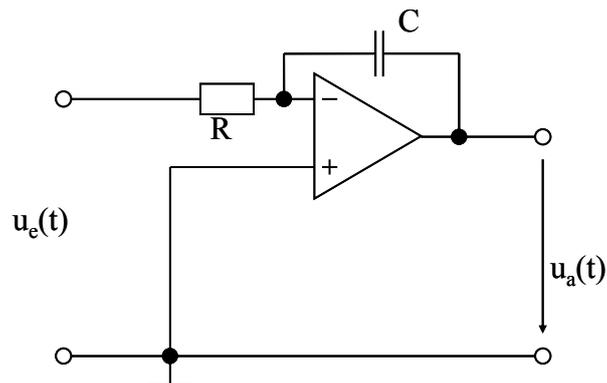
15. Wie groß ist die Resonanzfrequenz  $f_0$  der nebenstehenden Schaltung?

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



16. Bei welcher Frequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei einer RLC-Reihenschaltung genau  $\varphi = 0$ ?
- a Bei der Frequenz Null
  - b Bei Resonanzfrequenz  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
  - c Bei sehr hoher Frequenz  $f \rightarrow \infty$
17. Die typische Anschlussspannung einer industriellen Werkzeugmaschine mit 10 kW Leistungsaufnahme beträgt
- a 24 V Gleichspannung
  - b 230 V Wechselspannung
  - c 400 V Drehspannung
18. Eine pn-Diode erfordert
- a einen Halbleiter-Kristall mit zwei unterschiedlich dotierten Schichten
  - b eine durch eine  $\text{SiO}_2$ -Schicht abgetrennte Steuerelektrode
  - c die Dotierung der p-Schicht mit Eisen zur Erhöhung der magnetischen Leitfähigkeit
19. Wie groß wird der Gatestrom  $I_G$  eines MOSFET im Gleichstrom-Betrieb?
- a  $I_G = S \cdot (U_{GS} - U_{th})^2 / 2$
  - b  $\approx 0$
  - c  $I_G = I_D / B$

20. Worauf muss beim Verstärkerbetrieb eines selbstsperrenden n-Kanal-MOSFETs geachtet werden?
- Die Spannung  $U_{GS}$  muss im Einschaltzustand möglichst hoch gewählt werden, um  $R_{DS,on}$  zu verkleinern.
  - Im Sperrbereich muss  $U_{GS}$  negativ gewählt werden.
  - Die Spannung  $U_{DS}$  sollte höher als  $U_{GS} - U_{th}$  gewählt werden.
21. Von einem n-Kanal-MOSFET sind die Daten  $U_{th} = 2 \text{ V}$  und  $S = 100 \text{ mA V}^{-2}$  bekannt. In einem Betriebspunkt liegen die Spannungen  $U_{GS} = 1,5 \text{ V}$  und  $U_{DS} = 10 \text{ V}$  an. In welchem Arbeitsbereich befindet sich der Transistor?
- Sperrbereich
  - ohmscher Bereich
  - Abschnürbereich
22. Welche Beziehung zwischen Ein- und Ausgangsspannung besteht in der folgenden Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker?



- $$u_a(t) = u_a(0) - \frac{1}{R \cdot C} \cdot \int_0^t u_e(\tau) d\tau$$
- $$u_a(t) = -\frac{d u_e(t)}{dt}$$
- $$u_a(t) = u_e(t) \cdot R \cdot C$$

23. Welche Bedingung muss bei einem idealen Operationsverstärker (OPV) erfüllt sein?
- a Der Eingangswiderstand beträgt Null.
  - b Die Differenzspannung zwischen positivem und negativem Eingang beträgt immer Null.
  - c Ein idealer OPV weist den Ausgangswiderstand Null auf.
24. Mit welcher Frequenz pulsiert die elektrische Leistung in einem 400 Hz-Wechselstromnetz?
- a 200 Hz
  - b 400 Hz
  - c 800 Hz
25. Die typische Anschlussspannung eines Haushaltsgeräts mit 1,6 kW Leistungsaufnahme (z. B. Staubsauger) beträgt in Westeuropa
- a 24 V Gleichspannung
  - b 230 V Wechselspannung
  - c 400 V Drehspannung
26. Eine Leuchtdiode erfordert
- a einen Halbleiter-Kristall mit hohem Bandabstand (z. B. GaN)
  - b einen Halbleiter-Kristall aus Germanium
  - c einen Zusatz von Graphit

27. Welche Größe beeinflusst die obere Grenzfrequenz eines MOSFET-Verstärkers?

- a Gate-Substrat-Kapazität  $C_{GS}$
- b Steilheitskoeffizient  $S$
- c Wechselstrom-Verstärkung  $\beta$

28. Die Multiplikation mit  $j = \sqrt{-1}$  entspricht einer Drehung um

- a  $-90^\circ$
- b  $45^\circ$
- c  $90^\circ$

29. Welche der folgenden Gleichungen gibt die korrekte Kondensatorgleichung wieder?

a  $C = \varepsilon \cdot \frac{d}{A}$

b  $i_c = \frac{1}{C} \cdot \frac{d u_c}{d t}$

c  $u_c = \frac{1}{C} \cdot \int_0^t i_c dt$

30. Wie verändert sich der spezifische Widerstand von undotierten Halbleitern mit steigender Temperatur?

- a Er wird kleiner (Heißleiter)
- b Er bleibt gleich
- c Er wird größer (Kaltleiter)