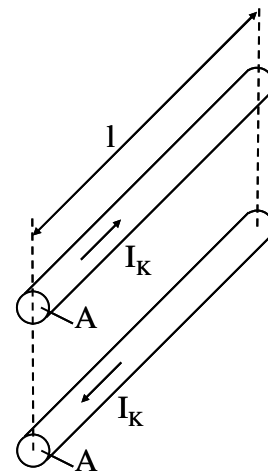


Aufgabe 1:

In einem Gleichstromnetz soll ein zweiadriges Kabel die elektrische Eingangleistung $P_{\text{ein}} = 3 \text{ kW}$ über eine Entfernung von $l = 500 \text{ m}$ übertragen. Die Spannung am Einspeisepunkt beträgt $U_{\text{ein}} = 230 \text{ V}$.

Die Spannung am Verbraucher muss mindestens $U_{\text{aus}} = 207 \text{ V}$ betragen.

Das für das Kabel verwendete Kupfer weist bei Betriebstemperatur einen spezifischen Widerstand von $\rho = 2 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ auf.

Fragen:

1. Wie groß darf die über Hin- und Rückleiter des Kabels 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_2 soll nach dem Überlagerungssatz ermittelt werden. Folgende Werte für die Bauelemente seien gegeben:

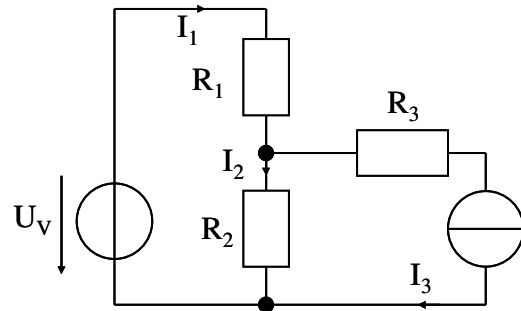
$$U_V = 10 \text{ V}$$

$$I_3 = 10 \text{ mA}$$

$$R_1 = 330 \text{ } \Omega$$

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

$$R_3 = 100 \text{ } \Omega$$

Fragen:

1. Eliminieren Sie die Stromquelle und berechnen Sie den Strom I_{21} für $I_3 = 0 \text{ A}$! (2 Punkte)
2. Eliminieren Sie die Spannungsquelle und berechnen Sie den Strom I_{22} für $U_V = 0 \text{ V}$ (2 Punkte)
3. Berechnen Sie den Strom I_2 ! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 2:

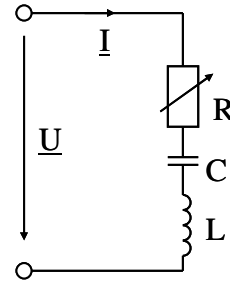
Aufgabe 3:

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

$$R = x \cdot 50 \, \Omega \text{ mit } 0,2 \leq x \leq 1$$

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

$$L = 1 \, \text{mH}$$

Fragen:

1. Geben Sie die Resonanzkreisfrequenz ω_0 und die Resonanzfrequenz f_0 des Schwingkreises an! (2 Punkte)
2. Wie groß ist die Phasenverschiebung zwischen Spannung \underline{U} und Strom \underline{I} bei Resonanz? (1 Punkt)
3. Geben Sie die Kennimpedanz des Schwingkreises an! (1 Punkt)
4. In welchem Bereich kann die Güte des Schwingkreises durch Variation von R verstellt werden? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 3:

Aufgabe 4:

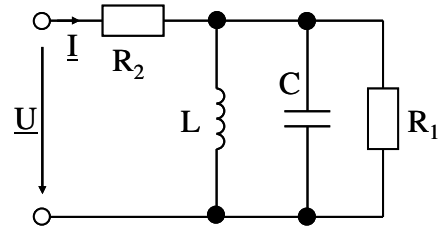
Die nebenstehende Skizze zeigt eine Schaltung aus einem Parallel-Resonanzkreis (C und L) und zwei Widerständen (R_1 und R_2).

$R_1 = 30 \Omega$

$R_2 = 20 \Omega$

$L = 100 \text{ H}$

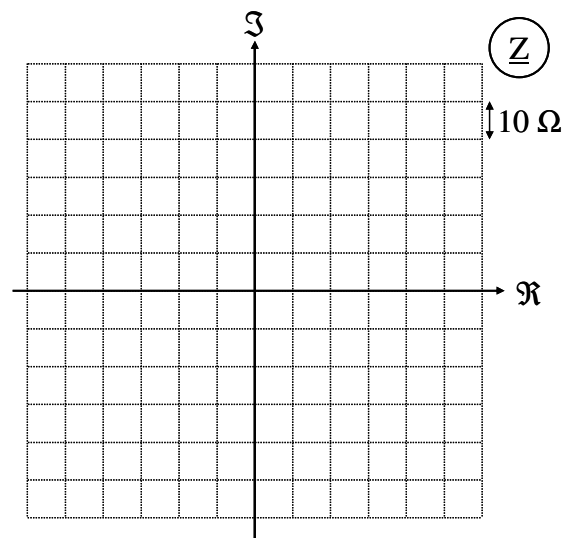
$C = 100 \text{ nF}$



Fragen:

1. Wie groß werden die Beträge der Impedanz Z_{R1LC} des Parallel-Resonanzkreises bei den Frequenzen Null bzw. unendlich sowie bei der Resonanzfrequenz f_0 ? (2 Punkte)
2. Zeichnen Sie die Impedanz $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$ im Resonanzpunkt in die unten stehende Skizze ein! (1 Punkt)
3. Zeichnen Sie die Impedanz $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$ bei $f = 0$ und $f \rightarrow \infty$ in die unten stehende Skizze ein! (1 Punkt)
4. Zeichnen Sie qualitativ die Ortskurve von $\underline{Z} = \underline{U}/\underline{I}$! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 4:



Aufgabe 5:

Gegeben sei die nebenstehende Verstärkerschaltung. Die Spannungsverstärkung soll mit Hilfe eines linearisierten Wechselstrom-Ersatzschaltbilds ermittelt werden.

Der Transistor T_1 kann durch den Steilheitskoeffizienten $S = 20 \text{ mA/V}^2$ und die Threshold-Spannung $U_{th} = 2,1 \text{ V}$ beschrieben werden. Die Kapazität C_{GS} darf vernachlässigt werden.

Die Daten der übrigen Bauelemente lauten

$$R_D = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_{G1} = 910 \text{ k}\Omega$$

$$R_{G2} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 \rightarrow \infty$$

$$C_2 \rightarrow \infty$$

$$U_V = 24 \text{ V}$$

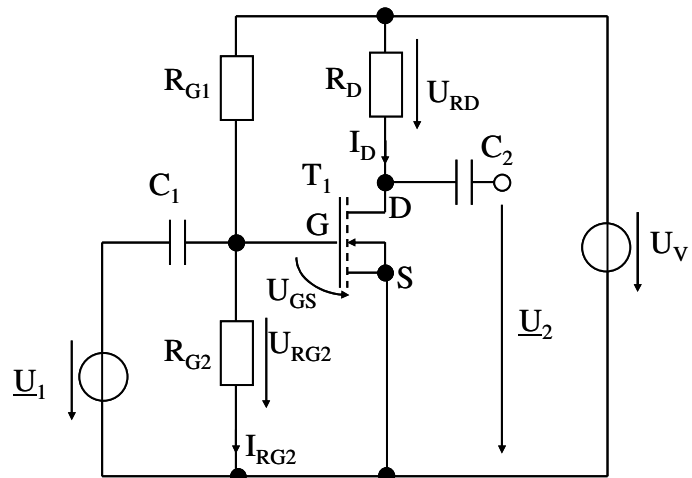
Fragen:

Zunächst sei $U_1 = 0 \text{ V}$.

1. Bestimmen Sie U_{GS0} im Arbeitspunkt! (1 Punkt)
2. Geben Sie I_{D0} im Arbeitspunkt an! (1 Punkt)
3. Wie groß wird U_{DS0} im Arbeitspunkt? (1 Punkt)

Nun soll eine kleine Wechselspannung \underline{U}_1 angelegt werden.

4. Ermitteln Sie die Steilheit $\Delta I_D / \Delta U_{GS}$ aus dem Steilheitskoeffizienten und der Spannung U_{GS} im Arbeitspunkt! (1 Punkt)
5. Wie groß ist die Wechselspannungs-Verstärkung $\underline{U}_2 / \underline{U}_1$ bei mittlerer Frequenz? (1 Punkt)

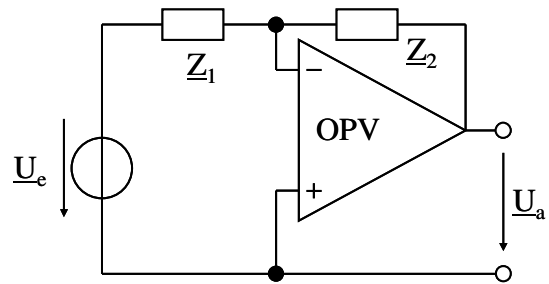
Lösung Aufgabe 5:

Fortsetzung Lösung Aufgabe 5:

Aufgabe 6:

Die nebenstehende Skizze zeigt eine Wechselspannungs-Verstärkerschaltung.

OPV stellt einen idealen Operationsverstärker dar.



Fragen:

1. Markieren Sie Knoten und Maschen im obigen Schaltbild, zeichnen Sie fehlende Größen ein und geben Sie einen vollständigen Satz von Knoten- und Maschengleichungen an! (3 Punkte)

2. Berechnen Sie die Spannungsverstärkung $v_U = U_a/U_e$! (1 Punkt)

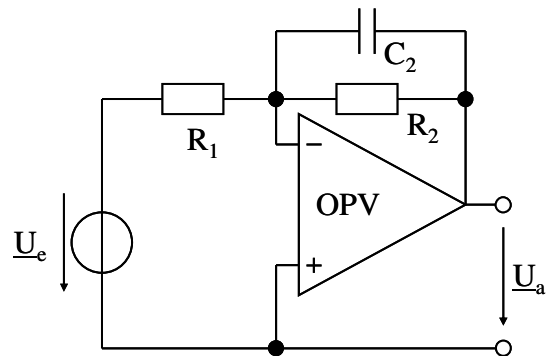
Z_1 sei ein ohmscher Widerstand, Z_2 eine Parallelschaltung aus Kapazität und ohmschem Widerstand.

Die Daten der Widerstände und der Kondensatoren lauten:

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

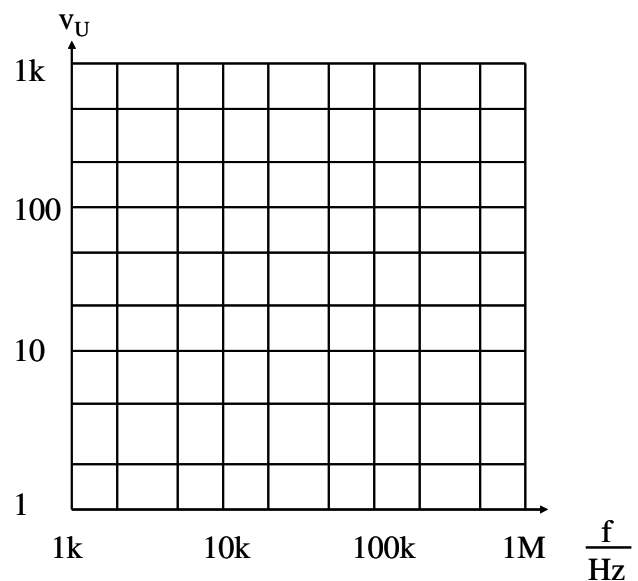
$R_2 = 15,9 \text{ k}\Omega$

$C_2 = 1 \text{ nF}$



3. Zeichnen Sie den Amplitudengang der Verstärkung das unten stehende Bode-Diagramm! (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 6:



Fortsetzung Lösung Aufgabe 6:

Aufgabe 7:

Nebenstehende Skizze zeigt die Draufsicht einer so genannten Ringkernspule, wie sie z. B. in Filtern verwendet wird. Der dünne Ring des Kerns ist aus Weicheisen mit der Permeabilität $\mu_{Fe} = 1000$ aufgebaut, und es tritt keine Streuung auf.

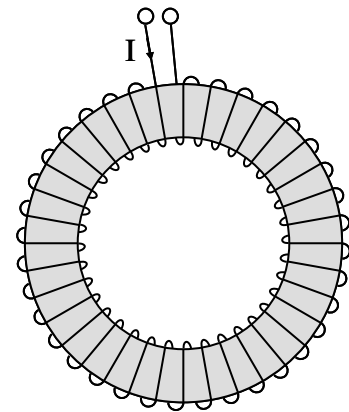
Die geometrischen Daten lauten:

$A_{Fe} = 10 \text{ mm}^2$ (Querschnittsfläche des Rings)

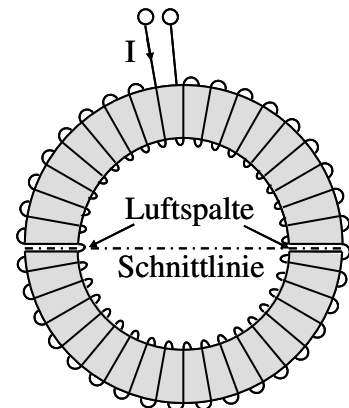
$l_{Fe} = 400 \text{ mm}$ (mittlere Länge des Rings)

$w = 36$

Der Strom in der Spule beträgt $I = 10 \text{ A}$.

Fragen:

1. Berechnen Sie die magnetische Feldstärke H_{Fe} im Weicheisen? (1 Punkt)
2. Bestimmen Sie die magnetische Flussdichte B_{Fe} im Weicheisen! (1 Punkt)
3. Ermitteln Sie die magnetische Flussverkettung Ψ ! (1 Punkt)
4. Wie groß ist die Induktivität der Spule L ? (1 Punkt)
5. Wie verändert sich qualitativ die Induktivität L , wenn der Kern aus produktionstechnischen Gründen erst horizontal auseinandergeschnitten (so genannter U-Kern) und danach wieder mit einem Luftspalt zusammengeklebt wurde? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 7:

Aufgabe 8:

Ein fremderregter Gleichstrommotor soll als Antrieb in einem Flurförderfahrzeug eingesetzt werden. Er kann durch das nebenstehende Ersatzschaltbild ausreichend beschrieben werden.

Der Hersteller gibt folgende Daten bei $U_{aN} = 24 \text{ V}$ an:

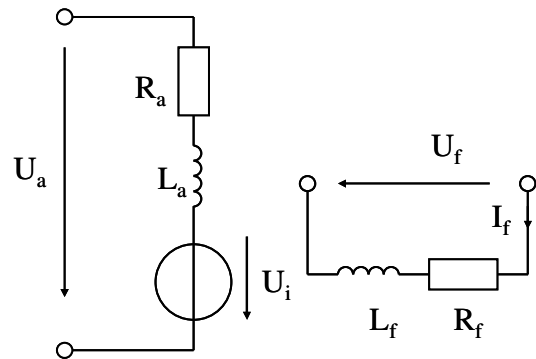
Bemessungs-Leistung: $P_N = 2 \text{ kW}$

Bemessungs-Drehzahl: $n_N = 2000 \text{ min}^{-1}$

Bemessungs-Ankerstrom: $I_N = 100 \text{ A}$

Bemessungs-Feldstrom bei $U_{fN} = 12 \text{ V}$: $I_{fN} = 5 \text{ A}$

Die Sättigung darf vernachlässigt werden.

Fragen:

1. Geben Sie die gesamte aufgenommene elektrische Leistung P_{elN} im Bemessungspunkt an! (1 Punkt)
2. Berechnen Sie das Bemessungs-Drehmoment M_N ! (1 Punkt)
3. Ermitteln Sie den Ankerwiderstand R_a ! (1 Punkt)
4. Wie groß ist die Ankerspannung U_{a4} einzustellen, wenn mit vollem Bemessungsdrehmoment M_N angefahren werden soll (also $n = 0$)? (1 Punkt)
5. Wie groß ist die Erregerspannung U_{f5} einzustellen, wenn die volle Leistung P_N bei $n = 4000 \text{ min}^{-1}$ zur Verfügung stehen soll? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 8:

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.
- 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:

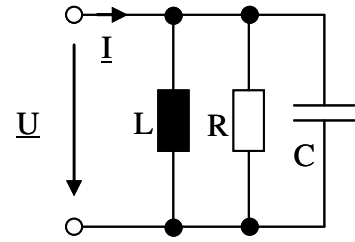
1. Für welche Geräte wird Konstantendraht eingesetzt?
 - a Temperatursensoren.
 - b Temperaturunabhängige Präzisionswiderstände.
 - c Spannungskonstanter.

2. Welche Aussage bezüglich Elektromotoren ist richtig?
 - a Elektromotoren können nicht auf Basis rein elektrischer Felder gebaut werden.
 - b Elektrische Felder können im Motorenbau verwendet werden, ergeben jedoch eine geringere Volumen-Ausnutzung als magnetische Felder.
 - c Motoren auf Basis elektrischer Felder sind grundsätzlich kleiner als Gleichstrommotoren auf Basis magnetischer Felder.

3. Welches Material eignet sich zur Herstellung von hochohmigen Widerständen?
 - a Kohle wegen der relativ geringen metallischen Leitfähigkeit.
 - b Schwefelsäure wegen der niedrigen Zersetzungsspannung.
 - c Silber wegen des geringen spezifischen Widerstands.

4. Welches der folgenden Materialien eignet sich als Isolator in Halbleiterchips?
 - a n-dotiertes Silizium
 - b Siliziumdioxid
 - c Kupferoxydul

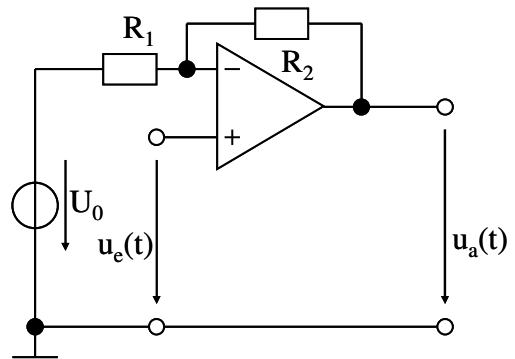
5. Welche Maßnahme verringert die Bandbreite des nebenstehenden Resonanzkreises, ohne die Resonanzfrequenz zu verändern?
- Verminderung des Widerstands R
 - Verringerung von L und C um den gleichen Faktor
 - Erhöhung der Spannung $u(t)$



6. Welches elektronische Bauteil können Sie als steuerbaren Schalter verwenden?
- MOSFET
 - Multivibrator
 - Wheatstone'sche Brücke
7. Welche schaltungstechnische Maßnahme bei Operationsverstärkern bewirkt, dass die Eingangsdifferenzspannung nahe Null liegt?
- Kopplung von Ausgang und invertierendem Eingang durch einen Widerstand.
 - Kopplung von Ausgang und nichtinvertierendem Eingang durch einen Widerstand.
 - Festlegung des invertierenden Eingangs auf Masse und Anlegen einer Spannung $> 10\text{ V}$ an den nichtinvertierenden Eingang.
8. Wie müssen Sie eine (im Stator geblechte) Gleichstrommaschine schalten, damit sie bei Anlegen einer Wechselspannung ein Drehmoment abgibt?
- In Reihenschluss.
 - In Nebenschluss.
 - Die Maschine muss permanenterregt sein.
9. Warum haben Schütze (elektromagnetisch betätigte Schalter) im angezogenen Zustand einen Arbeitskontakt, der einen Widerstand in Reihe mit der Wicklung schaltet?
- Der Widerstand dämpft die Vibration im Wechselstrombetrieb.
 - Wenn der Anker im angezogenen Zustand auf dem Joch aufliegt, wird der Luftspalt so klein, dass ein geringer Haltestrom ausreicht.
 - Der immer eingebaute Permanentmagnet sorgt im angezogenen Zustand für eine zu starke Anziehungskraft, die durch Erwärmung des Magneten reduziert werden muss.

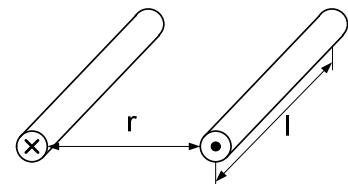
10. Warum stellen elektrische Energieversorgungsunternehmen die aufgenommene Blindleistung in Rechnung?
- a Die Blindleistung fällt als Abfallprodukt an und wird daher dem Verbraucher in Rechnung gestellt.
 - b Die Verbraucher sollen motiviert werden, Blindleistungs-Kompensationsanlagen anzuschaffen.
 - c Der Blindanteil des Stroms belastet die Leitungen und erzeugt dadurch Leitungskosten.
11. Mit welcher Frequenz pulsiert die Leistung in einem 16,7 Hz-Bahn-Wechselspannungsnetz?
- a 16,7 Hz
 - b 33,3 Hz
 - c 100 Hz
12. Zwei Verstärker mit der jeweiligen Spannungsverstärkung $v_U = -100$ und jeweils endlichen Ein- und Ausgangswiderständen werden hintereinander geschaltet. Wie groß ist die Gesamtverstärkung?
- a -10.000
 - b 10.000
 - c kleiner als 10.000, da Ein- und Ausgangswiderstände berücksichtigt werden müssen.
13. Ein permanenterregter Gleichstrommotor wird mit konstanter Ankerspannung U_a und konstanter Last M_i betrieben. Sie stellen fest, dass die Drehzahl in der ersten halben Stunde des Betriebs langsam geringer wird. Geben Sie den Grund an!
- a Die Stromwärme erhöht den Ankerwiderstand, und dadurch sinkt die Drehzahl.
 - b Es handelt sich um Lagerverschleiß-Erscheinungen.
 - c Die Permanentmagnete werden entmagnetisiert.

14. Welche Aussage gilt für die nebenstehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker?
- Der Ausgang kann nur die Werte $\pm U_V$ (U_V : Versorgungsspannung) annehmen.
 - Die Verstärkung beträgt $v_U = u_e/u_a = 1+(R_2/R_1)$, falls keine Begrenzung auftritt.
 - Die Verstärkung hängt von U_0 ab.



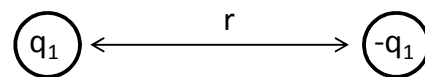
15. Was geschieht in einer Halbleiterdiode beim Erreichen der Zenerspannung?
- Die Diode wird aufgrund des elektrischen Durchschlags immer zerstört.
 - Die Diode erreicht den Sperrstrom, der dann für beliebige höhere Spannung konstant bleibt.
 - Der Sperrstrom steigt stark an. Der Vorgang ist jedoch reversibel, falls keine thermische Zerstörung auftritt.

16. Das Ampèresche Gesetz beschreibt die Kraft auf zwei parallele, stromdurchflossene Leiter. Welche Aussage trifft zu?



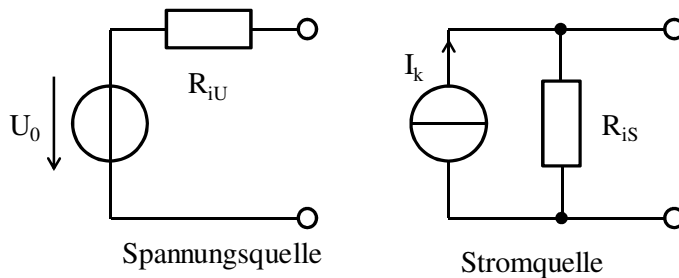
- Bei gegensinniger Stromrichtung ziehen die Leiter sich gegenseitig an.
- Die Kraft ist proportional zum Kehrwert des Abstandquadrates. ($F \sim 1/r^2$)
- Die Kraft ist direkt proportional zu den Strömen in den Leitern. ($F \sim I_1 \cdot I_2$)

17. Zwei entgegengesetzte geladene Punktladungen sind im Abstand r voneinander angeordnet. Welche Aussage ist richtig?



- Die beiden Ladungen ziehen sich an und die Kraft ist unabhängig vom Abstand.
- Die beiden Ladungen ziehen sich an. Die Kraft ist dabei unabhängig vom Betrag der Punktladungen aber proportional zum Kehrwert des Abstandsquadrats ($F \sim 1/r^2$).
- Die beiden Ladungen ziehen sich an und die Kraft wird vom Kehrwert des Abstandsquadrats ($F \sim 1/r^2$) und den Betrag der Punktladungen bestimmt.

18. Eine Spannungsquelle soll in eine Stromquelle umgerechnet werden. Welche Aussage ist richtig?

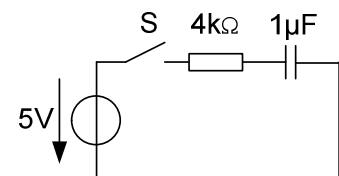


- a Eine Spannungsquelle kann generell nicht in eine Stromquelle umgerechnet werden.
- b Eine Umrechnung ist möglich, es muss aber beachtet werden, dass R_{iU} ungleich R_{iS} ist.
- c Der Strom I_k kann aus U_0 und R_{iU} bestimmt werden.

19. Ein Strommessgerät habe einen Messbereich von 0..10A und einen Innenwiderstand von $R_i = 70\text{m}\Omega$. Durch welche Maßnahme könnte man mit diesem Gerät auch Ströme bis 100A messen?

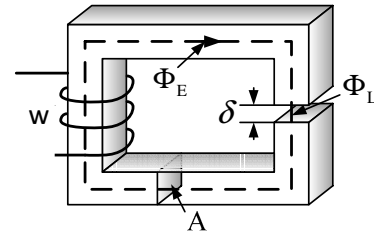
- a In Reihe schalten eines Shuntwiderstandes mit $7\text{m}\Omega$.
- b Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $7\text{m}\Omega$.
- c Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $700\text{m}\Omega$.

20. In nebenstehender Schaltung sei für die Zeit $t < t_0$ die Kondensatorspannung null. Im Zeitpunkt t_0 wird der Schalter S geschlossen. Welche Aussage trifft zu?



- a Die Zeitkonstante des Spannungsverlaufes am Kondensator beträgt $\tau = 0.25\text{ns}$.
- b Die Spannung über dem Kondensator nähert sich gemäß einer Exponentialfunktion 5V an.
- c Die Spannung über dem Widerstand nähert sich gemäß einer Exponentialfunktion 5V an.

21. Die Induktivität L des nebenstehenden magnetischen Kreises soll aus dem gegebenen magnetischen Widerstand R_m bestimmt werden. Die Windungszahl der Erregerspule wird mit w bezeichnet.

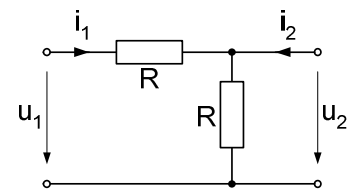


- a Die Induktivität kann aus dem Kehrwert des magnetischen Widerstands R_m und dem Quadrat der Windungszahl w bestimmt werden.
 b Die Induktivität ist gleich dem mag. Widerstand.
 c Die Induktivität eines mag. Kreises kann nicht aus dem magnetischen Widerstand bestimmt werden.

22. Zwei Spulensysteme mit den Selbstinduktivitäten L_1 und L_2 sind magnetisch gekoppelt. Die magnetische Kopplung ist durch den Koppelfaktor k gegeben. Was gilt für die Gegeninduktivität M

- a $M = k \sqrt{L_1 \cdot L_2}$
 b $M = k \cdot L_1 \cdot L_2$
 c $M = k \cdot \frac{1}{2} (L_1 + L_2)$

23. Welche Vierpolgleichung beschreibt die nebenstehende Schaltung?

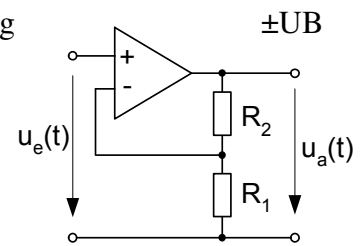


- a
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2R & R \\ R & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$

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

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

24. Der Operationsverstärker wird an der Versorgungsspannung betrieben. Welche Funktion hat die Schaltung?



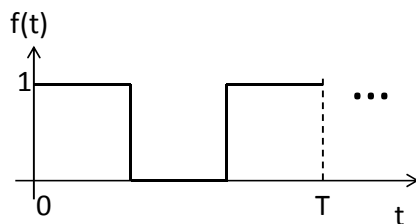
- a Nicht-invertierender Verstärker: $u_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) u_e$
- b Komparator mit Hysterese: $u_a = \pm U_B$
- c Invertierender Verstärker: $u_a = -\frac{R_2}{R_1} u_e$

25. Welche Größe G wird mit Hilfe der folgenden Formel berechnet?

$$G = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i(t)^2 dt}$$

- a Der Gleichrichtwert des Stroms $i(t)$.
- b Der Effektivwert des Stroms $i(t)$.
- c Der arithmetische Mittelwert des Stroms $i(t)$.

26. Die dargestellte Funktion soll mit Hilfe einer Fourierreihe beschrieben werden. Welche Aussage trifft zu?

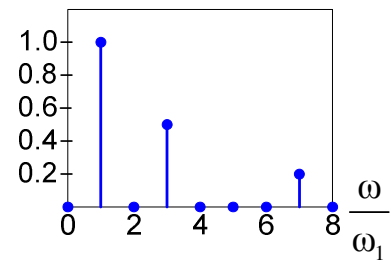


$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cdot \cos(k\omega t) + b_k \cdot \sin(k\omega t))$$

- a Die Koeffizienten a_k und b_k sind alle ungleich Null.
- b Die Koeffizienten b_k sind alle gleich Null.
- c Die Koeffizienten a_k sind für $k > 0$ gleich Null.

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

- a $y(t) = \cos(\omega t) + 3\cos(\omega t) + 7\cos(\omega t)$
- b $y(t) = \cos(\omega t) + \frac{1}{2}\cos(3\omega t) + \frac{1}{5}\cos(7\omega t)$
- c $y(t) = \cos(\omega t) + \cos(3\omega t) + \cos(7\omega t)$



28. Welche Aussage über das uneigentliche Integral

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \cdot \delta(t - t_0) dt \quad (\delta(t) \text{ ist die Diracfunktion})$$

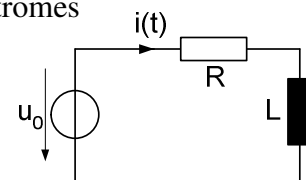
ist richtig?

- a $I = 1$ da laut Definition die Fläche der Diracfunktion gleich 1 ist
- b $I = u(t_0)$ aufgrund der Ausblendeigenschaft der Diracfunktion
- c Das Integral kann nicht berechnet werden, da die Integrationsgrenzen im Unendlichen liegen.

29. Eine Abbildung $y = u(t)$ heisst linear wenn gilt:

- a $u(a \cdot t_1 + b \cdot t_2) = a \cdot u(t_1) + b \cdot u(t_2)$
- b $u(a \cdot t_1 + b \cdot t_2) = a \cdot b \cdot (u(t_1) + u(t_2))$
- c $u(a \cdot t_1 + b \cdot t_2) = a \cdot u(t_1) + b \cdot u(t_2)$

30. Welche der Gleichungen im Laplacebereich korrespondiert mit der Differentialgleichung des Maschenstromes in der Schaltung?



- a $I(s) = U_0 \frac{L}{R} \cdot s$
- b $I(s) = \frac{U_0}{R} + \frac{U_0}{L \cdot s}$
- c $I(s) = \frac{U_0}{R + L \cdot s}$