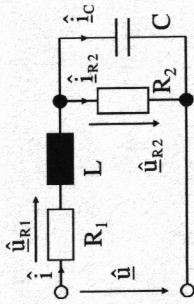


Lösung Aufgabe 1

Aufgabe 1 (12 Punkte):

In der rechten Abbildung ist eine Schaltung aus  $R_1$ ,  $R_2$  sowie  $L$  und  $C$  gegeben. In der Schaltung fließt der Gesamtstrom  $\hat{i} = 1 \text{ A}$  durch eine Reihenschaltung aus einer Spule mit  $X_L = \omega L = 12 \text{ } \Omega$ , einem Widerstand mit  $R_1 = 10 \text{ } \Omega$  und einer Parallelschaltung eines Kondensators  $X_C = 25 \text{ } \Omega$  mit einem Widerstand  $R_2 = 18,75 \text{ } \Omega$ .



Fragen:

1. Bestimmen Sie die Impedanz  $Z_{\text{ges}}$  der Parallelschaltung von  $R_2$  und  $C$ . (2 Punkte)
2. Bestimmen Sie  $\hat{u}_{R2}$ ,  $\hat{i}_{R2}$  und  $\hat{i}_C$ . (5 Punkte)
3. Bestimmen Sie die Impedanz  $Z_{\text{RL}}$  der Reihenschaltung aus  $R_1$  und  $L$ . (2 Punkte)
4. Bestimmen Sie die Gesamtspannung  $\hat{u} = \hat{u} \cdot e^{j\omega t}$  und die Spannung  $\hat{u}_{R1}$ . (3 Punkte)

Lösung Aufgabe 2

**Aufgabe 2 (5 Punkte):**

Zur Überwachung der Temperatur eines Wassertanks wird ein temperaturabhängiger Messwiderstand  $R_\phi$  vom Typ PT100 im rechts dargestellten elektrischen Netzwerk eingesetzt. Der Wert des Messwiderstands beträgt:

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

(wobei  $\phi$  die Temperatur in K ist. 0 °C entsprechen 273 K.)

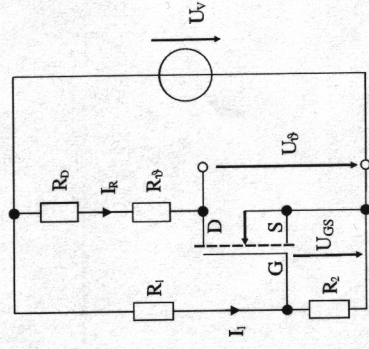
Der Widerstand soll von einem konstanten Meßstrom  $I_k = 1 \text{ mA}$  durchflossen werden. Dazu wird eine Konstantstromquelle mit einem MOSFET verwendet.

Der MOSFET kann vollständig beschrieben werden durch:

$$\text{Steilheitskoeffizient } S = 0,1 \frac{\text{A}}{\text{V}^2}$$

$$\text{Schwellschpannung } U_{th} = 2 \text{ V}$$

Der konstante Widerstand  $R_D$  hat den Wert  $2000 \Omega$  und die konstante Versorgungsspannung  $U_V$  beträgt  $12 \text{ V}$ .



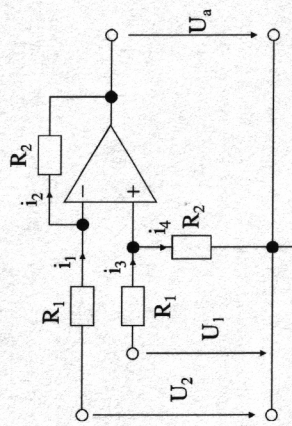
**Fragen:**

1. Wie groß muss die Spannung  $U_{GS}$  eingestellt werden, damit der Strom  $I_k$  im Abschnütbereich fließt? (3 Punkte)
2. Beschreiben Sie die Temperatur-Abhängigkeit der Spannung  $U_\phi = f\left(\frac{\phi - 273 \text{ K}}{\text{K}}\right)$ . (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 3:

Aufgabe 3 (9 Punkte):

Die Abbildung zeigt eine Subtrahiererschaltung mit gleich großen Widerständen im invertierenden und nichtinvertierenden Eingangskreis des idealen Operationsverstärkers.



Fragen:

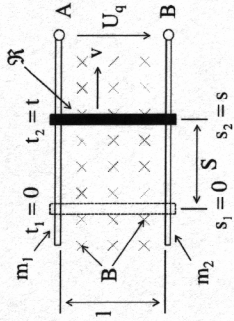
1. Welche Eigenschaften eines idealen OPV sind für diese Schaltung relevant? (3 Punkte)
2. Geben Sie einen vollständigen Satz von Maschen- und Knotengleichungen zur Bestimmung der Verstärkungen der Schaltung an. (5 Punkte)
3. Geben Sie  $U_a$  für den Fall, dass  $U_2$  gleich Null ist, als Funktion von  $U_1$  an. (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 4:

Aufgabe 4 (10 Punkte):

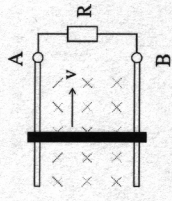
Ein Leiter  $\mathfrak{R}$  wird auf den Leitern  $m_1$  und  $m_2$  (als Verbindungen) im homogenen Magnetfeld mit der Induktion  $|\vec{B}| = B$  geführt.

Gemäß Skizze wird der Leiter mit der Geschwindigkeit  $|\vec{v}| = v$  bewegt, um die Strecke  $S$  zu überwinden.

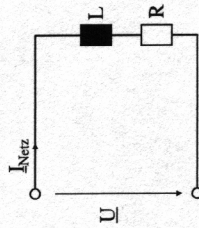


Fragen:

1. Berechnen Sie die Spannung  $U_q$  an den Klemmen A und B. Der Leiter  $\mathfrak{R}$  hat die konstante Länge  $l = 50 \text{ mm}$ . Die konstante homogene magnetische Flussdichte  $|\vec{B}| = B$  beträgt  $B = 1.2 \text{ T}$ . Die Geschwindigkeit  $|\vec{v}| = v = 7,85 \text{ m/s}$  ist konstant. (7 Punkte)
2. Bestimmen Sie die technische Stromflussrichtung im Leiter  $\mathfrak{R}$  mit Hilfe der Lorentzkraft  $\vec{F}_L = Q(\vec{v} \times \vec{B})$  und der Coulombkraft.  $\vec{F}_c = Q\vec{E}$  für den Fall, dass  $\vec{F}_L = \vec{F}_c$  gilt und zeichnen sie diese in die untere Abbildung ein. (3 Punkte)



4. Der Blindstromanteil  $I_b$  vom Strom  $I_{\text{Netz}} = I_w + j \cdot I_b$  soll kompensiert werden, so dass der Wirkstromanteil  $I_w$  gleich dem Strom  $I_{\text{Netz}}$  ist. Durch welche Maßnahme können sie eine Kompensation erreichen? Ergänzen sie entsprechend das unten dargestellte Netzwerk. (1 Punkt)



5. a. Geben sie die das Durchflutungsgesetz an! (1 Punkt)

- b. Geben Sie den elektrischen Widerstand eines leitenden Drahtstücks mit der Länge  $s$  und dem Querschnitt  $Q$  sowie dem spezifischen Leitfähigkeit  $\kappa$  in Längsrichtung an! (1 Punkt)

- c. Wie lässt sich die Kapazität eines idealen Plattenkondensators aus seinen geometrischen Größen und Materialkennwerten bestimmen? Benennen sie die verwendeten geometrischen Größen. (1 Punkt)

- d. Geben Sie die Induktivität einer langen Spule in Abhängigkeit von der Windungszahl  $w$ , der Querschnittsfläche  $Q$  und der Länge  $s$  an! (1 Punkt)

- e. Geben Sie den Zusammenhang zwischen Wirk-, Blind- und Scheinleistung an! (1 Punkt)

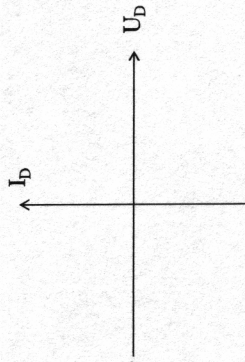
- f. Wie groß ist die Energie einer auf die Spannung  $U$  aufgeladenen Kapazität  $C$ ? (1 Punkt)

- g. Geben Sie die Spannungsteiler und die Stromteilerregel an! (2 Punkte)

Aufgabe 5 (14 Punkte):

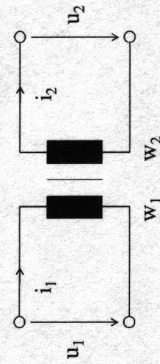
Fragen:

1. Geben Sie das Ersatzschaltbild einer linearisierten Diode an und skizzieren Sie qualitativ die zugehörige linearisierte Kennlinie! (2 Punkte)



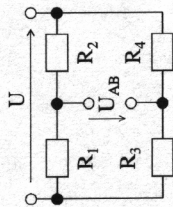
2. Skizzieren Sie das Ersatzschaltbild einer elektrisch erregten Gleichstrommaschine! (1 Punkt)

3. Geben Sie  $u_2$  und  $i_2$  an, wenn  $u_1$ ,  $i_2$  und das Verhältnis  $w_1/w_2$  bekannt sind (idealer Transformator mit  $u_1(t) \neq \text{konst.}$ )! (2 Punkte)



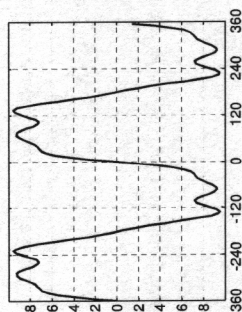
3. Welche Bedingung muss bei einer abgeglichenen Messbrücke erfüllt sein?

- a)  $R_1 = R_3$
- b)  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$
- c)  $U_{AB} = U$



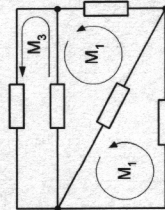
4. Bei der rechts dargestellten Funktion handelt es sich um

- a) eine ungerade Funktion
- b) eine gerade Funktion
- c) eine elliptische Funktion



5. Dargestellt ist ein elektrisches Netzwerk, in dem drei Maschen (M1, M2, M3) kenntlich gemacht worden. Welche Aussage trifft zu?

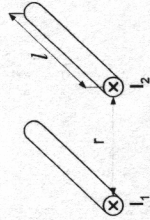
- a) Das Netzwerk besitzt  $z = 6$  Zweige und  $k = 3$  Knoten.
- b) Die Gleichungen für  $M_1, M_2, M_3$  sind linear unabhängig.
- c) Man benötigt ausschließlich  $k-1 = 2$  Knoten-gleichungen zur vollständigen Berechnung.



Aufgabe 6 (10 Punkte):

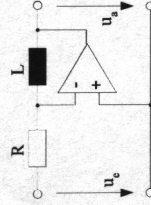
- Zu jeder Frage ist nur eine Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit einem Punkt gewertet. Falsche oder keine Antworten werden als null Punkte gewertet.
- Die Punkte werden addiert und pauschal 5 Punkte für zufällig richtige Antworten abgezogen, d. h. es können maximal 10 Punkte erreicht werden. Negative Gesamtergebnisse werden als 0 Punkte gewertet.
- Kreuzen Sie daher zu jeder Frage eine Antwort a, b oder c an (z.B. **X**)!

1. Zwei gerade Leiter der Länge  $l$  haben den Abstand  $r$  zueinander und werden in gleicher Richtung von den Strömen  $I_1$  und  $I_2$  durchflossen. Welche Aussage trifft zu?



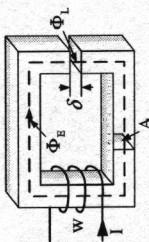
- a) Die Leiter werden durch die magnetische Feldwirkung voneinander abgestoßen.
- b) Das magnetische Feld zwischen den Leitern löscht sich für  $I_1=I_2$  nahezu aus.
- c) Die Kraft auf die beiden Leiter hängt nicht vom Abstand  $r$  ab.

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



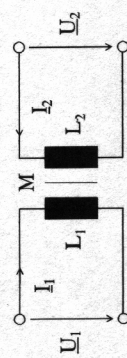
- a) Hochpassfilter:  $\underline{U}_a = -\frac{j\omega L}{R} \underline{U}_e$
- b) Frequenzabhängiger nichtinvertierender Verstärker:  $u_a = \left(1 + \frac{R}{\omega L}\right) u_e$
- c) Integrator:  $u_a = -\frac{\omega L}{R T} \int u_e \cdot dt$

9. Das nebenstehende Bild zeigt eine Spule mit  $w$  Windungen auf einem Eisenkern mit Luftspalt  $\delta$ . Für die relative Permeabilität des Eisenkerns gilt  $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$ . Welche Aussage über die Induktion  $B_\delta$  im Luftspalt trifft zu?



- a) Je größer der Luftspalt  $\delta$  umso größer die Induktion  $B_\delta$   
 b) Die Induktion  $B_\delta$  hängt quadratisch vom Strom  $I$  ab.  
 c)  $B_\delta = \frac{w \cdot I \cdot \mu_0}{\delta}$

10. Der dargestellte Transformator wird mit zeitlich sinusförmigen Spannungen und Strömen betrieben. Durch welche Vierpolgleichung wird der Transformator beschrieben?

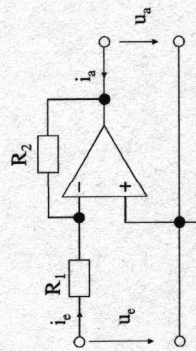


- a) Ein Transformator kann nicht durch eine Vierpolgleichung beschrieben werden.

b) 
$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} j\omega L_1 & j\omega M \\ j\omega M & j\omega L_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

c) 
$$\begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{L_1^2}{j\omega M} & j\omega M \\ j\omega M & \frac{L_2^2}{j\omega M} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

11. Durch welche Vierpolgleichung wird die nebenstehende invertierende Verstärkerschaltung (idealer OPV) beschrieben?

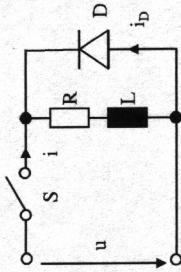


a) 
$$\begin{bmatrix} u_a \\ i_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{R_2}{R_1} & 0 \\ -\frac{1}{R_1} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_e \\ i_a \end{bmatrix}$$

b) 
$$\begin{bmatrix} u_a \\ i_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{R_2}{R_1} & 0 \\ -\frac{1}{R_1} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_e \\ i_a \end{bmatrix}$$

- c) Keine der hier aufgeführten Gleichungen ist richtig.

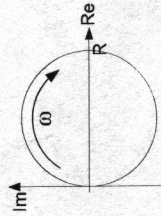
6. Zur Zeit  $t = t_0$  ist der Schalter  $S$  geschlossen und für den Strom  $i$  gilt:  $i(t) = 1A$ . Zum Zeitpunkt  $t_1 > t_0$  wird der Schalter  $S$  geöffnet. Welche Aussage über den Diodenstrom  $i_D$  trifft zu?



- a) Der Strom  $i_D$  ist immer gleich Null  
 b) Der Strom  $i_D$  strebt für  $t \rightarrow \infty$  gegen 1 A.  
 c) Der Strom  $i_D$  springt auf 1 A und fällt anschließend gemäß einer Exponentialfunktion für  $t \rightarrow \infty$  auf 0 A ab.

7. Welche Aussage über die Grenzfrequenz eines Tiefpasses ist richtig?  
 a) Bei der Grenzfrequenz ist Wert des Amplitudengangs im Bode-Diagramm um -3dB gesunken.  
 b) Die Grenzfrequenz entspricht der Bandbreite  $\Delta f$ .  
 c) Ein Tiefpass hat keine Grenzfrequenz.

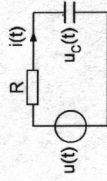
8. Dargestellt ist eine Impedanz-Ortskurve bei Variation der Frequenz  $\omega$ . Zu welcher Schaltung passt sie?



15. Ein Mikrofon mit dem Innenwiderstand  $R_i = 2\text{M}\Omega$  soll an einen Verstärker angeschlossen werden. Wie ist der Eingangswiderstand  $R_e$  des Verstärkers zu wählen, damit dem Mikrofon die maximale Leistung entnommen wird?
- Es sollte  $R_e = 2\text{M}\Omega$  gewählt werden.
  - Es sollte  $R_e$  so klein wie möglich gewählt werden.
  - Es sollte  $R_e$  so groß wie möglich gewählt werden.

12. Wenn  $\sigma(t)$  der Einheitssprung und  $y(t=0) = 0$  ist, wie lautet dann die Laplace-Transformierte der Differentialgleichung  $\dot{u} \cdot \sigma(t) = R \cdot C \cdot \frac{dy(t)}{dt} + y(t)$ ?
- $\dot{u} \cdot \frac{1}{s} = R \cdot C \cdot s \cdot Y(s) + Y(s)$
  - Die Differentialgleichung kann nicht transformiert werden, da der Einheitssprung  $\sigma(t)$  nicht transformiert werden kann.
  - $\dot{u} \cdot s = R \cdot C \cdot \frac{1}{s} \cdot Y(s) + Y(s)$

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



- $U(s) = (RC \cdot s + 1) \cdot U_c(s)$
- $U(s) = \frac{1}{RC \cdot s + 1} \cdot U_c(s)$
- $U(s) = (C \cdot s + R) \cdot U_c(s)$

14. Welche Aussage über das Faltungintegral trifft zu?

- Mit Hilfe des Faltungintegrals kann für ein dynamisches System die Systemantwort  $y(t)$  aus dem Eingangssignal  $u(t)$  und der Impulsantwort  $g(t)$  des Systems bestimmt werden.
- Mit Hilfe des Faltungintegrals können Funktionen vom Laplacebereich in den Zeitbereich transformiert werden.
- Eine Faltung der Funktionen  $g(t)$  und  $u(t)$  im Zeitbereich entspricht einer Division  $G(s)/U(s)$  im Laplacebereich.