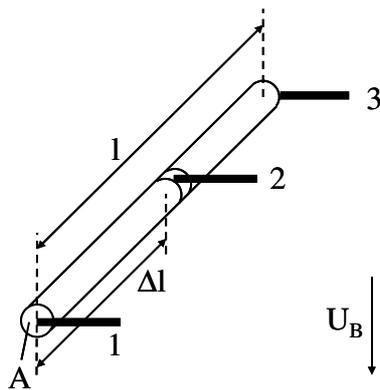
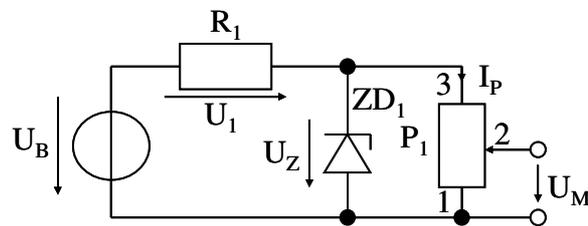




Aufgabe 1:Prinzip Schiebewiderstand  $P_1$ 

Schaltung

Die Position des verschiebbaren Rings 2 am Schiebewiderstand  $P_1$  sei mit einem Schwimmer verbunden, der den Ring abhängig vom Füllstand eines Tanks zwischen Position 1 (leer) und Position 3 (voll) verschiebt. Die Messspannung  $U_M$  darf maximal 5 V betragen. Die Spannung der speisenden Batterie schwankt im Bereich  $U_B = 8 - 14 \text{ V}$ .

Fragen:

1. Wie groß muss die Zenerspannung der Diode  $ZD_1$  sein? (1 Punkt)  
Hinweis: Wenn Sie Frage 1 nicht beantworten konnten, rechnen Sie mit  $U_Z = 5,5 \text{ V}$  weiter!
2. Wie groß wird der Strom  $I_P$  maximal, wenn der Gesamtwiderstand  $P_1 = 1 \text{ k}\Omega$  beträgt (1 Punkt)
3. Bei  $U_{B,\min} = 8 \text{ V}$  sollte der Strom in der Zenerdiode minimal werden. Wie groß darf  $R_1$  für  $I_Z = 0$  höchstens gewählt werden? (1 Punkt)
4. Für den Widerstand wird  $R_1 = 470 \Omega$  gewählt. Wie groß wird die Spannung  $U_1$  am Widerstand  $R_1$  bei  $U_{B,\max} = 14 \text{ V}$ ? (1 Punkt)
5. Welche Leistung wird im Widerstand  $R_1$  bei  $U_{B,\max}$  umgesetzt? (1 Punkt)

## Lösung Aufgabe 1

Lösung Aufgabe 1 (Fortsetzung)

Aufgabe 2:

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

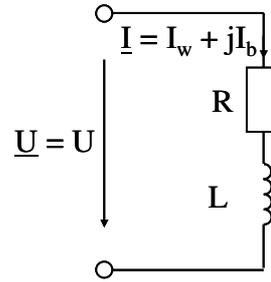
$U_N$ : 230 V

$f_N$ : 50 Hz

$I_N$ : 3,4 A

$\cos\varphi_N$ : 0,8 induktiv

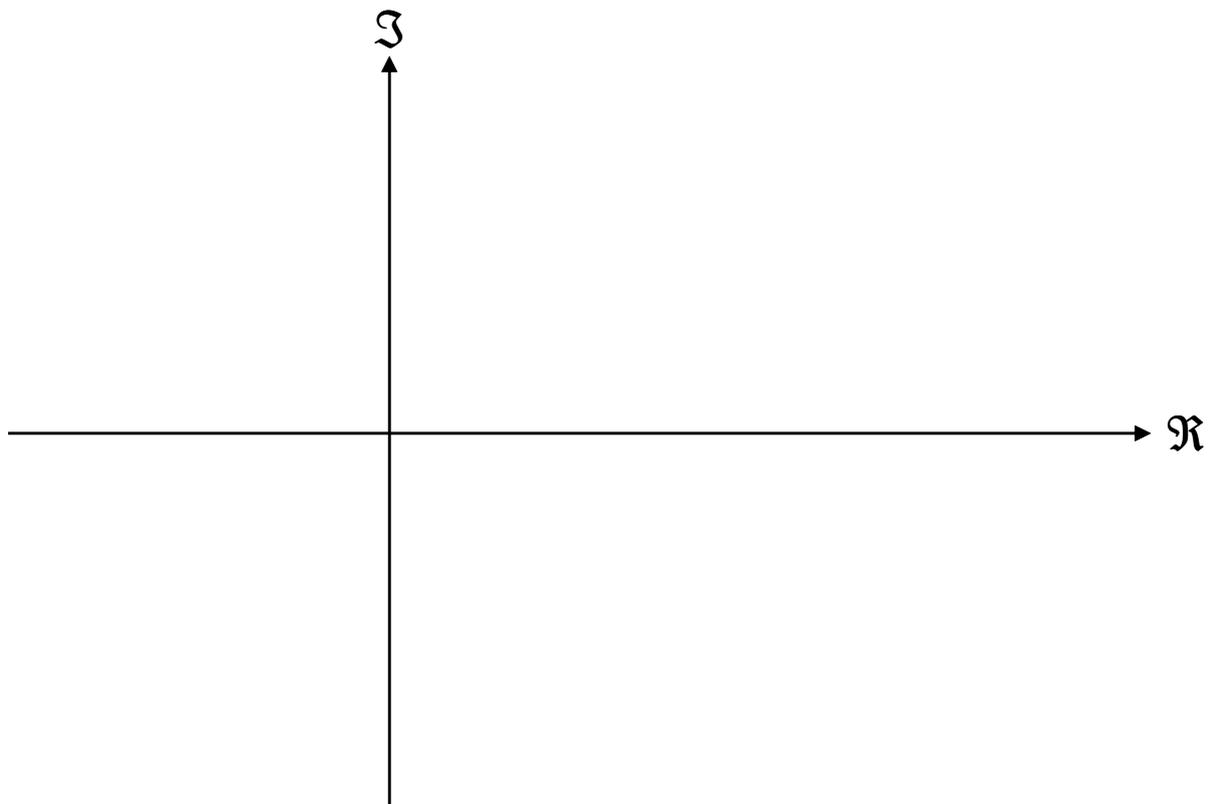
Hinweis: Im Bemessungspunkt darf der Verbraucher als Reihenschaltung aus Induktivität und Widerstand modelliert werden.



Fragen:

1. Zeichnen Sie die Spannung  $\underline{U}_N$  im Massstab 50 V/cm in die reelle Achse der Gaußschen Zahlenebene! (1 Punkt)
2. Berechnen Sie die Phase des Stroms  $\underline{I}_N$  und zeichnen Sie  $\underline{I}_N$  im Massstab 1 A/cm ein! (1 Punkt)
3. Wie groß ist der Blindanteil  $\underline{I}_{NB}$  des Stroms  $\underline{I}_N$ ? (1 Punkt)
4. Zeichnen Sie einen Kondensator  $C_K$  zur Kompensation des Blindstroms ein! (1 Punkt)
5. Wie groß muss die Kapazität des Kondensators  $C_K$  sein, wenn der Blindstrom vollständig kompensiert werden soll? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 2



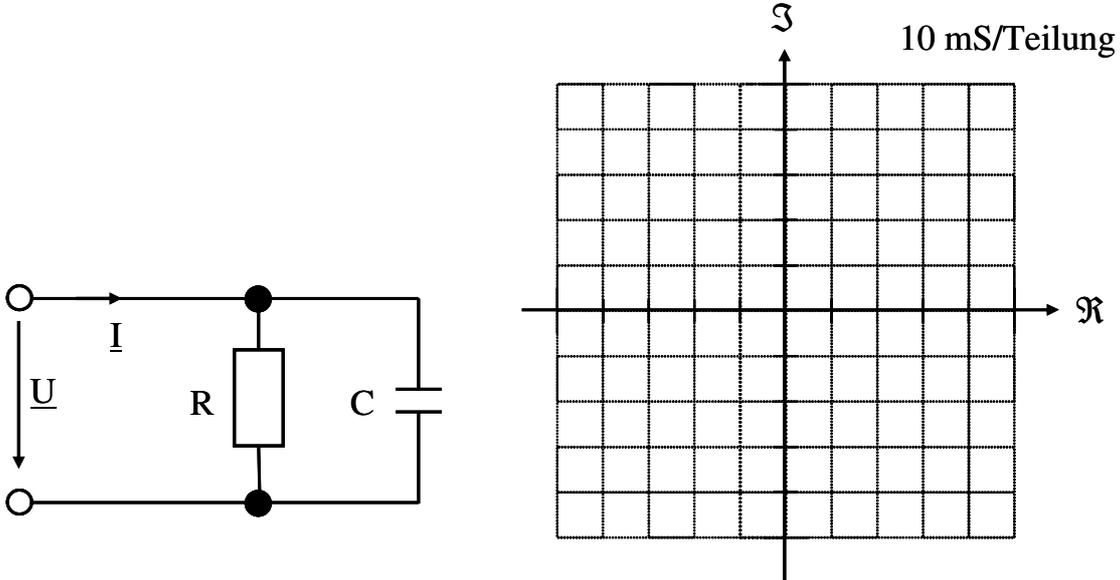
Lösung Aufgabe 2 (Fortsetzung)

Aufgabe 3:

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

$$R = 50 \, \Omega$$

$$C = 2 \, \text{F}$$

Fragen:

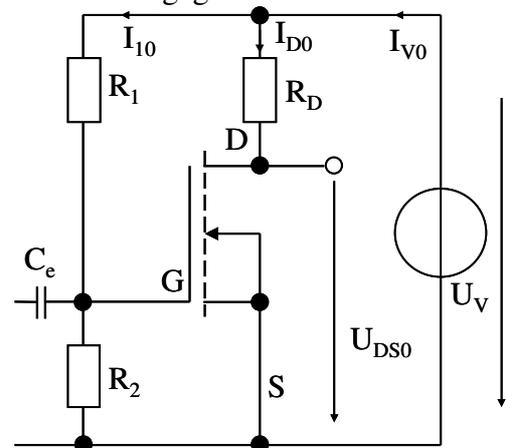
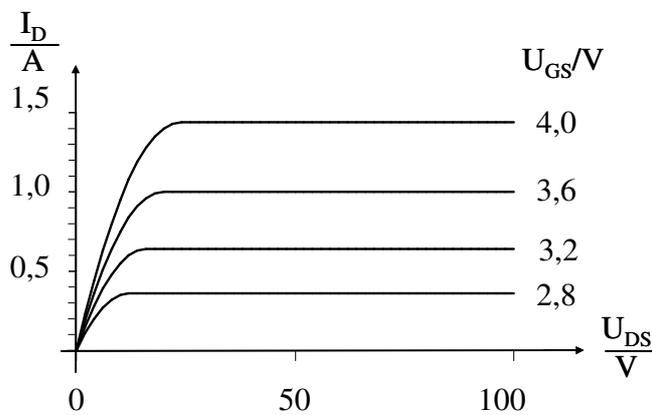
1. Geben Sie die Admittanz der Parallelschaltung bei der Frequenz  $f = 1000 \text{ Hz}$  nach Betrag und Phase  $\underline{Y} = Y \cdot e^{j\varphi}$  an! (2 Punkte)
2. Bei welcher Frequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung genau  $45^\circ$ ? (2 Punkte)
3. Zeichnen Sie die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

Lösung Aufgabe 3:

Lösung Aufgabe 3 (Fortsetzung)

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. Der Arbeitspunkt des Transistors sei mit  $I_{D0} = 0,8 \text{ A}$  und  $U_{DS0} = 40 \text{ V}$  bei einer Versorgungsspannung  $U_V = 100 \text{ V}$  festgelegt.

Fragen:

1. Geben Sie den für diesen Arbeitspunkt notwendigen Widerstand  $R_D$  an! (1 Punkt)
2. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade! (2 Punkte)
3. Wie groß sind die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  zu dimensionieren, wenn im Arbeitspunkt ein Strom  $I_{I0} = 100 \text{ A}$  fließen soll? (2 Punkte)

Lösung Aufgabe 4:

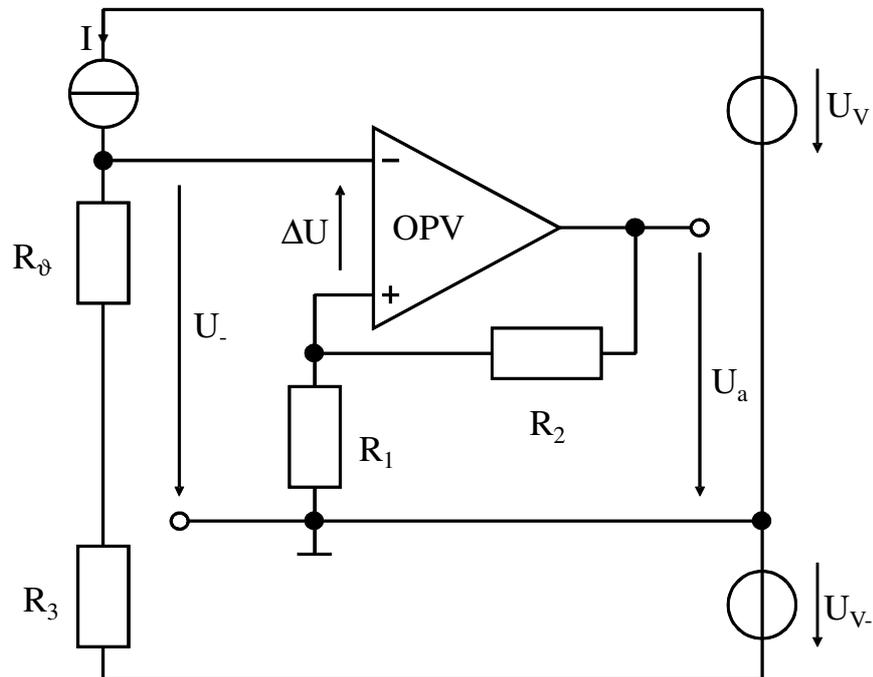
Lösung Aufgabe 4 (Fortsetzung)

Aufgabe 5:

Die nebenstehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker OPV soll als Thermostat in einer Heizungsanlage genutzt werden.

Die gesplittete Versorgungsspannung des OPV beträgt  $U_{V+} = U_{V-} = 15\text{ V}$ .

Die Werte für  $R_1$  und  $R_3$  sollen für ein vorgegebenes Temperaturfenster eingestellt werden.



Der temperaturabhängige Widerstand  $R_\theta = 10\text{ k}\Omega \cdot (1 + 0,004 \cdot (T/\text{K} - 273))$  wird von einem konstanten Strom  $I = 1\text{ mA}$  versorgt.

Fragen:

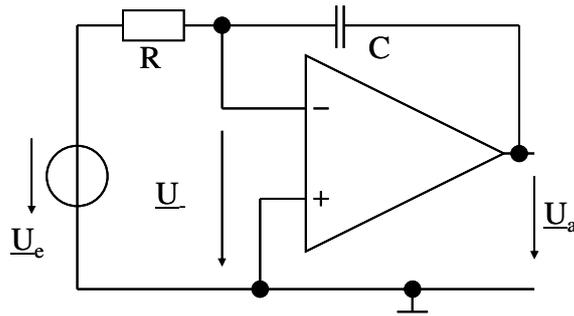
1. Welchen Wert nimmt  $R_\theta$  bei  $100\text{ }^\circ\text{C}$  ( $373\text{ K}$ ) an? (1 Punkt)
2. Wie stark ändert sich  $U_-$ , falls die Temperatur um  $1\text{ K}$  auf  $99\text{ }^\circ\text{C}$  sinkt? (1 Punkt)
3. Zunächst wird  $R_1 = 0$  angenommen. Welche Spannung  $U_-$  muss zwischen invertierendem Eingang und Bezugsmasse anliegen, damit gerade eine Differenzspannung von  $\Delta U = 0$  zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang herrscht? Wie groß muss  $R_3$  eingestellt werden, damit bei  $100\text{ }^\circ\text{C}$  genau dieser Zustand eintritt? (Hinweis: falls Sie Frage 1 nicht beantwortet haben, nehmen Sie  $R_\theta = 13\text{ k}\Omega$  an!) (2 Punkte)
4. Nun sei  $R_1 > 0$ .  $R_2$  beträgt  $150\text{ k}\Omega$ . Wie groß muss  $R_1$  werden, damit die Hysterese des Reglers genau  $\pm 1\text{ K}$  beträgt? Hinweis: falls Sie Frage 2 nicht beantworten konnten, rechnen Sie mit  $\Delta U_- = \pm 50\text{ V}$ ! (1 Punkt)

## Lösung Aufgabe 5

Lösung Aufgabe 5 (Fortsetzung)

Aufgabe 6:

Gegeben sei die nebenstehende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker (OPV).

Fragen:

1. Zeichnen Sie die unbekanntenen Ströme und Spannungen ein, und stellen Sie entsprechend der Voraussetzungen ein vollständiges System unabhängiger Knoten- und Maschengleichungen auf! (3 Punkte)
2. Berechnen Sie die komplexe Verstärkung  $\underline{y}_U = \underline{U}_a / \underline{U}_e$  in Abhängigkeit von R, C und der Kreisfrequenz  $\omega$ ! (1 Punkt)
3. Bei welcher Frequenz gilt  $|\underline{y}_U| = 1$ ? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 6

Lösung Aufgabe 6 (Fortsetzung)

Aufgabe 7:

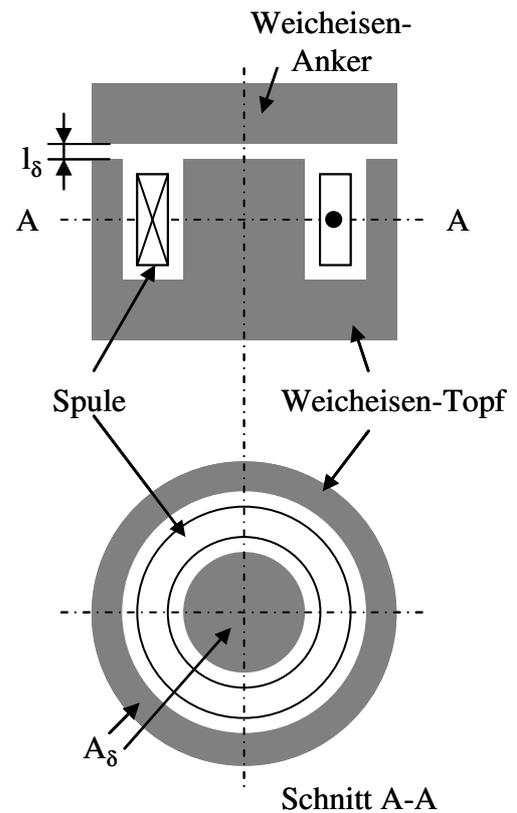
Die nebenstehende Skizze zeigt einen so genannten rotationssymmetrischen Topfmagneten, wie er z. B. in Magnetventilen eingesetzt wird. Das Weicheisen in Kern und Anker habe eine Permeabilität von  $\mu_{\text{Fe}} \rightarrow \infty$  (grau unterlegt).

Beide (Rotationssymmetrie!) Luftspalte haben die gleiche Fläche  $A_{\delta} = 2,5 \text{ cm}^2$  und die gleiche Länge von  $l_{\delta} = 1,5 \text{ mm}$ .

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  $w = 500$  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? (Hinweis: falls Sie Frage 1 nicht beantwortet haben, nehmen Sie  $L = 1 \text{ mH}$  an!) (2 Punkte)
3. Welche Spannung wird in der Spule induziert, wenn der Strom mit  $di/dt = -1 \text{ A/s}$  reduziert wird? (1 Punkt)

Lösung Aufgabe 7:

Lösung Aufgabe 7 (Fortsetzung)

Aufgabe 8:

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

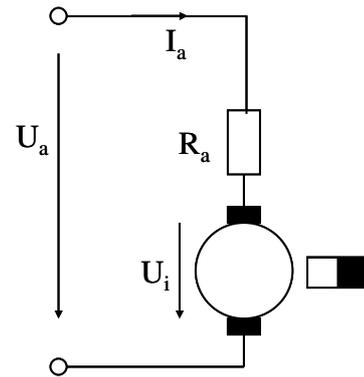
$P_N$ : 300 W

$U_N$ : 14 V

$I_N$ : 35 A

$n_N$ : 60 min<sup>-1</sup>

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

Fragen:

1. Wie groß ist das Drehmoment  $M_N$  im Bemessungspunkt? (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

Lösung Aufgabe 8 (Fortsetzung)

Aufgabe 9:

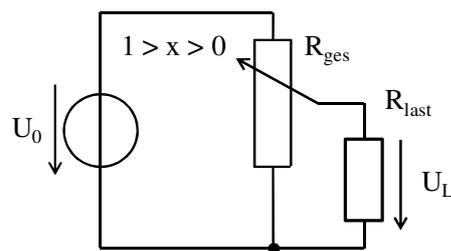
max. 20 Punkte

- 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** )!

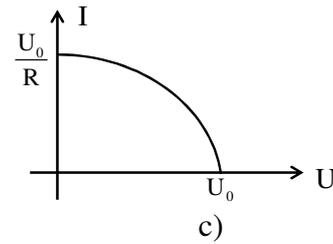
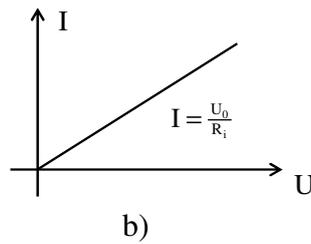
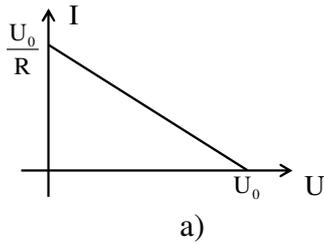
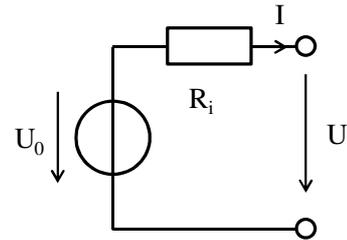
Fragen:

1. Welche Aussage über die elektrische Spannung  $U$  trifft zu?
  - a Die elektrische Spannung  $U$  ist ein Maß für die Arbeit, die verrichtet werden muss, um eine Ladung  $Q$  in einem elektrischen Feld von einem Ort  $A$  in einen anderen Ort  $B$  zu verschieben.
  - b Die elektrische Spannung ist ein Vektor.
  - c Die alleinige Kenntnis des elektrischen Spannungsabfalls über einem beliebigen Bauelement reicht aus, um die in dem Bauelement umgesetzte Leistung zu bestimmen.
  
2. An einem Potentiometer mit dem Gesamtwiderstand  $R_{\text{ges}}$  wird am Mittelabgriff ein Lastwiderstand mit dem Wert  $R_{\text{last}}$  angeschlossen. Wie sollte das Verhältnis  $R_{\text{ges}} / R_{\text{last}}$  gewählt werden, damit die Spannung  $U_L$  möglichst linear von der Stellung  $x$  des Potentiometers abhängt?

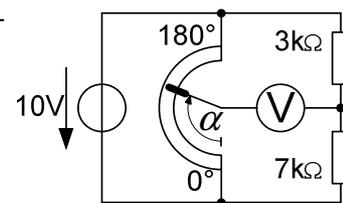
- a Das Verhältnis  $R_{\text{ges}} / R_{\text{last}}$  sollte gleich 1 sein.
- b  $R_{\text{last}}$  sollte viel größer als  $R_{\text{ges}}$  sein.
- c  $R_{\text{ges}}$  sollte viel größer als  $R_{\text{last}}$  sein.



3. Welche Kennlinie gehört zur dargestellten Schaltung?



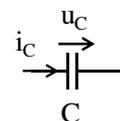
4. Die nebenstehende Schaltung zeigt eine Schleifdrahtmessbrücke. Der Schleifer des Potentiometers ist drehbar gelagert und soll so eingestellt werden, dass die Brücke abgeglichen ist. Wie groß ist der Winkel der dazu eingestellt werden muss?



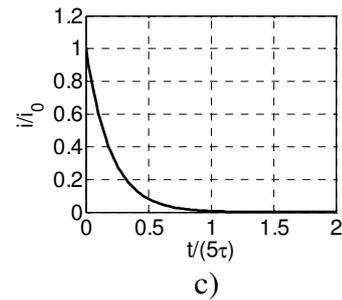
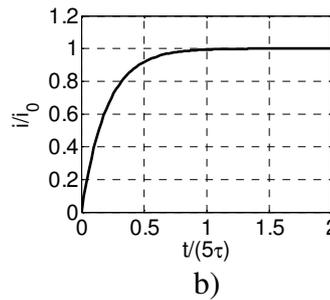
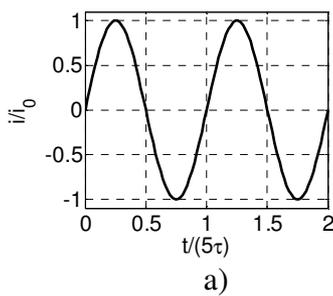
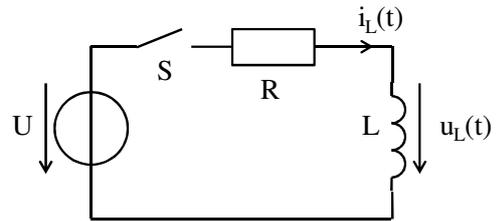
- a) 54°
- b) 90°
- c) 126°

5. Welche Aussage über den Strom  $i_C(t)$  und die Spannung  $u_C(t)$  trifft zu?

- a) Die Spannung  $u_C(t)$  kann nicht springen.
- b) Der Strom  $i_C(t)$  kann nicht springen.
- c) Der Zusammenhang zwischen Spannung und Strom lautet:  $u_C(t) = C \frac{di_C(t)}{dt}$ .



6. Zur Zeit  $t = 0$  s wird der Schalter S geschlossen. Welcher Graph gibt den Verlauf von  $i_L(t)$  qualitativ richtig wieder?



7. Aus dem Strom  $i_L(t)$  und der Spannung  $u_L(t)$  (siehe Schaltung zu Frage 6) kann mit Hilfe der Formel

$$G = \int_0^t u_L(\tau) \cdot i_L(\tau) d\tau \quad i_L(t=0) = 0$$

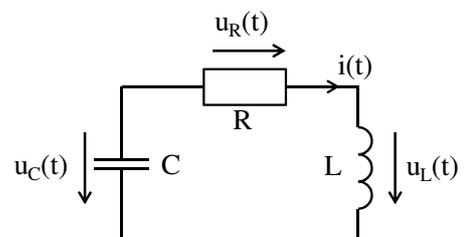
- a) der Effektivwert der Spannung  $u_L(t)$  berechnet werden.
- b) die Verlustenergie am Widerstand R zur Zeit t bestimmt werden.
- c) die in der Induktivität L zur Zeit t gespeicherte Energie angegeben werden.

8. Welche Differenzialgleichung gehört zur dargestellten Schaltung?

a)  $\frac{d^2 u_C(t)}{dt^2} - \frac{1}{RC} \frac{du_L(t)}{dt} - \frac{1}{LC} u_R(t) = 0$

b)  $\frac{d^2 i(t)}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di(t)}{dt} - \frac{1}{LC} i(t) = 0$

c)  $\frac{1}{\sqrt{LC}} \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{(RC)^2} i(t) = 0$



9. Welche der hier angegebenen Formeln ist richtig?

a  $\sin(\varphi) = \frac{1}{2}(e^{j\varphi} + e^{-j\varphi})$

b  $\sin(\varphi) = \frac{1}{2}(e^{j\varphi} - e^{-j\varphi})$

c  $\sin(\varphi) = \sqrt{1 - \frac{1}{4}(e^{j\varphi} + e^{-j\varphi})^2}$

10. Welche der Aussagen über die Fourierreihe  $f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t)$  des periodischen Signals  $f(t)$  trifft zu?

a Der Koeffizient  $\frac{a_0}{2}$  entspricht dem Mittelwert von  $f(t)$ , wobei der Mittelwert über eine Periode gebildet wird.

b Der Koeffizient  $\frac{a_0}{2}$  entspricht dem Effektivwert  $f(t)$

c Der Koeffizient  $\frac{a_0}{2}$  entspricht dem Mittelwert von  $|f(t)|$  über eine Periode.

11. Vervollständigen Sie den folgenden Satz. Die Laplace-Transformation ...

a bietet sich zur Lösung von linearen Differenzialgleichungen an.

b dient dazu dreiphasige Größen in ein zweiachsiges Koordinatensystem zu überführen.

c ist nur für lineare Funktionen definiert.

12. Welche Aussage über die Laplace-Transformation der Differentialgleichung  $\frac{d^2i(t)}{dt^2} + a_1 \frac{di(t)}{dt} + a_0 i(t) = 0, t \geq 0$  mit den Anfangsbedingungen  $\left. \frac{di(t)}{dt} \right|_{t=0} = i'_0 \neq 0$  und  $i(t=0) = i_0 \neq 0$ , ist richtig?

a Die Transformation ist nicht möglich, da Anfangsbedingungen ungleich Null nicht berücksichtigt werden können.

b Die Anfangsbedingungen müssen gemäß der Formel  $L\left(\frac{d^2i(t)}{dt^2}\right) = s^2 I(s) - si_0 - i'_0$  transformiert werden.

c Anfangsbedingungen können nur für Differentialgleichungen der Ordnung 1 berücksichtigt werden.

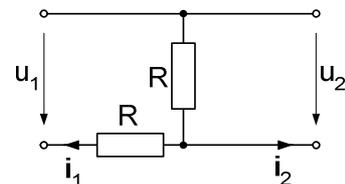
13. Wie lautet die Laplace-Transformation der Exponentialfunktion  $f(t) = e^{-\alpha t}$  mit  $t > 0$  und  $\alpha \in \mathbb{R}$ ?

a  $F(s) = \alpha \cdot s$

b  $F(s) = \frac{1}{s + \alpha}$

c  $F(s) = -\alpha$

14. Welche Vierpolgleichung beschreibt die nebenstehende Schaltung?.



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

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

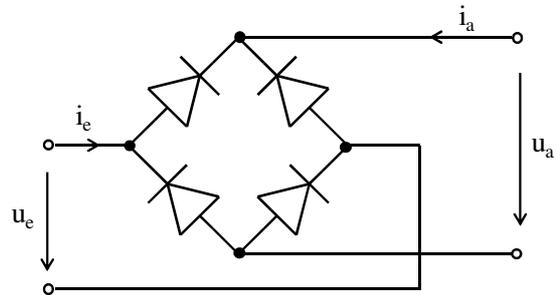
c  $\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2R & R \\ R & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$

15. Welche Gleichungen beschreiben den dargestellten Vierpol mit den Eingangsgrößen  $u_e$  und  $i_e$  und den Ausgangsgrößen  $u_a$  und  $i_a$ ? Die Dioden können als ideale Bauelemente angenommen werden.

a  $f_1: u_a = \begin{cases} u_e, & u_e \geq 0 \\ -u_e, & u_e < 0 \end{cases}$  und  $f_2: i_e = \begin{cases} -i_a, & u_e \geq 0 \\ i_a, & u_e < 0 \end{cases}$

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

c  $f_1: u_a = \sqrt{2} \cdot u_e$  und  $f_2: i_e = \sqrt{2} \cdot u_e$



16. Bei welcher Frequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei einer RLC-Parallelschaltung 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 kabelbehafteten Handbohrmaschine mit 1 kW Leistungsaufnahme beträgt

a 24 V Gleichspannung.

b 230 V Wechselspannung.

c 400 V Drehspannung.

18. Eine pn-Diode besteht aus

a einem Halbleiter-Kristall mit aufgesetzter Metallspitze.

b einem Halbleiter-Kristall mit je einer p- und einer n-dotierten Zone.

c Kupfer.

19. Warum werden für Leuchtdioden (LED) z. B. Gallium-Arsenid-Halbleiter verwendet?
- Der Bandabstand zwischen Valenz- und Leitungsband liegt im Bereich sichtbarer Photonen.
  - Galliumarsenid ist kostengünstiger als Silizium.
  - III-V-Halbleiter haben die doppelte Bindungsenergie und sind daher effizienter.
20. Welcher Strom in einem MOSFET beträgt unabhängig vom Betriebszustand (Sperren, Ohmscher und Abschnür-Bereich) im stationären Betrieb immer 0 A?
- $I_G$
  - $I_S$
  - $I_D$
21. Von einem n-Kanal-MOSFET sind die Daten  $U_{th} = 2,3 \text{ V}$  und  $S = 10 \text{ A V}^{-2}$  bekannt. In einem Betriebspunkt liegen die Spannungen  $U_{GS} = 3,5 \text{ V}$  und  $U_{DS} = 3 \text{ V}$  an. In welchem Arbeitsbereich befindet sich der Transistor?
- Sperrbereich
  - ohmscher Bereich
  - Abschnürbereich
22. Wie groß ist die Differenzspannung  $\Delta U = U_+ - U_-$  bei einem Komparator mit der Ausgangsspannung  $+U_V$ ?
- $> 0$
  - $= 0$
  - $< 0$
23. Mit welcher Frequenz pulsiert die elektrische Leistung in einem Wechselstromnetz?
- Die Leistung bleibt konstant.
  - Sie pulsiert mit der Netzfrequenz.
  - Sie pulsiert mit doppelter Netzfrequenz.

24. Eine Solarzelle erfordert
- a einen Halbleiter-Kristall mit hohem Bandabstand (z. B. GaAs).
  - b einen Halbleiter-Kristall mit niedrigem Bandabstand (z. B. Germanium).
  - c eine beliebige Halbleiterdiode mit beleuchteter Sperrschicht.
25. Welche elektrische Größe begrenzt die Taktfrequenz eines Computers nach oben?
- a Gate-Substrat-Kapazität  $C_{GS}$
  - b Steilheitskoeffizient  $S$
  - c Wechselstrom-Verstärkung  $\beta$
26. Die Multiplikation mit  $\sqrt{j}$  kann einer Drehung
- a um  $-90^\circ$  entsprechen.
  - b um  $45^\circ$  entsprechen.
  - c um  $90^\circ$  entsprechen.
27. Ein Kondensator der Kapazität  $C = 1 \text{ mF}$  mit  $u_C(t = 0) = 0$  werde für  $t > 0$  konstant mit  $i = 10 \text{ mA}$  geladen. Wie groß ist die Spannung nach  $5 \text{ s}$ ?
- a  $20 \text{ mV}$
  - b  $50 \text{ V}$
  - c  $200 \text{ V}$
28. 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).

29. Aus welcher Quelle kommt die Energie, die zur Leistungsverstärkung eines Verstärkers dient?
- a Gleichstromquelle.
  - b Umgebungswärme.
  - c Es wird keine zusätzliche Energie benötigt.
- 
30. Wie ändert sich die Anziehungskraft in einem Schütz (elektromagnetisch betätigter Schalter) abhängig von der Länge des Luftspalts?
- a Sie wird mit steigendem Luftspalt größer.
  - b Sie wird mit steigendem Luftspalt kleiner.
  - c Sie ändert sich nur bei Berücksichtigung der Gravitation.