

# Klausur

## Grundlagen der Elektrotechnik (Version 1 für BSc)

28.02.2009

- Die Klausur besteht aus 9 Aufgaben, davon 8 Textaufgaben à 5 Punkte und ein Single-Choice-Teil mit 20 Punkten.
- Bei 60 von 60 erreichbaren Punkten wird die Note 1,0 gegeben; entsprechend bei 30 Punkten eine 4,0. Halbe Punkte werden nicht gegeben.
- zulässige Hilfsmittel: Lineal, Winkelmesser, nicht kommunikationsfähiger Taschenrechner, 3 Blätter A4 Formelsammlung
- Dauer der Klausur: 2 h

Name:

Vorname:

Matrikelnummer:

Studienrichtung:

Unterschrift:

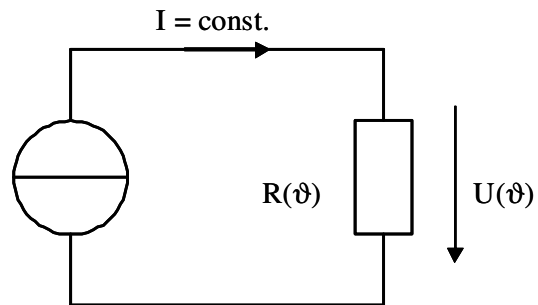
---

Bereich für die Korrektur

Aufgabe	Punkte	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
Summe		
Note		

Aufgabe 1 (max. 5 Punkte)

Ein temperaturabhängiger Widerstand  $R(\vartheta) = 100 \Omega \cdot (1 + 0,004 \cdot (\vartheta - 20 \text{ }^\circ\text{C}))$  wird von einer Stromquelle mit  $I = 1 \text{ mA}$  gespeist. Der Widerstand wird auf  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  erhitzt.

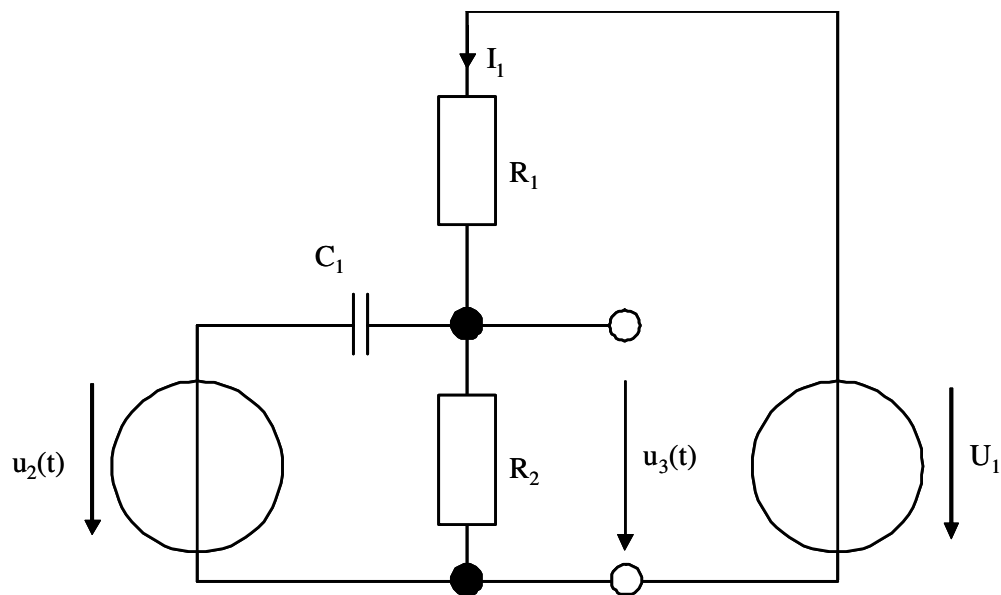


- Wie groß ist der Widerstand  $R(100 \text{ }^\circ\text{C})$ ?
- Wie groß wird die Spannung  $U(100 \text{ }^\circ\text{C})$  am Widerstand?
- Welchen Vorteil hat der Einsatz einer Konstantstromquelle mit Spannungsmessung gegenüber einer Konstantspannungsquelle mit Strommessung?

Lösung zu Aufgabe 1:

Aufgabe 2 (max. 5 Punkte)

Gegeben sei die untenstehende Schaltung mit zwei Spannungsquellen, zwei Widerständen und einem Kondensator. Die Wirkung der beiden Spannungsquellen soll überlagert werden.

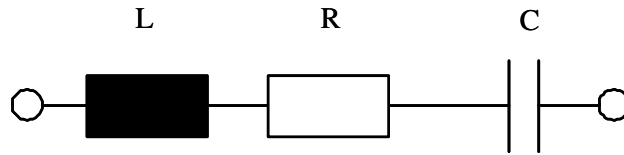


- Eliminieren Sie zunächst  $u_2(t)$ ! Dimensionieren Sie den Spannungsteiler in der obenstehenden Schaltung für  $u_{31}(t) = U_{31} = 4 \text{ V}$ , wenn  $I_{11} = 1 \mu\text{A}$  und  $U_1 = 10 \text{ V}$  betragen!
- Eliminieren Sie nun  $U_1$ ! Berechnen Sie  $u_{32}(t)$  für  $C_1 = 300 \text{ pF}$  und  $u_2(t) = 1 \text{ V} \cdot \sin(1000 \pi t/s)$  mit der obigen Dimensionierung!
- Geben Sie die gesamte Spannung  $u_3(t) = u_{31}(t) + u_{32}(t)$  unter Berücksichtigung beider Quellen an!

Lösung zu Aufgabe 2:

Aufgabe 3 (max. 5 Punkte)

Gegeben sei ein Reihenschwingkreis mit  $R = 30 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ mH}$  und  $C = 1 \mu\text{F}$ .

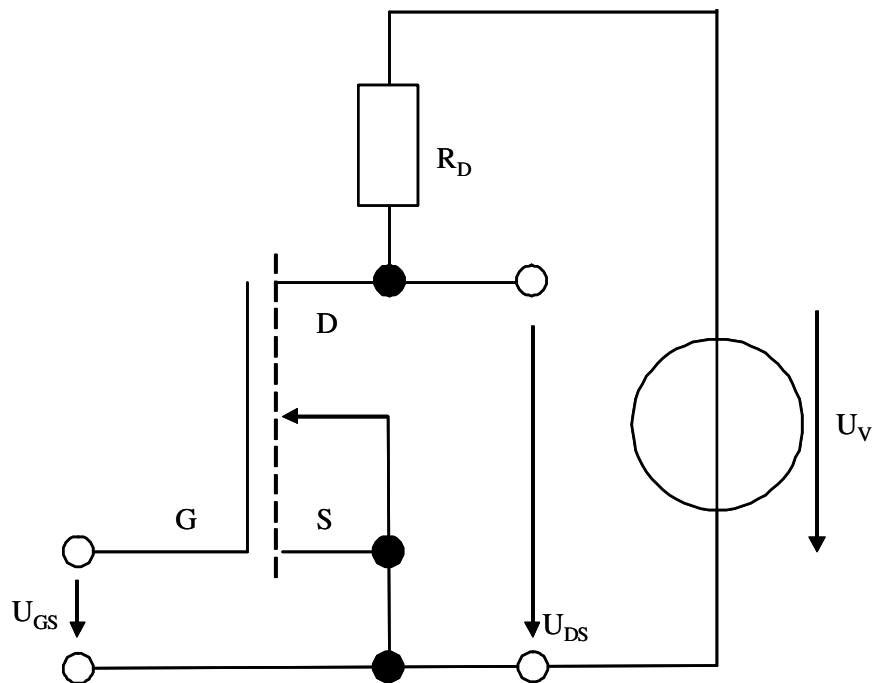


- Wie groß ist die Resonanzfrequenz  $f_0$ ?
- Wie groß ist die Bandbreite  $f_o - f_u$  des Schwingkreises?

Lösung zu Aufgabe 3:

Aufgabe 4 (max. 5 Punkte)

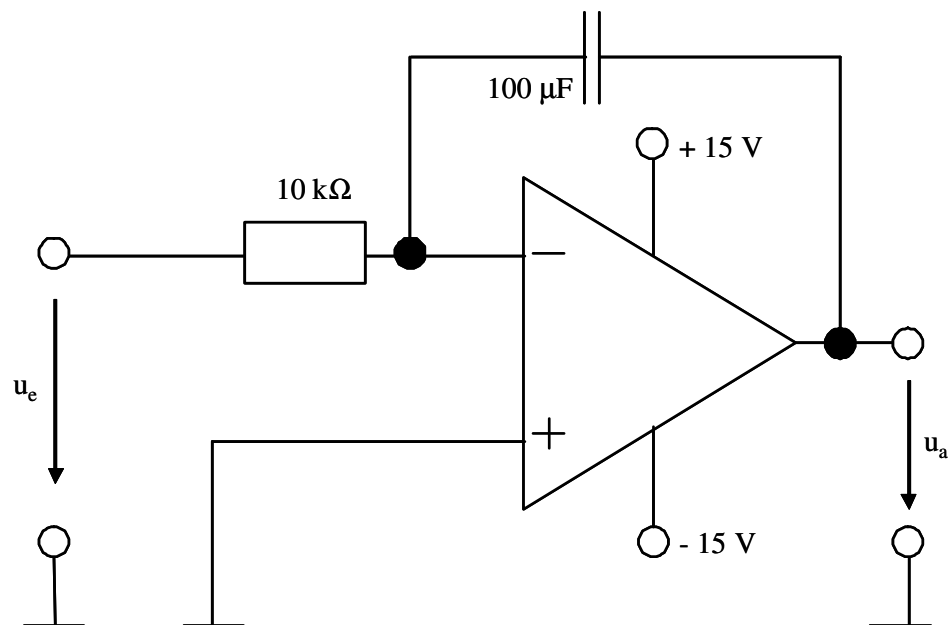
Der Transistor in der unten stehenden Schaltung hat die Daten  $S = 1 \text{ mA/V}^2$  und  $U_{\text{th}} = 2,5 \text{ V}$ . Die Spannung  $U_V$  beträgt  $U_V = 10 \text{ V}$ .



- Wie muss die Spannung  $U_{\text{GS}}$  in der oben stehenden Schaltung mit einem n-Kanal MOSFET eingestellt werden, damit  $I_{\text{D}} = 2,5 \text{ mA}$  beträgt (Annahme: Abschnürbereich)?
- Ist für  $R_{\text{D}} = 200 \Omega$  ein Betrieb im Abschnürbereich gegeben (Begründung erforderlich)?



Lösung zu Aufgabe 4:

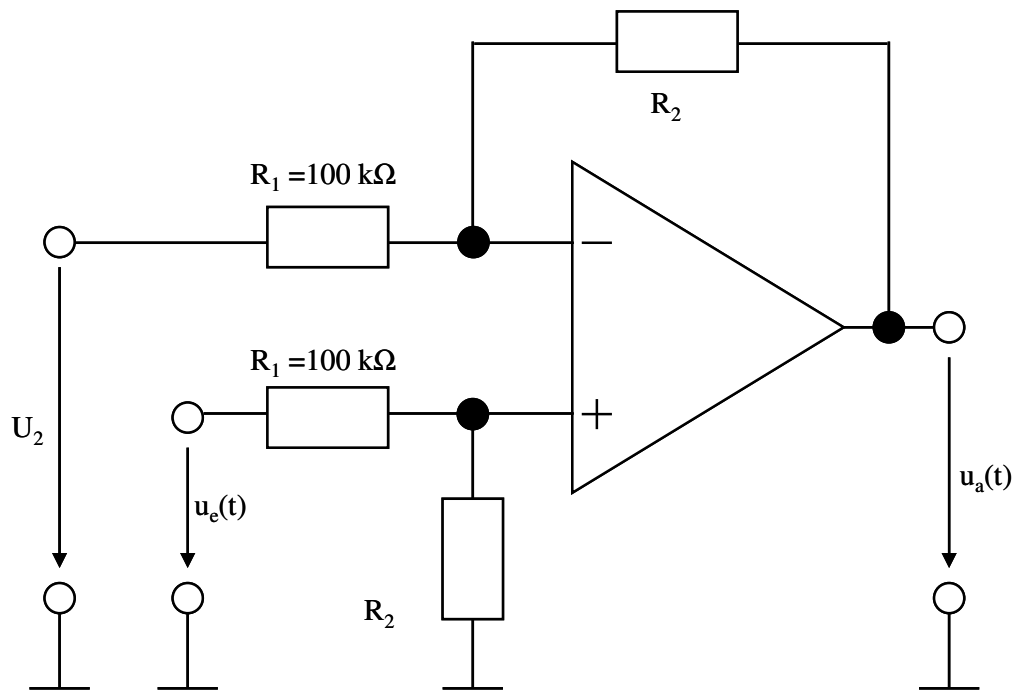
Aufgabe 5 (max. 5 Punkte)

- Bestimmen Sie die Ausgangsspannung  $u_a(t)$  der oben stehenden Integratorschaltung für  $u_e(t) = 1\text{ V}$  und  $u_c(0) = 0$  für den Zeitraum  $0 < t < 1\text{ s}$ !
- Welchen ungefähren Wert nimmt  $u_a(t)$  nach  $100\text{ s}$  an?

Lösung zu Aufgabe 5:

Aufgabe 6 (max. 5 Punkte)

Die folgende Subtrahierer-Schaltung soll zur Eliminierung des Gleichanteils und zur Verstärkung des Wechselanteils von  $u_e(t) = 5 \text{ V} + 1 \text{ V} \cdot \sin(1000 \pi t/s)$  genutzt werden. Die Ausgangsspannung soll dann  $u_a(t) = 3 \text{ V} \cdot \sin(1000 \pi t/s)$  betragen.



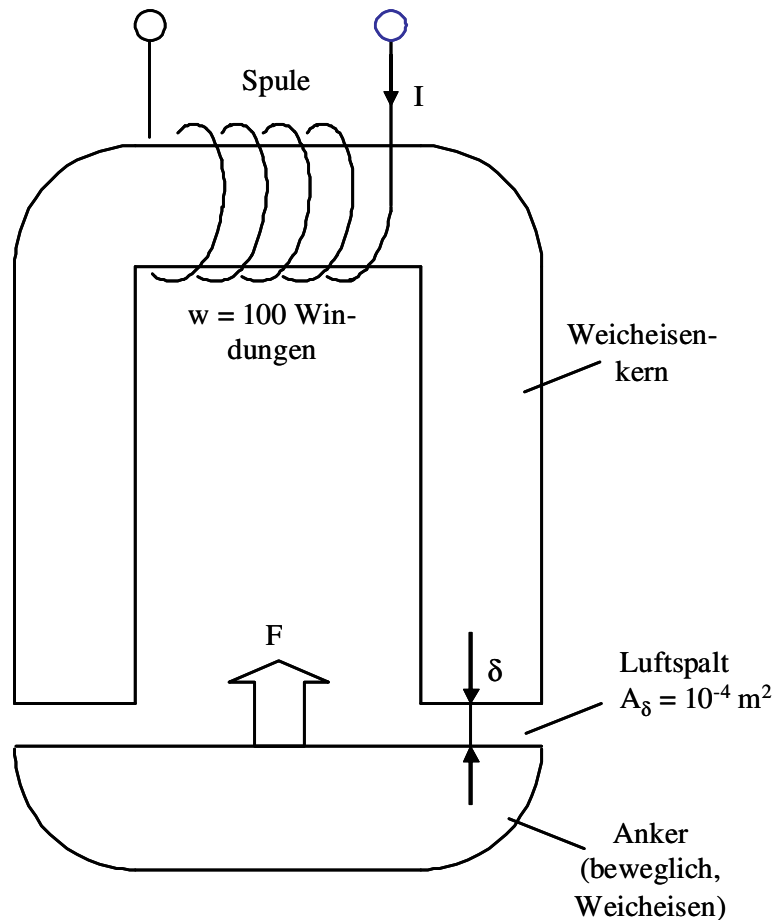
- Wie muss die Spannung  $U_2$  gewählt werden?
- Dimensionieren Sie den Widerstand  $R_2$ !

Lösung zu Aufgabe 6:

Aufgabe 7 (max. 5 Punkte)

Der nachstehende magnetische Kreis soll für den Fall idealen Verhaltens (Permeabilität des Weicheisens  $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$ , keine Streuung) berechnet werden. Hinweis: Die Permeabilität im Luft beträgt  $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ V} \cdot \text{s} / (\text{A} \cdot \text{m})$ .

- Geben Sie die magnetische Flussdichte im Luftspalt  $B_{Fe}(\delta, I)$ , die magnetische Energie  $W_{\text{mag}}(\delta, I)$  und die Anker-Anziehungskraft  $F(\delta, I)$  als Funktionen an! (Beachten Sie, dass zwei Luftspalte zur Kraftbildung beitragen!)
- Wie groß muss der Strom  $I$  für  $F = 100 \text{ N}$  bei  $\delta = 2 \text{ mm}$  eingestellt werden?



Lösung zu Aufgabe 7:

Aufgabe 8 (max. 5 Punkte)

In einem permanenterregten Gleichstrommotor können alle Verluste außer den Stromwärmeverlusten im Ankerwiderstand vernachlässigt werden. Die Ankerspannung beträgt  $U_a = 12 \text{ V}$ . Die Leerlaufdrehzahl liegt bei  $n_0 = 5000 \text{ min}^{-1}$ . Der Ankerwiderstand beträgt  $R_a = 1 \text{ } \Omega$ .

- Wie groß ist die Drehzahlkonstante  $k\Phi$ ?
- Wie groß ist der Anlaufstrom  $I_K$  bei  $n_K = 0$  (Kurzschlussbetrieb)?
- Wie groß ist das Anlauf-Drehmoment  $M_K$ ?



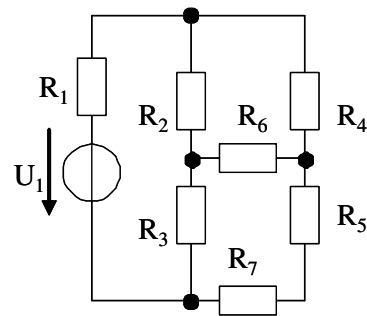
Lösung zu Aufgabe 8:

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** )!

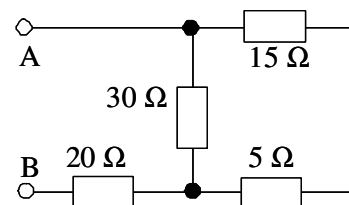
Fragen:

1. 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 2 Maschengleichungen und 4 Knotengleichungen
- b 3 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen
- c 4 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen

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

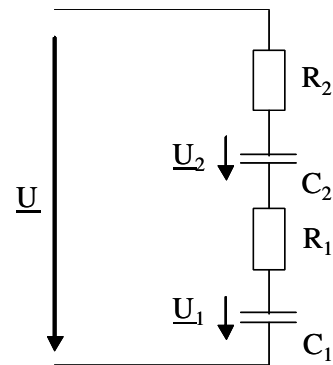


- a  $25 \Omega$
- b  $27 \Omega$
- c  $32 \Omega$

3. Ein Heizlüfter mit linearer Strom-Spannungs-Kennlinie trägt u. A. die Typenschilddaten  $U_N = 230 \text{ V}$ ,  $P_N = 2 \text{ kW}$ . Wie groß wird die aufgenommene Heizleistung bei reduzierter Spannung von  $U = 220 \text{ V}$  und sonst unveränderten Daten?
- a 2,19 kW
  - b 1,91 kW
  - c 1,83 kW
4. In einem geladenen Plattenkondensator ( $Q = \text{const.}$ ) werden die Platten voneinander entfernt. Welche Aussage über die Kraft zwischen den Platten trifft zu?
- a Zum Auseinanderziehen muss eine Kraft aufgewendet werden, die immer kleiner wird
  - b Die Platten stoßen sich ab; die abstoßende Kraft sinkt mit der Entfernung
  - c Der Vorgang benötigt keine externe Kraft
5. Die Energie in einem homogenen elektrischen Feld beträgt
- a  $W = \frac{1}{2 \cdot \epsilon} \cdot D^2 \cdot V$
  - b  $W = \frac{1}{2 \cdot \epsilon} \cdot D \cdot H \cdot V$
  - c  $W = \frac{1}{2 \cdot \epsilon} \cdot \vec{E} \times \vec{B} \cdot V$
6. Welches der folgenden Metalle leitet den elektrischen Strom am schlechtesten?
- a Quecksilber
  - b Kupfer
  - c Silber

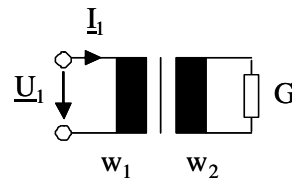
7. Ein Luftspule wird mit einem konstanten elektrischen Strom gespeist. Nun wird ein Kern aus magnetisiertem Permanentmagnetmaterial in die Spule eingeführt. Welche Aussage ist richtig?
- Auf den Magneten wirkt eine Kraft, die ihn in die Spule zieht.
  - Auf den Magneten wirkt eine Kraft, die ihn aus dem Spuleninnern herausdrückt.
  - Auf den Magneten wirkt eine Kraft, die von der Richtung des Permanentmagneten abhängt.
8. Wovon hängt die magnetische Kraft auf eine Leiterschleife ab?
- Von der stationären elektrischen Feldstärke im Raum.
  - Von der stationären elektrischen Feldstärke im Permanentmagneten.
  - Vom Strom in der Leiterschleife.

9. Gegeben sei das nebenstehende Wechselstrom-Netzwerk. In welchem Verhältnis teilen sich die Spannungen auf?
- $U_1/U_2 = R_2/R_1$
  - $U_1/U_2 = C_1/C_2$
  - $U_1/U_2 = C_2/C_1$



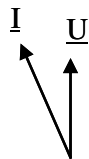
10. Wie groß ist die komplexe Admittanz  $\underline{Y}$  einer realen Spule mit der Induktivität  $L$  und dem Widerstand  $R$ ?
- $\underline{Y} = \frac{1}{R + jX_L}$
  - $\underline{Y} = \frac{1}{R - jX_L}$
  - $\underline{Y} = \frac{1}{R + X_L}$

11. Ein Widerstand mit dem Leitwert  $G$  wird wie nebenstehend über einen idealen Transformator an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen. Welchen Leitwert  $G_1 = I_1/U_1$  misst man auf der Primärseite bei Wechselspannungs-Speisung?



- a  $G_1 = \frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot G$
- b  $G_1 = \frac{w_2}{w_1} \cdot G$
- c  $G_1 = \frac{w_2^2}{w_1^2} \cdot G$

12. In einer Parallelschaltung aus Kondensator und ohmschem Widerstand gilt:



a



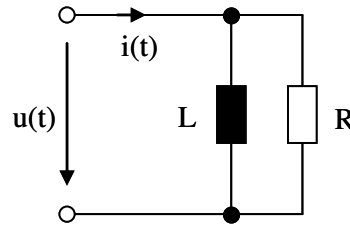
b



c

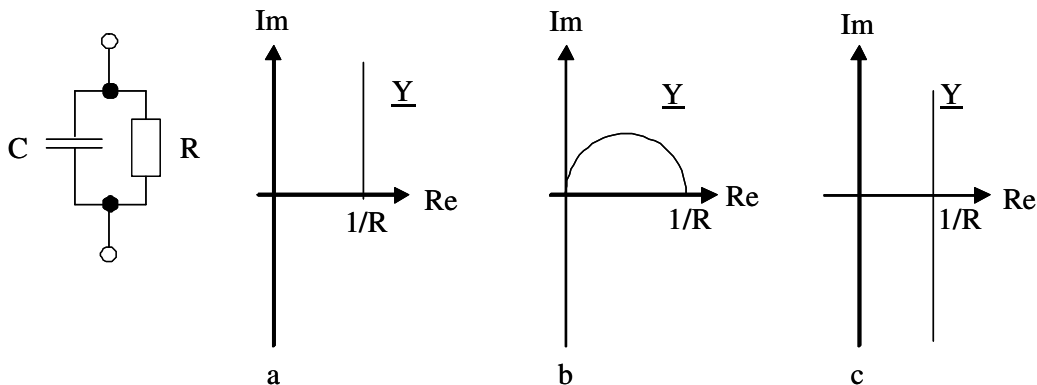
- a Der Summenstrom eilt der Spannung voraus
- b Der Summenstrom eilt der Spannung nach
- c Die Realteile von Summenstrom und Spannung haben bei gleicher Zählpfeilrichtung entgegengesetzte Vorzeichen

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



- Der Strom  $\hat{i}$  geht für  $\omega \rightarrow \infty$  gegen unendlich
- Der Strom  $\hat{i}$  geht für  $\omega = 0$  gegen unendlich
- Der Strom  $\hat{i}$  geht bei der Resonanzfrequenz  $\omega_0 = \frac{L}{R}$  gegen unendlich

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



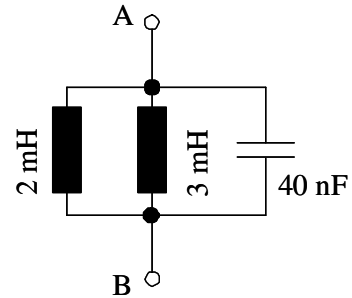
15. Bei welcher Frequenz beträgt die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bei einer RLC-Reihenschaltung genau  $\varphi = 45^\circ$ ?

- Bei der Frequenz Null

- Bei Resonanzfrequenz  $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$

- Bei der oberen Grenzfrequenz  $f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \left( \frac{R}{2 \cdot L} + \sqrt{\left( \frac{R}{2 \cdot L} \right)^2 + \frac{1}{LC}} \right)$

16. Wie groß ist die Resonanzfrequenz  $f_0$  der nebenstehenden Schaltung?
- a  $f_0 = 19 \text{ kHz}$
  - b  $f_0 = 22 \text{ kHz}$
  - c  $f_0 = 23 \text{ kHz}$

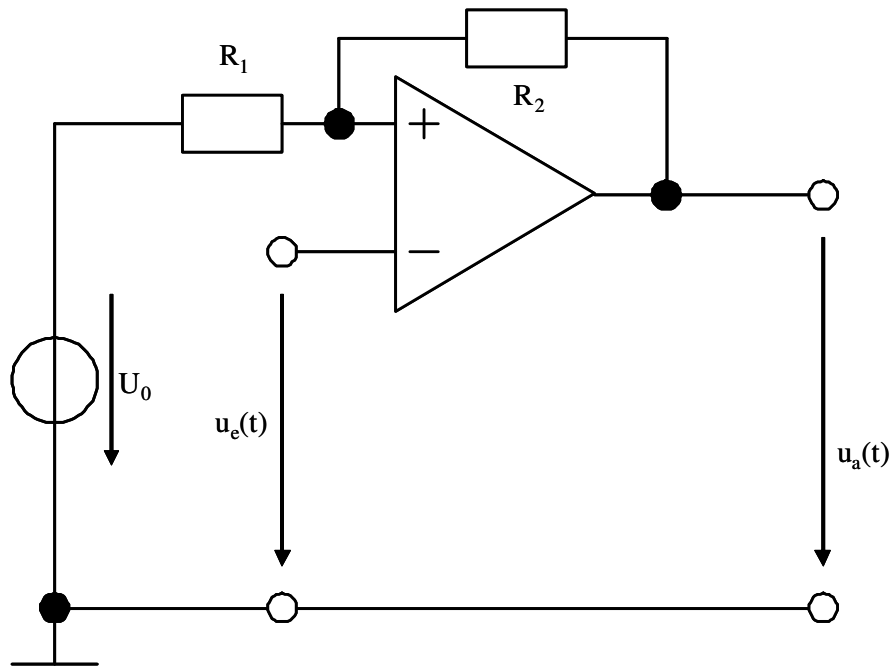


17. Mit welcher Frequenz pulsiert die elektrische Leistung in einem 400 Hz-Wechselstromnetz?
- a 200 Hz
  - b 400 Hz
  - c 800 Hz
18. Die typische Anschlussspannung eines Haushaltsgeräts mit 1,6 kW Leistungsaufnahme (z. B. Staubsauger) beträgt in Westeuropa
- a 24 V Gleichspannung
  - b 230 V Wechselspannung
  - c 400 V Drehspannung
19. Eine Leuchtdiode erfordert
- a einen Halbleiter-Kristall mit hohem Bandabstand (z. B. GaN)
  - b einen Halbleiter-Kristall aus Germanium
  - c einen Zusatz von Graphit

20. Wie groß wird der Gatestrom  $I_G$  eines MOSFET bei Wechselstrom?
- a proportional zur Gate-Bulk-Kapazität  $C_{GS}$
  - b immer Null
  - c abhängig von der Wechselstrom-Verstärkung  $\beta$
21. Von einem n-Kanal-MOSFET sind die Daten  $U_{th} = 2,2 \text{ V}$  und  $S = 100 \text{ mA V}^{-2}$  bekannt. In einem Betriebspunkt liegen die Spannungen  $U_{GS} = 5,3 \text{ V}$  und  $U_{DS} = 1 \text{ V}$  an. In welchem Arbeitsbereich befindet sich der Transistor?
- a Sperrbereich
  - b ohmscher Bereich
  - c Abschnürbereich
22. Worauf muss beim Schalterbetrieb eines selbstsperrenden n-Kanal-MOSFETs geachtet werden?
- a Die Spannung  $U_{GS}$  muss im Einschaltzustand möglichst hoch gewählt werden, um  $R_{DS,on}$  zu verkleinern.
  - b Durch einen langsamen Anstieg der Spannung  $U_{GS}$  beim Einschalten werden die Schaltverluste verringert.
  - c Die Spannung  $U_{DS}$  sollte höher als  $U_{GS} - U_{th}$  gewählt werden.
23. Welcher Unterschied besteht zwischen idealem und realem Operationsverstärker (OPV)?
- a Nur der ideale OPV verstärkt die Differenzspannung zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang.
  - b Der Ausgangswiderstand im realen OPV beträgt  $R_a > 0$ , im idealen OPV jedoch  $R_a = 0$ .
  - c Im idealen OPV muss der Ausgang als Stromquelle modelliert werden, im realen OPV als Spannungsquelle.



24. Welche Aussage gilt für folgende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker?



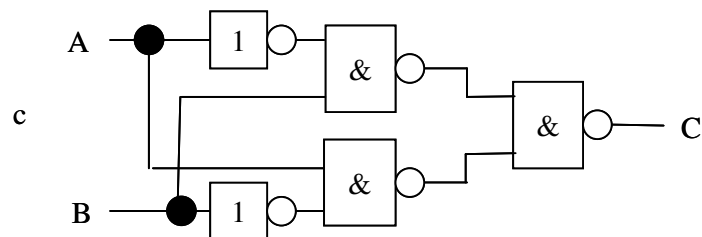
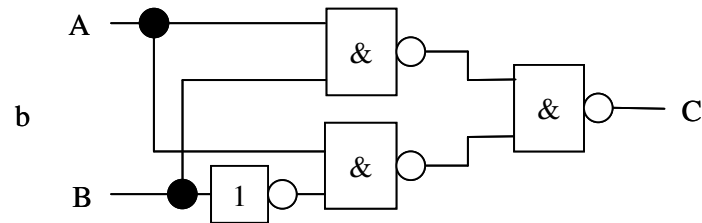
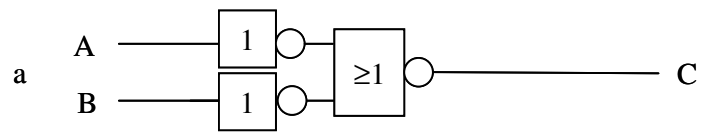
- a Die Verstärkung beträgt  $v_U = R_2/R_1$
- b Aufgrund der positiven Rückkopplung weist dieser Verstärker ein Kippverhalten auf (Schmitt-Trigger)
- c Der Verstärker kann nur negative Spannungen verstärken.

25. Mit welchen der folgenden digitalen Grundschaltungen kann jede logische Funktion realisiert werden?

- a NOR
- b NOT
- c OR

26. Welche der folgenden Schaltungen realisiert ein AND entsprechend der folgenden Wahrheitstabelle?

Summand	Summand	Summe
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



27. Welche der folgenden logischen Gleichungen ist falsch?

a  $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

b  $A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$

c  $\overline{\overline{A \cdot B}} = A + B$

28. Welche Gleichstrommaschine kann nicht mit Feldschwächung betrieben werden?

a Fremderregte Gleichstrommaschine

b Permanenterregte Gleichstrommaschine

c Reihenschlussmaschine

29. Welcher Elektromotor liefert bei gleicher Baugröße die geringste Leistung?

a Gleichstrom-Reihenschlussmotor

b Wechselstrom-Reihenschlussmotor

c Fremderregter Gleichstrommotor

30. Wie verhält sich ein Universalmotor am Wechselstromnetz?

a Er nimmt induktive Blindleistung auf.

b Er nimmt kapazitive Blindleistung auf.

c Er hat immer den Leistungsfaktor  $\cos\varphi = 1$ .