

Klausur

Grundlagen der Elektrotechnik (Version 4 für Diplom)

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:

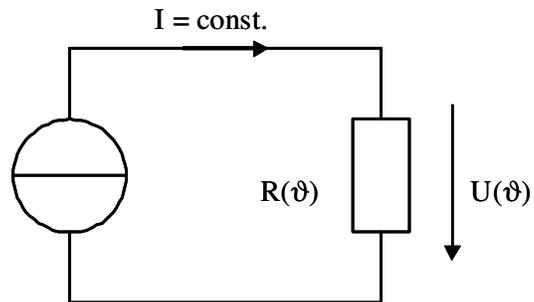
Unterschrift:

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.

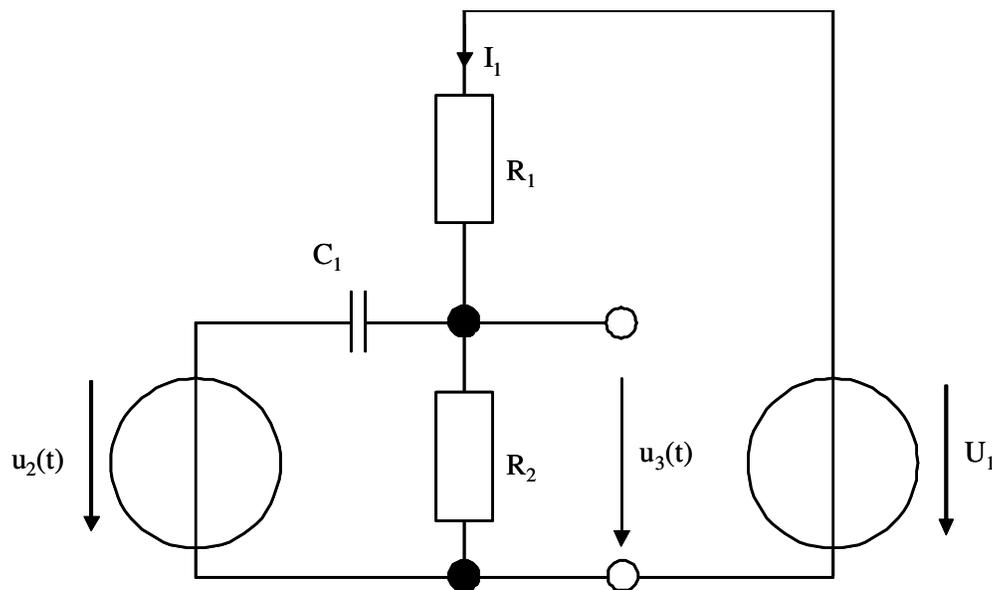


- Wie groß ist der Widerstand $R(100 \text{ }^\circ\text{C})$?
- Wie groß wird die Spannung $U(100 \text{ }^\circ\text{C})$ am Widerstand?
- Welchen Vorteil hat der Einsatz einer Konstantstromquelle mit Spannungsmessung gegenüber einer Konstantspannungsquelle mit Strommessung?

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.

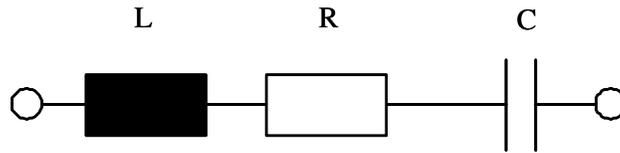


- Eliminieren Sie zunächst $u_2(t)$! Dimensionieren Sie den Spannungsteiler in der obenstehenden Schaltung für $u_{31}(t) = U_{31} = 4 \text{ V}$, wenn $I_{11} = 1 \text{ A}$ und $U_1 = 10 \text{ V}$ betragen!
- Eliminieren Sie nun U_1 ! Berechnen Sie $u_{32}(t)$ für $C_1 = 300 \text{ pF}$ und $u_2(t) = 1 \text{ V} \cdot \sin(1000 \pi t/s)$ 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 $C = 1 \text{ F}$.

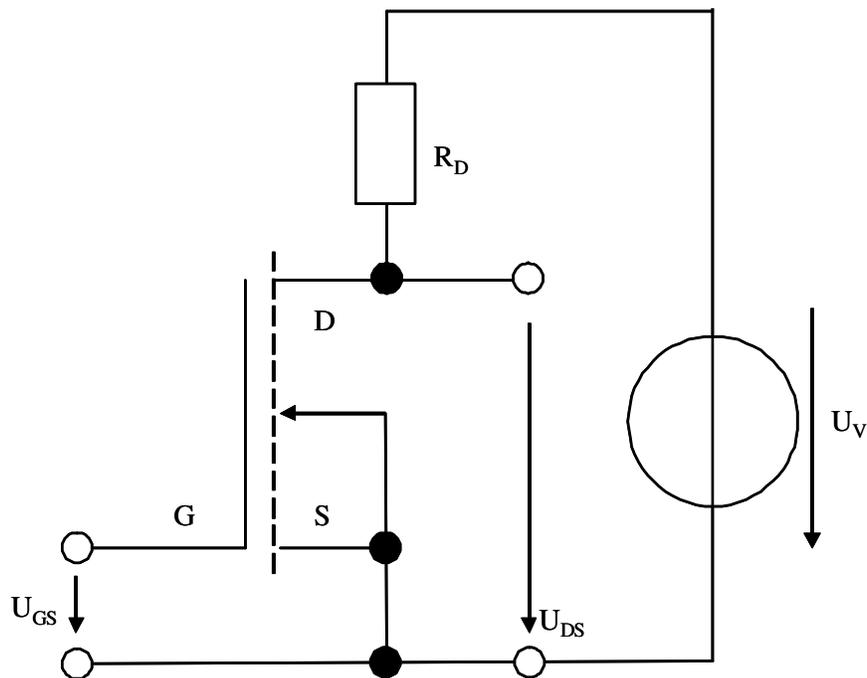


- Wie groß ist die Resonanzfrequenz f_0 ?
- Wie groß ist die Bandbreite $f_o - f_u$ des Schwingkreises?

Lösung zu Aufgabe 3:

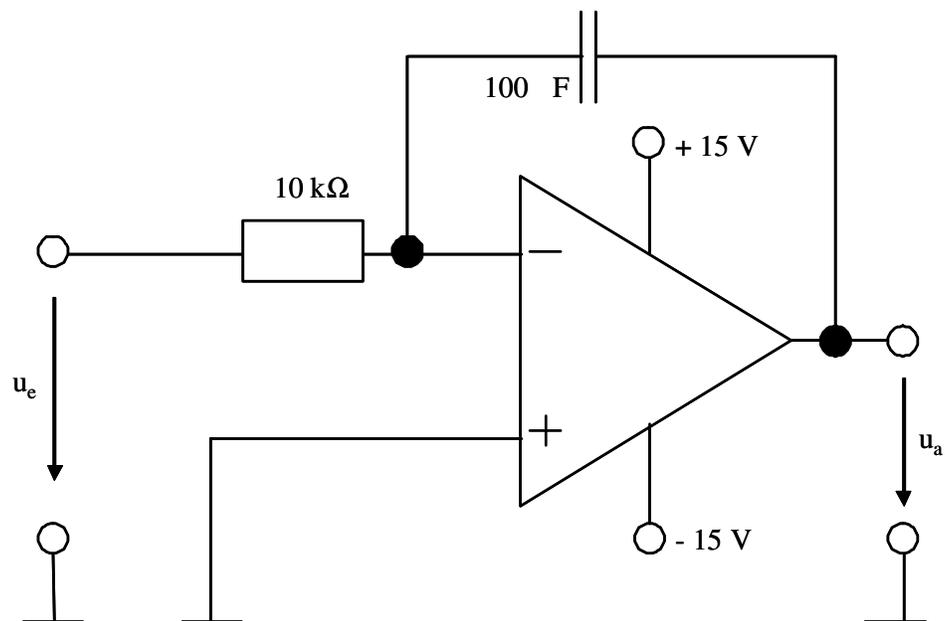
Aufgabe 4 (max. 5 Punkte)

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_{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:

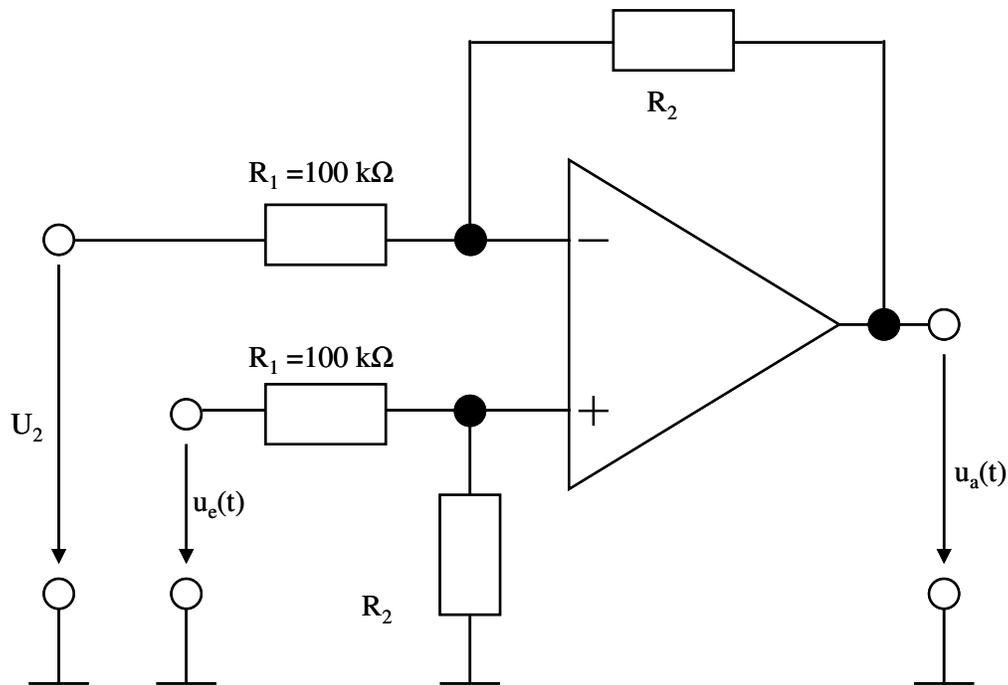
Aufgabe 5 (max. 5 Punkte)

- 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 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.



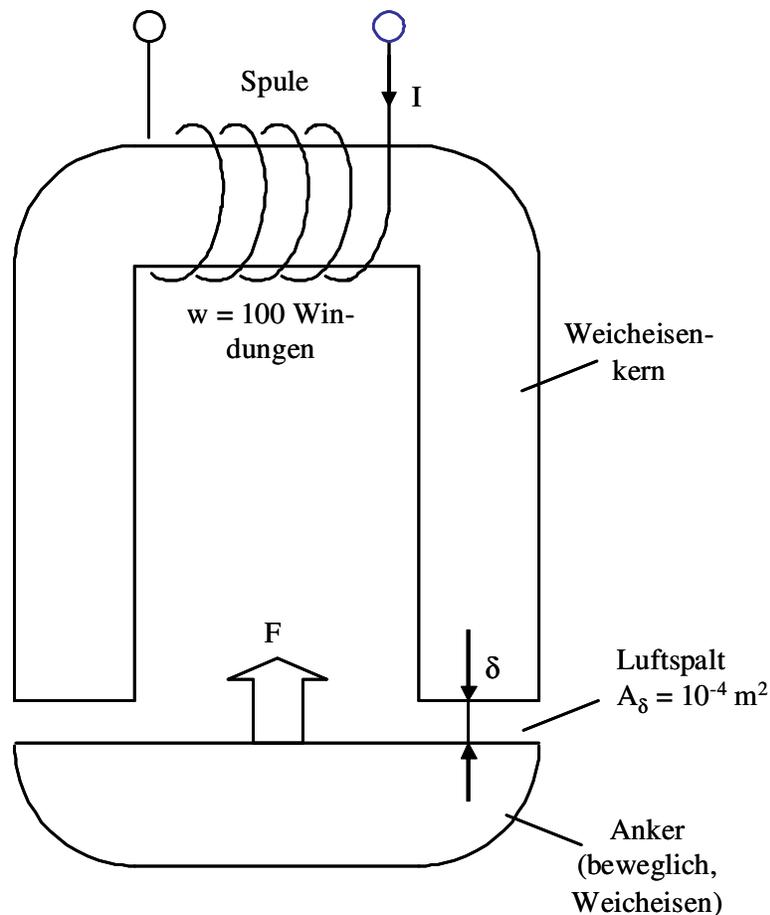
- Wie muss die Spannung U_2 gewählt werden?
- Dimensionieren Sie den Widerstand R_2 !

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:

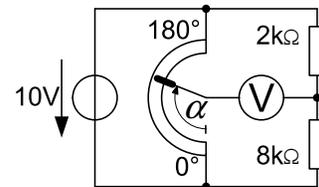
Aufgabe 9: (max. 20 Punkte)

- 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:

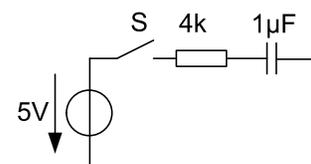
1. Auf einer Platine verbindet eine 59 mm lange Leiterbahn zwei ICs. Die Leiterbahn ist $35 \mu\text{m}$ stark, $0,6 \text{ mm}$ breit und besteht aus Kupfer (spezifischer Widerstand $\rho_{\text{Cu}}=17,8 \cdot 10^{-9} \Omega\text{m}$). Wie groß ist ihr ohmscher Widerstand?
 - a $50 \text{ m}\Omega$
 - b $70 \text{ m}\Omega$
 - c $90 \text{ m}\Omega$

2. Die nebenstehende Schaltung zeigt eine Schleifdrahtmessbrücke. Der Schleifer des Potentiometers ist drehbar gelagert und soll so eingestellt werden, dass die Brücke abgeglichen ist. Welcher Winkel α muss eingestellt werden?



- a 36°
- b 90°
- c 144°

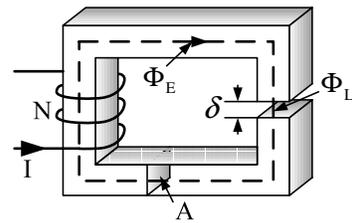
3. In nebenstehender Schaltung sei für die Zeit $t < t_0$ die Kondensatorspannung null. Im Zeitpunkt t_0 wird der Schalter S geschlossen. Welche Aussage trifft zu?



- 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.

4. 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 $7,78\text{ m}\Omega$.
 - b Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $7,78\text{ m}\Omega$.
 - c Parallelschalten eines Shuntwiderstandes mit $778\text{ m}\Omega$.

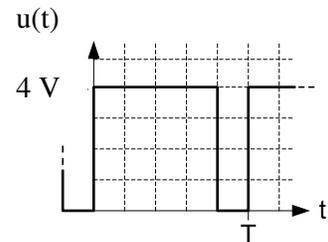
5. Das nebenstehende Bild zeigt eine Spule mit N Windungen auf einem Eisenkern mit Luftspalt δ . Welche Maßnahme würde die Induktivität der Spule erhöhen?



- a Verringerung des Luftspaltes δ
- b Verringerung der Windungszahl N
- c Verringerung des Eisenquerschnittes A

6. Wie groß ist der Effektivwert U_{eff} des folgenden periodischen Spannungsverlaufs?

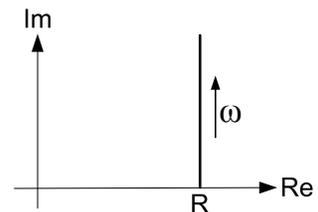
$$u(t) = \begin{cases} 4\text{ V} & \text{für } kT < t \leq (k+0,8) \cdot T \\ 0\text{ V} & \text{für } kT \leq t < (k+1) \cdot T \end{cases}$$



- a $U_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 4\text{V} = 2.828\text{V}$
- b $U_{\text{eff}} = \frac{16}{20} \cdot 4\text{V} = 3.2\text{V}$
- c $U_{\text{eff}} = \sqrt{16 \cdot 0.8}\text{V} = 3.577\text{V}$

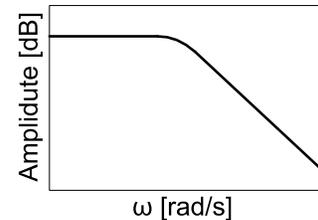
7. Dargestellt ist eine Impedanz-Ortskurve bei Variation der Frequenz ω . Zu welcher Schaltung passt sie?

- a
- b
- c



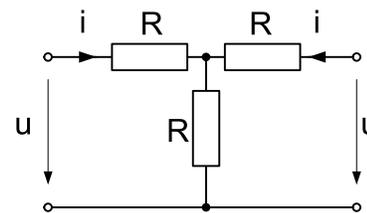
8. Dargestellt ist der Amplitudengang eines Filters.
Um welche Art Filter handelt es sich?

- a Bandpass
- b Hochpass
- c Tiefpass



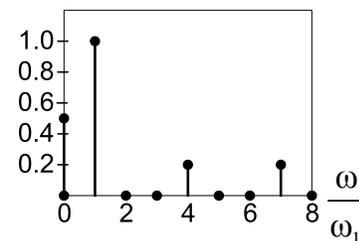
9. Welche Vierpolgleichung beschreibt die nebenstehende Schaltung?

- a
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2R & R \\ R & 2R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$
- b
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & 2R \\ 2R & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$
- c
$$\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/R & R \\ R & 1/R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$$



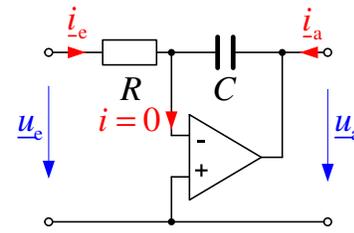
10. Von welchem Signal $y(t)$ wird hier das Amplitudenspektrum gezeigt?

- a
$$y(t) = \frac{1}{2} + \cos(\omega_1 t) + \cos\left(\frac{1}{4}\omega_1 t\right) + \cos\left(\frac{1}{7}\omega_1 t\right)$$
- b
$$y(t) = \frac{1}{2} + \cos(\omega_1 t) + \frac{1}{5}\cos(4\omega_1 t) + \frac{1}{5}\cos(7\omega_1 t)$$
- c
$$y(t) = \cos(\omega_1 t + \varphi_1) + \cos(4\omega_1 t + \varphi_4) + \cos(7\omega_1 t + \varphi_7)$$



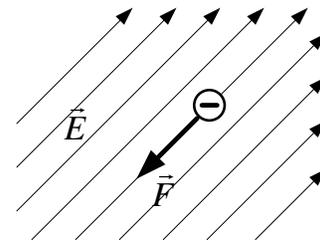
11. Welche Funktion wird mit nebenstehender Operationsverstärkerschaltung bei sinusförmiger Eingangsspannung u_e realisiert?

- a Hochpassfilter: $\underline{u}_a = -j\omega RC \cdot \underline{u}_e$
- b Tiefpassfilter: $\underline{u}_a = \frac{j}{\omega RC} \cdot \underline{u}_e$
- c Invertierender Verstärker: $\underline{u}_a = -\frac{R}{C} \cdot \underline{u}_e$



12. Ein Elektron (Ladung $Q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) befindet sich in einem elektrostatischen Feld. Das Feld hat an der Stelle des Elektrons die Stärke $E = 10 \text{ MV/m}$. Welche Kraft wirkt auf das Elektron?

- a $F = 1.6 \text{ pN}$
- b $F = -1.6 \text{ }\mu\text{N}$
- c $F = 6.25 \text{ mN}$



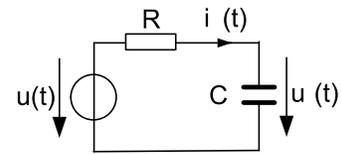
13. Welche Aussage bezogen auf einen Bipolartransistor ist richtig?

- a Die Stromverstärkung ist idealerweise unendlich groß, da der Basisanschluss durch eine Oxidschicht isoliert ist.
- b Idealerweise kann ein großer Basisstrom mit einem möglichst kleinen Kollektorstrom gesteuert werden.
- c Der Transistor kann erst nach Einstellung des Arbeitspunktes als linearer Verstärker verwendet werden.

14. Welche Aussage bezogen auf einen MOSFET ist richtig?

- a Im ohmschen Bereich der Ausgangskennlinie kann der MOSFET als steuerbarer Widerstand betrieben werden.
- b Der MOSFET kann wegen des hohen Drain-Source-Widerstands nicht als Schalter verwendet werden.
- c Eine Oxidschicht isoliert den Drainanschluss, so dass bei konstanter Gate-Source-Spannung kein Drainstrom fließen kann.

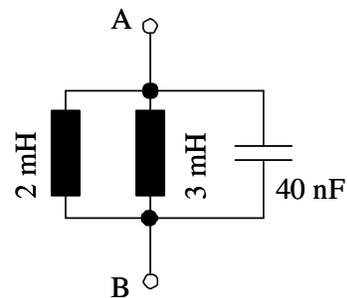
15. Welche der Gleichungen beschreibt die Kondensatorspannung in der nebenstehenden Schaltung im Laplace-Bereich?



- a $U_C(s) = U(s) \cdot (RC + s)$
- b $U_C(s) = U(s) \cdot \frac{1}{s \cdot RC + 1}$
- c $U_C(s) = U(s) \cdot \frac{RC}{s + 1}$

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

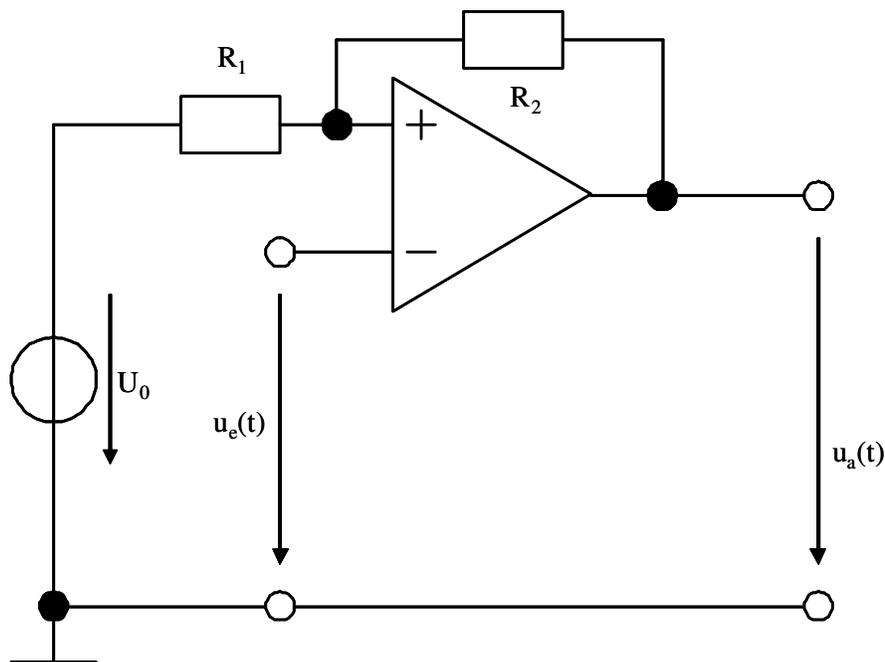
18. Die typische Anschlussspannung eines Haushaltsgeräts mit 1,6 kW Leistungsaufnahme (z. B. Staubsauger) beträgt in Westeuropa

- 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 β
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)?
- Nur der ideale OPV verstärkt die Differenzspannung zwischen invertierendem und nichtinvertierendem Eingang.
 - Der Ausgangswiderstand im realen OPV beträgt $R_a > 0$, im idealen OPV jedoch $R_a = 0$.
 - Im idealen OPV muss der Ausgang als Stromquelle modelliert werden, im realen OPV als Spannungsquelle.

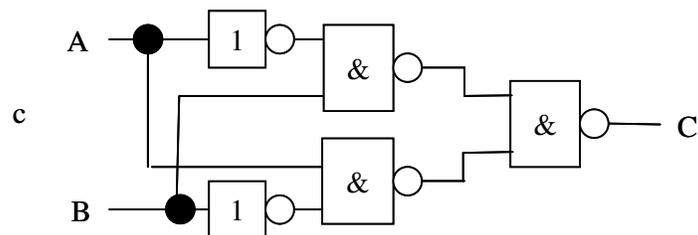
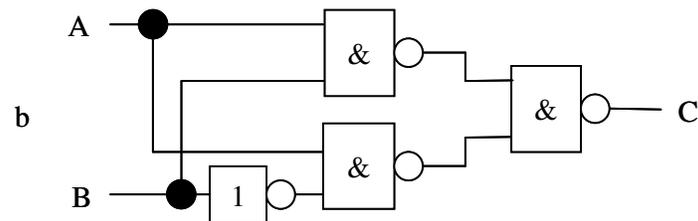
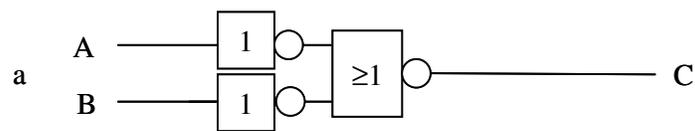
24. Welche Aussage gilt für folgende Schaltung mit einem idealen Operationsverstärker?



- Die Verstärkung beträgt $v_U = R_2/R_1$
 - Aufgrund der positiven Rückkopplung weist dieser Verstärker ein Kippverhalten auf (Schmitt-Trigger)
 - Der Verstärker kann nur negative Spannungen verstärken.
25. Mit welchen der folgenden digitalen Grundschaltungen kann jede logische Funktion realisiert werden?
- NOR
 - NOT
 - 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 $\overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A + B$

28. Welche Gleichstrommaschine kann nicht mit Feldschwächung betrieben werden?
- a Fremderregte Gleichstrommaschine
 - b Permanentterregte 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 $\cos\varphi = 1$.