

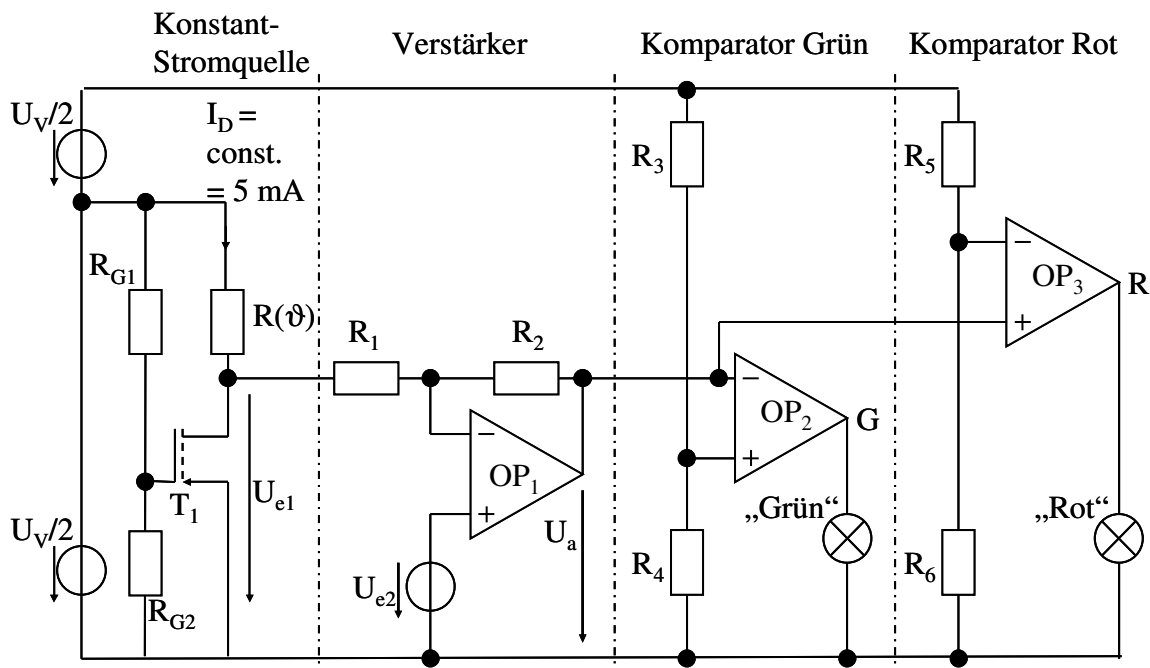
Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Bitte in Blockbuchstaben ausfüllen!

Aufgabe 1:

- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar. Hinweis: Die einzelnen Fragen können unabhängig voneinander beantwortet werden!

Ein temperaturabhängiger Widerstand  $R(\vartheta) = 100\Omega \cdot \left(1 + \frac{\vartheta - 20^\circ\text{C}}{150\text{K}}\right)$  soll zur Temperaturmessung im Bereich von  $20^\circ\text{C}$  bis  $170^\circ\text{C}$  eingesetzt werden. Der Widerstand wird von einer Konstantstromquelle mit Bipolartransistor gespeist (s. Bild). In einer zweiten Stufe wird das Temperatursignal verstärkt. In der dritten Stufe wird das Signal digitalisiert. Die Versorgungsspannung des Mess-Systems beträgt  $U_V = 15\text{V}$  mit einer Mittelanzapfung bei  $U_V/2$ .



Fragen:

- Der Strom der mit  $U_V/2$  versorgten Konstantstromquelle soll  $I_C = 5\text{mA}$  betragen. Bei welcher Temperatur tritt die höchste Verlustleistung im Messwiderstand  $R(\vartheta)$  auf, und wie groß ist diese Verlustleistung?
- Der MOSFET  $T_1$  kann im Abschnürbereich hinreichend durch  $I_D = S \cdot (U_{GS} - U_{th})^2$  mit  $S = 5\text{mA/V}^2$  und  $U_{th} = 1,5\text{V}$  beschrieben werden. Wie groß ist das Verhältnis  $R_{G1}/R_{G2}$  für den angegebenen Strom von  $I_C = 5\text{mA}$  zu wählen?

3. Die temperaturabhängige Spannung  $U_{e1}$  soll nun mit einem idealen Operationsverstärker  $OP_1$  so verstärkt werden, dass bei  $20\text{ °C}$  eine OP-Ausgangs-Spannung  $U_{a,20} = 5\text{ V}$  und bei  $170\text{ °C}$  eine Spannung  $U_{a,170} = 10\text{ V}$  anliegt. Wie groß sind die Eingangsspannungen  $U_{e1,20}$  und  $U_{e1,170}$  bei den Temperaturen  $20\text{ °C}$  und  $170\text{ °C}$ ? Wie groß ist der Widerstand  $R_2$  zu wählen, wenn  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$  beträgt? Wie groß muss die Spannung  $U_{e1}$  am nichtinvertierenden Eingang des Operationsverstärkers gewählt werden? (Hinweis: In der Vorlesung wurde für die Verstärkung eines gegengekoppelten idealen Operationsverstärkers die Formel  $\underline{U}_a = \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1}\right) \cdot \underline{U}_{e2} - \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \underline{U}_{e1}$  abgeleitet, die auch für Gleichgrößen angewendet werden darf.)
4. Die Ausgangsspannung von  $OP_1$  beträgt nun  $U_a = 5\text{ V} + 5\text{ V} \frac{\vartheta - 20\text{ °C}}{150\text{ K}}$ . Sie soll nun mit den Komparatoren  $OP_2$  und  $OP_3$  digitalisiert werden.
- Unter  $95\text{ °C}$  soll ein Signal „Grün“ generiert werden. Für das Signal „Grün“ wird der Spannungsteiler aus den Widerständen  $R_3$  und  $R_4$  der Komparator  $OP_2$  benutzt. Wie sind die Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  zu wählen, wenn  $R_3 + R_4 = 10\text{ k}\Omega$  betragen soll?
- Über  $140\text{ °C}$  soll zusätzlich ein Signal „Rot“ generiert werden. Wie groß sind die Widerstände  $R_5$  und  $R_6$  zu wählen, wenn  $R_5 + R_6 = 10\text{ k}\Omega$  betragen soll?
5. Geben Sie eine digitale Schaltung aus einem Standard-Gatter an, mit der ein weiteres Warn-Signal  $W$  aus den Signalen „Rot“ (Ausgang  $R$ ) und „Grün“ (Ausgang  $G$ ) erzeugt werden kann, mit dem eine Temperatur zwischen  $95\text{ °C}$  und  $140\text{ °C}$  angezeigt wird!

Aufgabe 2:

- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar. Hinweis: Die einzelnen Fragen können unabhängig voneinander beantwortet werden!

Ein Kraftfahrzeug-Lüfter wird von einem permanenterregten Gleichstrommotor angetrieben. Der Motor hat die Nenndaten:

$$U_N = 12 \text{ V}$$

$$I_N = 20 \text{ A}$$

$$M_N = 1 \text{ Nm}$$

$$\eta_N = 65 \%$$

Alle Verluste außer den Anker-Kupferverlusten im Ankerwiderstand  $R_a$  dürfen vernachlässigt werden. Aufgrund der Permanenterregung ist  $k\Phi = k\Phi_N$  immer konstant.

Fragen:

1. Wie groß ist die Nennleistung  $P_N$  des Motors?
2. Wie groß ist der Ankerwiderstand  $R_a$  des Motors?
3. Wie groß ist das Anfahrtdrehmoment  $M_A$  des Motors bei der Drehzahl  $n = 0$  und der Nennspannung  $U_a = U_N = 12 \text{ V}$  (Hinweis: Wenn Sie Frage 2. nicht gelöst haben, nehmen Sie  $R_a = 0,2 \Omega$  an)?

Im Teillastbetrieb soll der Lüfter zur Geräuschreduktion mit 80 % der Nenndrehzahl und 64 % der Nennleistung betrieben werden.

Fragen:

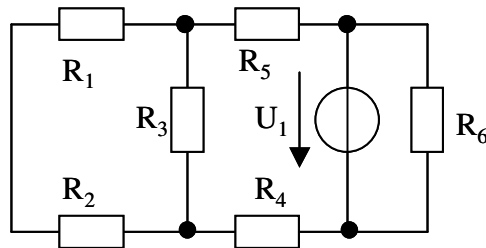
4. Welches Drehmoment und welcher Ankerstrom müssen eingestellt werden?
5. Welche Ankerspannung muss eingestellt werden? Wie groß muss der Modulationsgrad  $a$  gewählt werden, wenn die Ankerspannung über einen Tiefsetzsteller aus dem 12 V - Netz erzeugt wird? (Hinweis: Wenn Sie den Ankerstrom in Frage 4. nicht ermittelt haben, nehmen Sie  $I_a = 15 \text{ A}$  an).

Aufgabe 3:

- Zu jeder Frage ist nur eine Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit 1 Punkt gewertet. Falsche Antworten werden als 0 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** )!

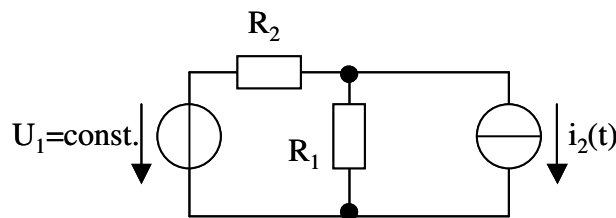
Fragen:

1. Gegeben sei das nebenstehende Netzwerk. Die Spannung  $U_1$  sowie die Widerstände  $R_1$  bis  $R_6$  seien bekannt. Wieviele Knoten- und Maschengleichungen werden für die Berechnung aller Ströme im Netzwerk benötigt?



- a 2 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen
- b 4 Maschengleichungen und 2 Knotengleichungen
- c 3 Maschengleichungen und 3 Knotengleichungen

2. Welches Verfahren ist besonders zur vollständigen Lösung von Netzwerken mit mehreren Quellen wie z. B. in der nebenstehenden Skizze geeignet?



- a Ersatzspannungsquelle
- b Ersatzstromquelle
- c Helmholtz'scher Überlagerungssatz

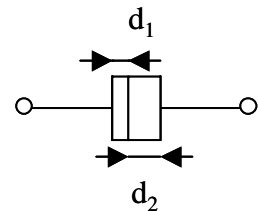
3. Aus welchem Material werden Leuchtdioden gefertigt?

- a III-V-Halbleiter (z. B. GaAs)
- b Gasentladungsgefäße mit Edelgasen in einer isolierenden Glashülle
- c Wolfram

4. Wie groß ist die Admittanz einer Induktivität mit dem Blindwiderstand  $X_L$ ?

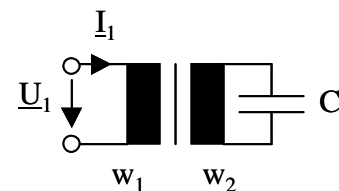
- a  $\underline{Y}_L = j X_L$
- b  $\underline{Y}_L = j\omega X_L$
- c  $\underline{Y}_L = -j / X_L$

5. Ein Plattenkondensator mit den Plattenflächen  $A$  und dem Plattenabstand  $d_1 + d_2$  (s. nebenstehende Skizze) enthält im Inneren ein Dielektrikum mit  $\epsilon_1$  und der Dicke  $d_1$  und ein zweites Dielektrikum mit  $\epsilon_2$  und der Dicke  $d_2$ . Wie groß ist die Kapazität des Kondensators?



- a  $C = \left( \frac{\epsilon_1}{d_1} + \frac{\epsilon_2}{d_2} \right) \cdot A$
- b  $C = \frac{\epsilon_1 \cdot \epsilon_2}{\epsilon_1 \cdot d_2 + \epsilon_2 \cdot d_1} \cdot A$
- c  $C = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{d_1 + d_2} \cdot A$

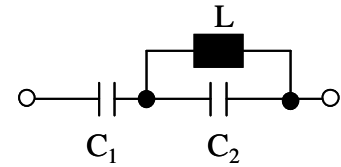
6. Ein Kondensator  $C$  wird an die Sekundärseite eines idealen Transformators mit dem Übersetzungsverhältnis  $w_1/w_2$  angeschlossen. Welche Impedanz  $\underline{Z}_1 = \underline{U}_1/\underline{I}_1$  wird an den Primärklemmen des Transformators gemessen?



- a  $\underline{Z}_1 = \frac{1}{j\omega C} \cdot \left( \frac{w_1^2}{w_2^2} \right)$
- b  $\underline{Z}_1 = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{w_1}{w_2}$
- c  $\underline{Z}_1 = \frac{1}{j\omega C} \cdot \frac{w_1 \cdot w_2}{w_1 + w_2}$

7. Der nebenstehende Resonanzkreis aus den Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  und der Induktivität  $L$  hat

- a nur eine Serienresonanz ( $Z(\omega_S) = 0$ )
- b immer eine Serienresonanz ( $Z(\omega_S) = 0$ ) und eine Parallelresonanz ( $Z(\omega_P) \rightarrow \infty$ ) nur für  $C_2 > C_1$
- c immer eine Serien- und eine Parallelresonanz ( $Z(\omega_S) = 0$ ,  $Z(\omega_P) \rightarrow \infty$ )

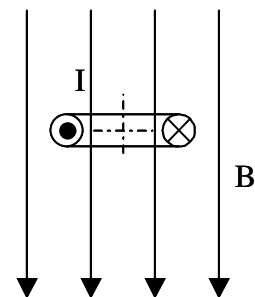


8. Welches Material weist bei Raumtemperatur die größte Leitfähigkeit für den elektrischen Strom auf?

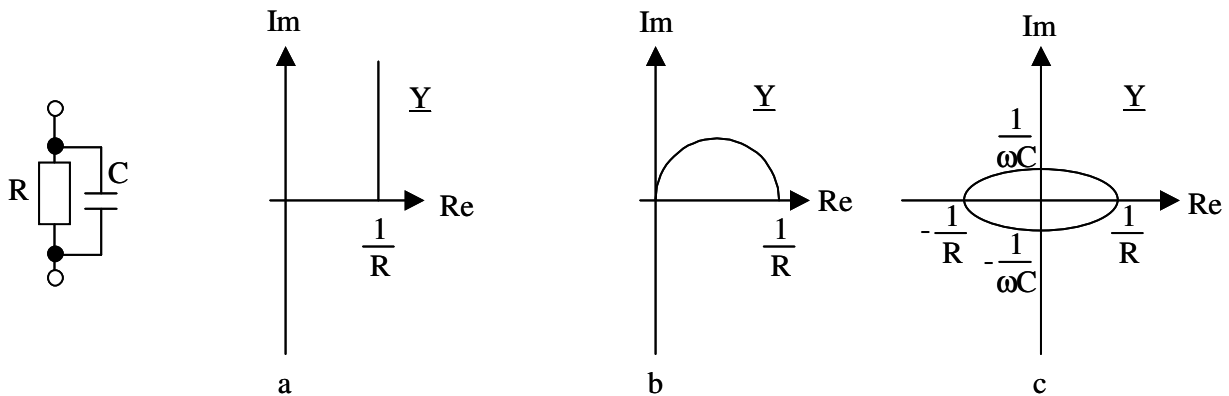
- a Ein Gemisch aus Kobalt und Eisen
- b Silber
- c Bariumtitanat

9. Eine von einem positiven Strom  $I$  durchflossene Spule mit rechteckförmigem Querschnitt befindet sich wie in der nebenstehenden Skizze eingezeichnet in einem homogenen Magnetfeld  $B$ . In welche Richtung wirkt ein Drehmoment um die eingezeichnete Achse aufgrund der magnetischen Kräfte auf die Spule?

- a mathematisch rechtsherum
- b mathematisch linksherum
- c das Drehmoment ist Null



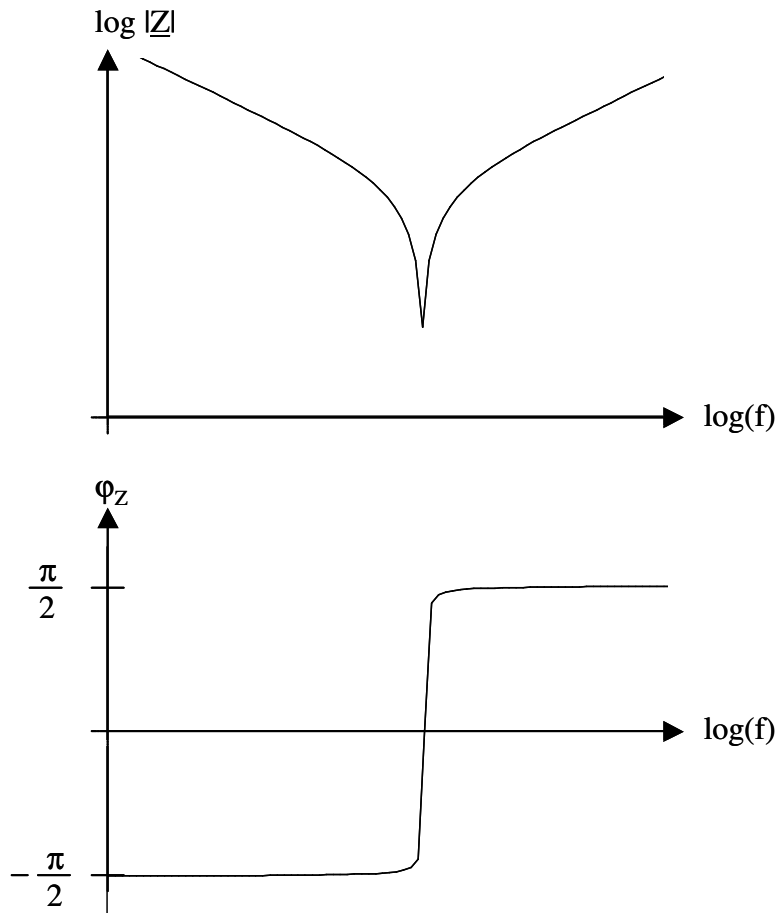
10. Die Ortskurve der Admittanz  $\underline{Y}(\omega)$  einer Parallelschaltung eines Ohmschen Widerstands  $R$  und eines Kondensators  $C$  beschreibt in der Gaußschen Zahlenebene



- a eine Halbgerade, die auf der reellen Achse einen Endpunkt hat
- b einen Halbkreis durch den Ursprung
- c eine vollständige Ellipse um den Ursprung
11. Was bedeutet Blindleistungskompensation in Wechselstromkreisen mit rein sinusförmigen Strömen und Spannungen?
- a Parallelschaltung eines Kondensators zu einem ohmsch-induktiven Verbraucher, so dass der Leistungsfaktor  $\cos\varphi = 1$  wird
- b Reihenschaltung eines Kondensators mit einem ohmsch-induktiven Verbraucher, so dass der Leistungsfaktor  $\cos\varphi = 1$  wird
- c Einstellung des Erregerstroms des Generators, so dass die Spannung an den Verbraucherklammern gleich der Nennspannung ist
12. Ein Drehstrom-Induktions-Ofen trägt das Typenschild  $U_N = 400 \text{ V}$ ,  $S_N = 100 \text{ kVA}$ ,  $\cos\varphi_N = 0,4$ . Wie groß ist der Leiterstrom des Ofens im Nennbetrieb?
- a 100 A
- b 144 A
- c 361 A

13. Die nebenstehende Skizze gibt den Frequenzgang von Betrag und Phase einer komplexen Impedanz an. Mit welcher Schaltung kann ein solcher Frequenzgang erzielt werden?

- a Parallelschwingkreis aus R, L und C
- b Reihenschwingkreis aus R, L und C
- c Reihenschaltung aus R und C



14. Wie groß ist die in Europa übliche Niederspannung für die Versorgung von Endverbrauchern?

- a 400 V, 50 Hz
- b 240 V, 60 Hz
- c 115 V, 400 Hz

15. Die typische Spannung einer elektrochemischen Zelle (z. B. Uhrenbatterie) beträgt

- a unter 10 mV
- b wenige V
- c einige kV

16. Durch Bestrahlung mit Licht werden in Halbleiter-Dioden Ladungsträger freigesetzt. In welchem Bauelement wird dieser Effekt bewusst genutzt?

- a Solarzelle
- b Leuchtdiode
- c Kapazitätsdiode

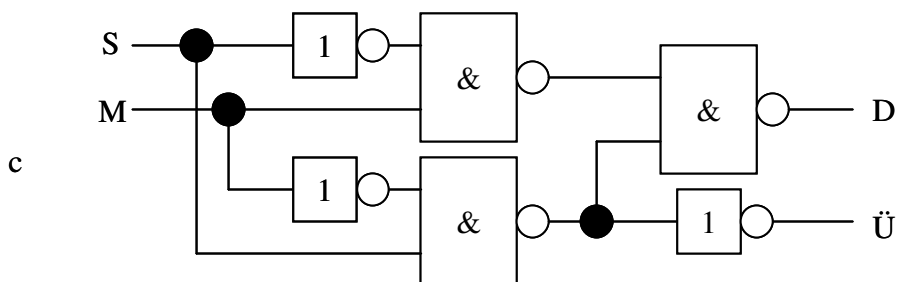
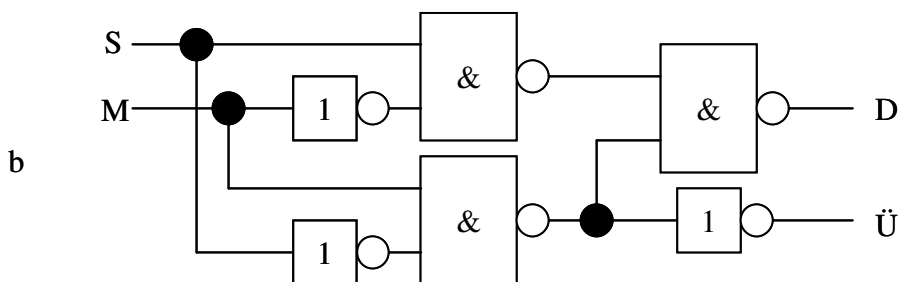
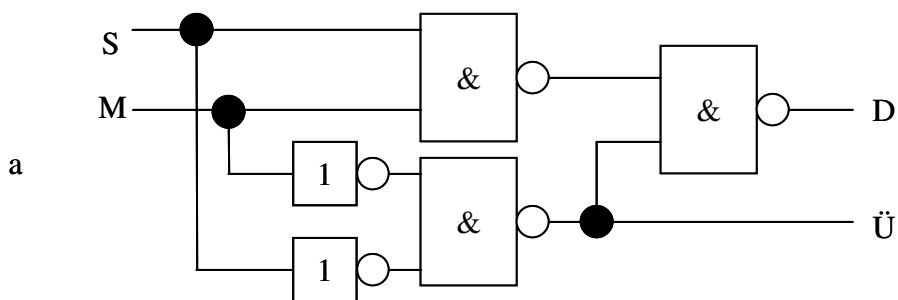


17. Wie ist die Bandbreite eines Parallelschwingkreises festgelegt?
- a Die Bandbreite beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Betrag der Impedanz  $Z$  um den Faktor  $1/\sqrt{2}$  unter dem Maximalwert liegt.
  - b Die Bandbreite beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Betrag der Impedanz  $Z$  um den Faktor 2 über dem Minimalwert liegt.
  - c Sie beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Phasenwinkel  $\varphi_{z_0} = +\pi/2$  bzw  $\varphi_{z_u} = -\pi/2$  beträgt.
18. Von einem n-Kanal-MOSFET sind die Daten  $U_{th} = 2 \text{ V}$  und  $S = 100 \text{ mA V}^{-2}$  bekannt. In einem Betriebspunkt liegen die Spannungen  $U_{GS} = 4 \text{ V}$  und  $U_{DS} = 10 \text{ V}$  an. In welchem Arbeitsbereich befindet sich der Transistor?
- a Sperrbereich
  - b ohmscher Bereich
  - c Abschnürbereich
19. Ein Messverstärker hat eine Spannungs-Verstärkung von  $v_U = 100$ , einen unendlich großen Eingangswiderstand und einen Ausgangswiderstand von  $50 \Omega$ . Er wird mit einer Eingangsspannung von  $U_e = 1 \text{ mV}$  gespeist. Am Ausgang liegt ein Spannungsmesser mit einem Innenwiderstand von  $450 \Omega$ . Welche Spannung wird angezeigt?
- a 100 mV
  - b 90 mV
  - c 50 mV

20. Wie erzeugt man eine Ja/Nein-Entscheidung aus einem Analog-Spannungs-Signal?
- a durch ein Relais
  - b durch kapazitive Spannungsteiler
  - c durch Komparatoren (Operationsverstärker ohne Gegenkopplung)

21. Welche der folgenden Schaltungen realisiert einen 1-Bit-Subtrahierer entsprechend der folgenden Wahrheitstabelle?

Minuend M	Subtrahend S	Differenz D	Übertrag Ü
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0



22. Wo werden Schieberegister eingesetzt?
- a Multiplizierer
  - b RAM-Speicher
  - c Programmzähler
23. Welche der folgenden logischen Gleichungen ist richtig?
- a  $A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$
  - b  $\overline{A} + B = A + \overline{B}$
  - c  $A \cdot B = \overline{A} + \overline{B}$
24. Wie groß ist das Zweierkomplement der binären 8-Bit-Zahl 0101 0101?
- a 1010 1010
  - b 1010 1011
  - c 0101 0110
25. Wodurch unterscheiden sich Mikrokontroller von Mikroprozessoren?
- a Mikrokontroller benötigen externe Programmzähler
  - b Mikrokontroller beinhalten neben dem Mikroprozessor noch zusätzliche Elemente wie Ein-/Ausgabefunktionen
  - c Mikrocontroller enthalten immer Parallelmultiplizierer
26. Eine Wechselstromkommutatormaschine (Universalmotor) wird am Niederspannungs-Wechselstromnetz betrieben. Welche Aussage über das Drehmoment ist richtig?
- a Ein konstantes Drehmoment wird nur bei der Synchrondrehzahl  $n_0 = f/p$  entwickelt
  - b Das Drehmoment pulsiert mit der doppelten Netzfrequenz zwischen Null und einem Maximalwert
  - c Das Drehmoment schwingt mit Netzfrequenz um einen zeitlichen Mittelwert von Null

27. Der Strangstrom  $I_U$  eines im Dreieck geschalteten symmetrischen Verbrauchers im Drehstromnetz beträgt bezogen auf den Leiterstrom  $I_L$

- a  $I_U = I_L$
- b  $I_U = I_L / \sqrt{3}$
- c  $I_U = I_L / \sqrt{2}$

28. Die großräumige Energieübertragung im europäischen Verbundnetz erfolgt

- a auf der Hochspannungsebene (100 kV..400 kV)
- b auf der Mittelspannungsebene (10 kV..30 kV)
- c auf der Niederspannungsebene (400..690 V)

29. Die Durchlassspannung einer PN-Siliziumdiode beträgt etwa

- a 1,2 V
- b 0,7 V
- c 0,3 V

30. Die nebenstehende Schaltung eines Operationsverstärkers wird auch als Spannungsfolger bezeichnet. Sie kann eingesetzt werden zur

- a Phasenverschiebung um  $180^\circ$  (Invertierung)
- b Stromverstärkung ( $v_i \gg 1$ )
- c Spannungsverstärkung ( $v_U \gg 1$ )

