

Herbst 2005

Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Bitte in Blockbuchstaben ausfüllen!

Aufgabe 1:

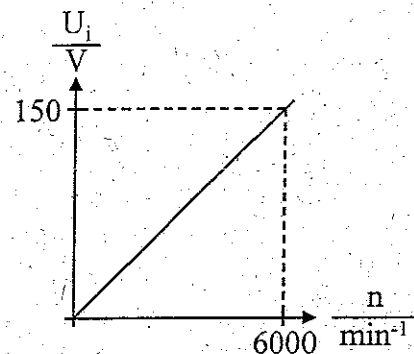
- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar

Eine Gleichstrommaschine wird als Tachogenerator zur Drehzahlmessung und -überwachung in einem Antriebssystem eingesetzt. Sie hat folgende Nenndaten:

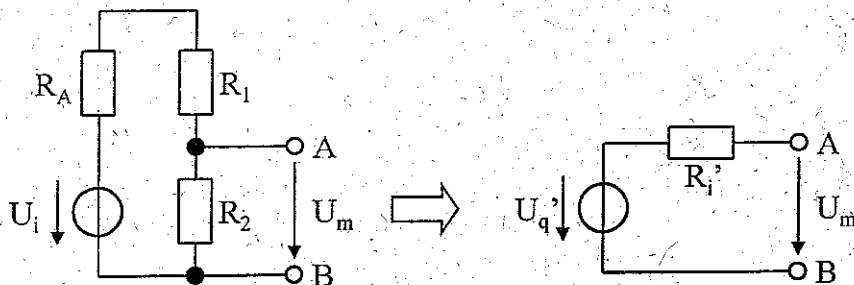
Induzierte Spannung: $U_i = 150 \text{ V}$ bei 6000 min^{-1}

Ankerwiderstand: $R_A = 100 \Omega$

Die Verluste der Maschine dürfen mit Ausnahme der Kupferverluste im Ankerwiderstand vernachlässigt werden.

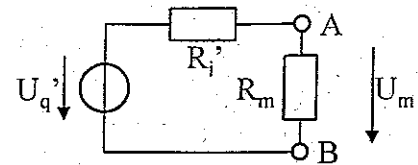


Das Tachosignal soll für Messzwecke elektronisch weiterverarbeitet werden. Daher muss die Spannung des Generators reduziert werden. Dazu wird ein Spannungsteiler mit den Widerständen R_1 und R_2 benutzt.



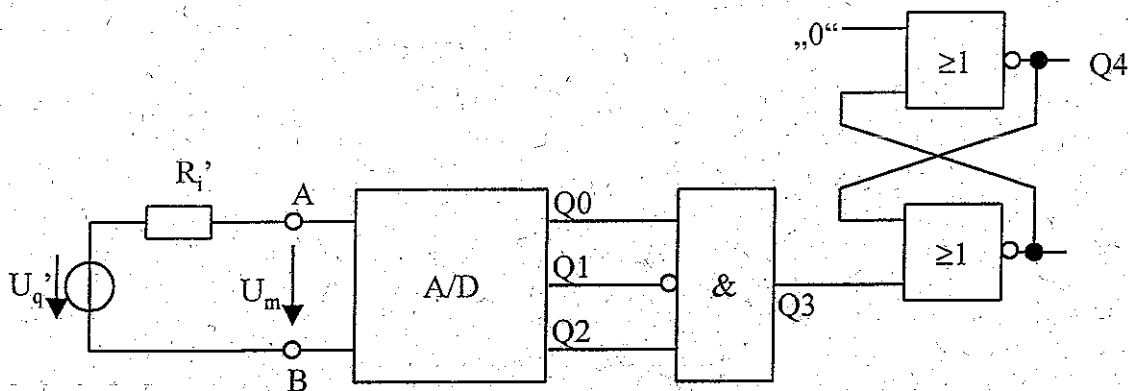
- Dimensionieren Sie die Widerstände R_1 und R_2 so, dass bezüglich der Klemmen A - B eine Ersatzspannungsquelle entsteht, die bei 6000 min^{-1} genau $U_q' = 10 \text{ V}$ mit einem Innenwiderstand von $R_i' = 10 \Omega$ liefert!
- Welche mechanische Leistung wird für die Messung bei 6000 min^{-1} benötigt, wenn die Klemmen A - B offen bleiben? (Hinweis: die gesamte mechanische Leistung wird hier in den Widerständen in Wärme umgesetzt!)

An die Klemmen A - B wird nun ein verlustbehafteter Spannungsmesser geschaltet.

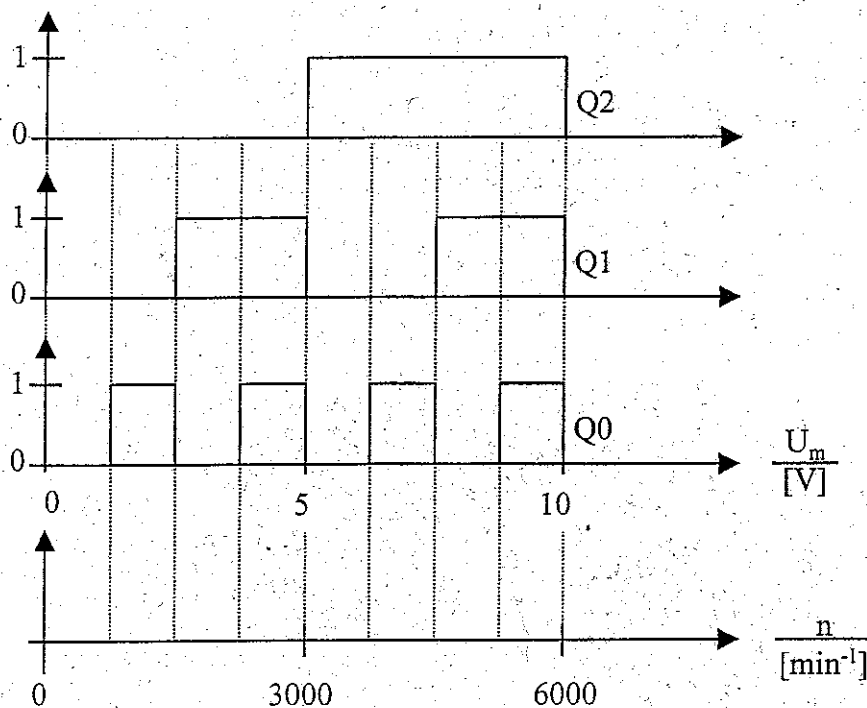


3. Wie groß wird die angezeigte Spannung U_m bei 6000 min^{-1} , wenn an den Klemmen A - B ein Spannungsmesser mit dem Innenwiderstand von $R_m = 1000 \Omega$ angeschlossen wird?

Der Spannungsmesser wird nun entfernt und durch einen 3-Bit-Analog-Digitalwandler mit den Ausgängen Q2, Q1 und Q0 und einer logischen Auswerteschaltung mit den zusätzlichen Ausgängen Q3 und Q4 ersetzt. Der Eingangswiderstand des Wändlers ist so groß, dass näherungsweise $U_q \approx U_m$ angenommen werden kann.

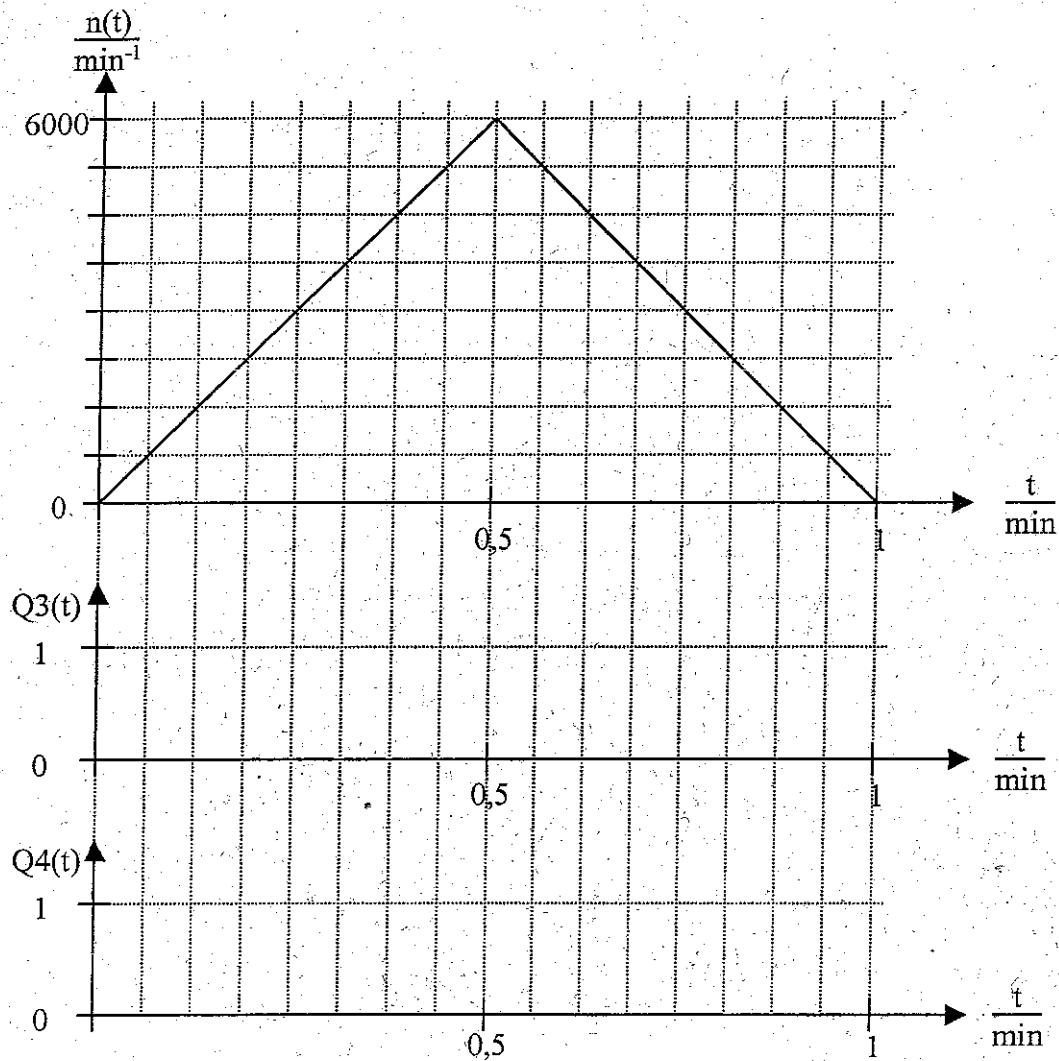


Die digitalen Ausgänge Q0 bis Q2 des Analog-Digital-Wandlers sind in der nachfolgenden Skizze beschrieben.



Die Drehzahl wird nun in einer Minute einmal bis 6000 min^{-1} linear hochgefahren und dann wieder linear auf Null abgebremst (s. Diagramm S. 3).

4. Tragen Sie im untenstehenden Diagramm den zeitlichen Verlauf von $Q_3(t)$ ein!
5. Tragen Sie im untenstehenden Diagramm den zeitlichen Verlauf von $Q_4(t)$ ein!



Aufgabe 2:

- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar

Ein Drehstrom-Asynchronmotor hat folgende Nenndaten lt. Typenschild:

Nenn-Leistung an der Welle:	$P_N = 30 \text{ kW}$
Nenn-Spannung:	$U_N = 690 \text{ V}$
Nenn-Strom:	$I_N = 32 \text{ A}$
Nenn-Leistungsfaktor:	$\cos\varphi_N = 0,85$
Nenn-Drehzahl:	$n_N = 1450 \text{ min}^{-1}$
Nennfrequenz:	$f_{1N} = 50 \text{ Hz}$
Schaltung:	Y

1. Berechnen Sie die Impedanz Z_N eines Motorstrangs im Nennpunkt! Wie groß ist die Strang-Spannung U_{UN} im Nennbetrieb?
2. Welche Polpaarzahl p hat der Motor (Begründung erforderlich)? Wie groß ist der Wirkungsgrad η_N im Nennbetrieb?
3. Beim Betrieb am 690 V-Netz soll zur Eliminierung der Blindleistungsaufnahme eine Kompensationsschaltung installiert werden. Wie groß sind die Kondensatoren zu wählen, wenn eine Sternschaltung gewählt wird?
4. Der Motor soll nun an einem 400 V / 50 Hz - Drehstromnetz betrieben werden (Hinweis: $690\text{V}/400\text{V} \approx \sqrt{3}$). Welche schaltungstechnische Änderung ist erforderlich, damit der Motor weiterhin dauernd Nennleistung liefern kann? Wie groß wird der Leiter-Strom I_{L1} bei Nennleistung?
5. Die Spannung des 400 V-Netzes sinkt kurzzeitig auf 90% des Nennwerts. Die Drehzahl des Motors soll weiterhin der Nenndrehzahl entsprechen. Wie groß wird die Motorleistung P_{90} , wenn näherungsweise angenommen wird, dass der Wirkungsgrad gleich bleibt?

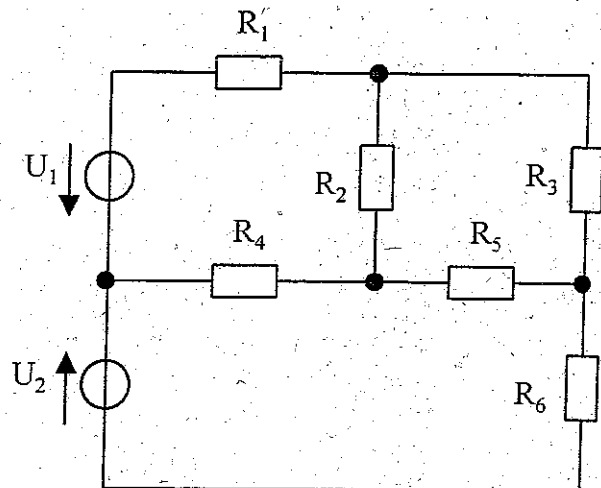
Aufgabe 3:

- 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 von der Summe pauschal 10 Punkte für zufällig richtige Antworten abgezogen, d.h. es können maximal 20 Punkte erreicht werden. Negative Gesamtpunktzahlen werden als 0 Punkte gewertet.
- Kreuzen Sie daher zu jeder Frage genau eine Antwort a, b oder c an (z.B. ☒)!

Fragen:

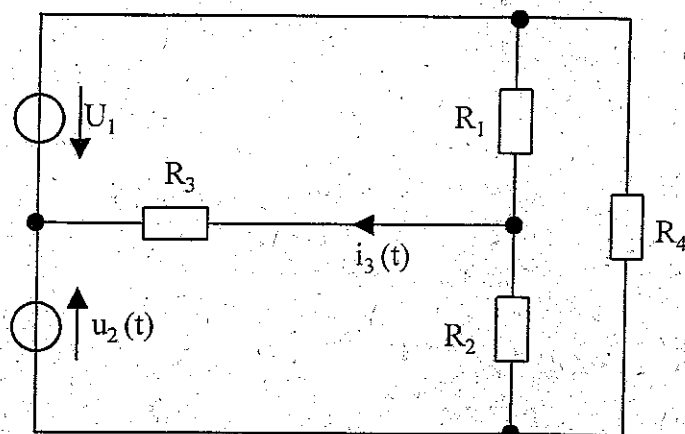
1. Gegeben sei das nebenstehende Schaltungsnetzwerk. Die Spannungen U_1 und U_2 sowie die Widerstände R_1 bis R_6 seien bekannt. Wieviele Knoten- und Maschengleichungen werden für die Berechnung aller Ströme im Netzwerk benötigt?

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



2. Das nebenstehende Schaltungsnetzwerk besteht aus einer Gleich- und einer Wechselspannungsquelle U_1 und $u_2(t)$ und den Widerständen R_1 bis R_4 . Es soll der Strom $i_3(t)$ bestimmt werden. Welches der folgenden Verfahren führt mit dem geringsten Rechenaufwand zum Ziel?

- a Aufstellen und Lösen aller Maschen- und Knotengleichungen
b Berechnung einer Ersatzspannungsquelle bezüglich der Klemmen von R_3
c Anwendung des Helmholtz'schen Überlagerungssatzes und der Stromteilerregel

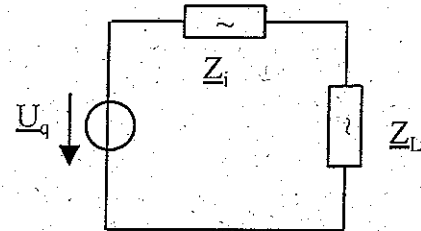


3. Welcher Stoff wird als Isolator in großen Transformatoren verwendet?

- a PVC
- b Schwefelhexafluorid (SF_6)
- c Öl

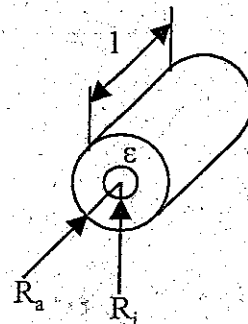
4. Eine Lastimpedanz Z_L wird von einer realen Wechselspannungsquelle mit der Leerlaufspannung $\underline{U}_q$ und der Innenimpedanz Z_i gespeist. Wie muss Z_L dimensioniert werden, um die maximal mögliche Leistung an Z_L zu erreichen (Leistungsanpassung)?

- a $Z_L = Z_i^*$
- b $Z_L = Z_i$
- c $Z_L \rightarrow 0$



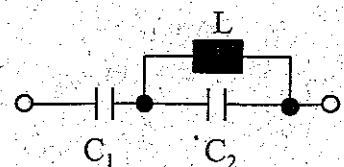
5. Nach welcher Formel kann die Kapazität eines Koaxialkabels der Länge l mit dem Innenleiterdurchmesser R_i und dem Außenleiterdurchmesser R_a berechnet werden?

- a
$$C = \frac{2\pi \cdot \epsilon \cdot l}{\ln\left(\frac{R_a}{R_i}\right)}$$
- b
$$C = 2\pi \cdot \epsilon \cdot l \cdot \sin\left(\frac{R_a}{R_i}\right)$$
- c
$$C = \epsilon \cdot \frac{\pi \cdot (R_a^2 - R_i^2)}{l}$$

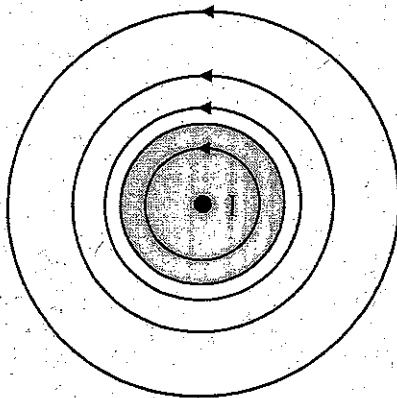


6. Der nebenstehende Resonanzkreis aus den Kondensatoren C_1 und C_2 und der Induktivität L hat

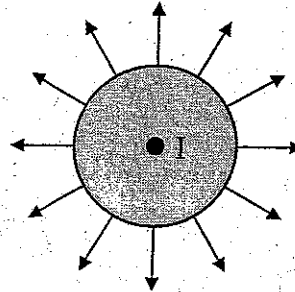
- a nur eine Serienresonanz ($Z(\omega_s) = 0$)
- b immer eine Serienresonanz ($Z(\omega_s) = 0$) und eine Parallelresonanz ($Z(\omega_p) \rightarrow \infty$) nur für $C_2 > C_1$
- c immer eine Serien- und eine Parallelresonanz ($Z(\omega_s) = 0$, $Z(\omega_p) \rightarrow \infty$)



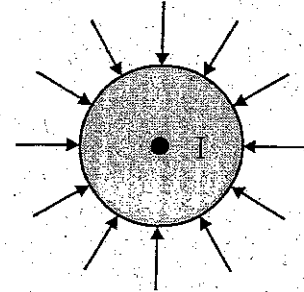
7. Die magnetischen Feldlinien eines langen, stromführenden Leiters im ansonsten stromlosen und homogenen Raum verlaufen



a



b



c

- a in tangentialen Wirbeln im Innen- und Außenraum des Leiters
b in radialer Richtung nach außen
c in radialer Richtung nach innen

8. Wodurch wird die Energiedichte in magnetischen Kreisen begrenzt, deren Feldlinien im Wesentlichen durch Weicheisen verlaufen?

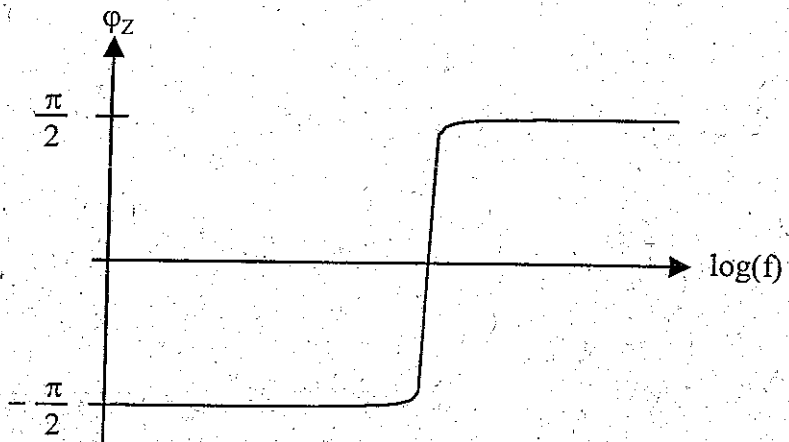
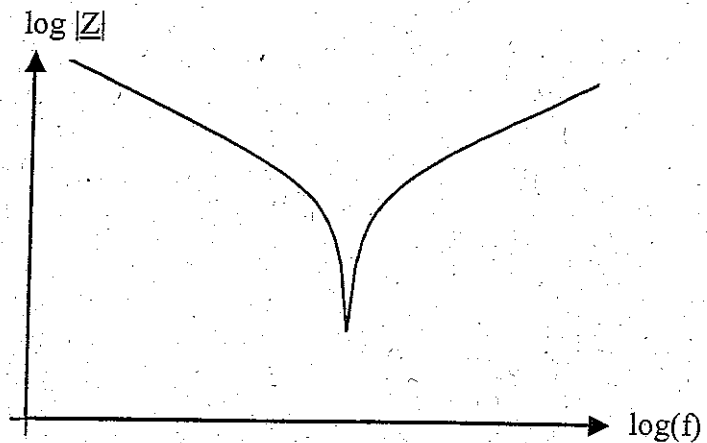
- a Koerzitivfeldstärke H_C
b Sättigungsinduktion B_S
c Durchschlagsfeldstärke E_D

9. Verzweigte magnetische Kreise können nach den Regeln der Netzwerktheorie berechnet werden, wenn folgende Entsprechungen zwischen elektrischen und magnetischen Größen beachtet werden:

- a $I \Leftrightarrow \Phi$, $U \Leftrightarrow \Theta$, $R \Leftrightarrow R_m$
b $I \Leftrightarrow \Theta$, $U \Leftrightarrow \Phi$, $R \Leftrightarrow L$
c $I \Leftrightarrow \Theta$, $U \Leftrightarrow \frac{d\Psi}{dt}$, $R \Leftrightarrow L$, $G \Leftrightarrow C$

10. 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



11. Wie ist die Bandbreite eines Parallelschwingkreises festgelegt?

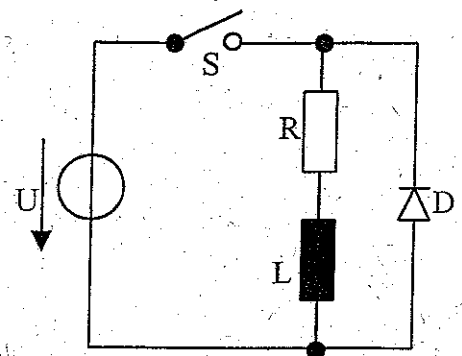
- a Die Bandbreite beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Betrag der Impedanz Z um den Faktor $1/\sqrt{2}$ unter dem Maximalwert liegt.
- b Die Bandbreite beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Betrag der Impedanz Z um den Faktor 2 über dem Minimalwert liegt.
- c Sie beschreibt die Differenz der beiden Frequenzen, bei denen der Phasenwinkel $\varphi_{Z0} = +\pi/2$ bzw. $\varphi_{Z0} = -\pi/2$ beträgt.

12. 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 $I_U = I_L \cdot \sqrt{3}$
- c $I_U = I_L / \sqrt{3}$

13. Warum werden geschalteten induktiven Verbrauchern in Gleichstromkreisen (z.B. Spule eines Gleichstromrelais) Dioden parallelgeschaltet?

- a Um den Strom in der Induktivität nach dem Betätigen des Schalters zu übernehmen und damit die Spannung am Schalter zu minimieren
- b Um fehlerhafte negative Spannungen von der Spule fernzuhalten
- c Um die Induktivität durch die Zenerwirkung der Diode gegen zu hohe Spannungen zu schützen



14. Welcher Querschnitt ist für den N-Leiter im Fünfleiter-Drehstromnetz (TN-S-Netz) vorzusehen? (Hinweis: Beachten Sie den maximal möglichen Strom bei unsymmetrischer Belastung)

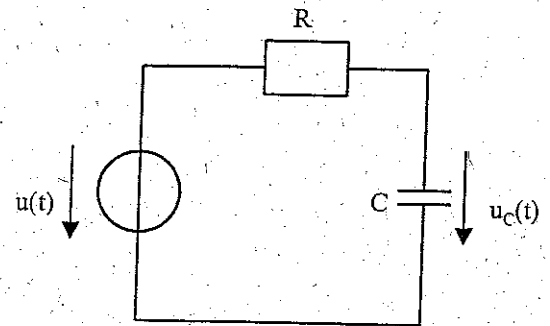
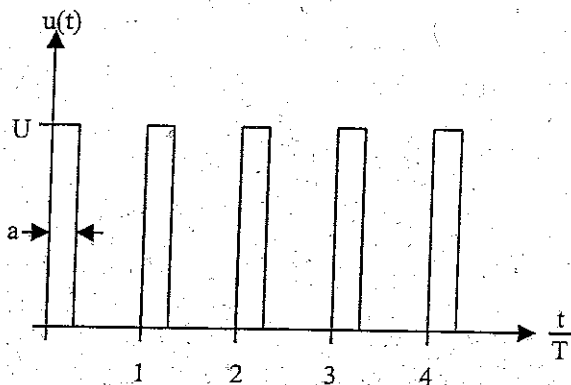
- a etwa 10% des Querschnitts der L1, L2 und L3-Leiter
- b ein etwa dreimal größerer Querschnitt wie für die L1, L2 und L3-Leiter
- c derselbe Querschnitt wie für die L1, L2 und L3-Leiter

15. 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)

16. Die Durchlassspannung einer PN-Siliziumdiode beträgt etwa

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



17. Die obenstehende Schaltung wird mit der pulsbreitenmodulierten Spannung $u(t)$ der Breite aT , der Periode T und der Amplitude U gespeist. Wie groß ist die mittlere Spannung am Kondensator $\bar{u}_C$, wenn $RC \gg T$ gilt und ein eingeschwungener Zustand erreicht ist?

a $\bar{u}_C = \sqrt{a} \cdot U$

b $\bar{u}_C = \frac{U}{a}$

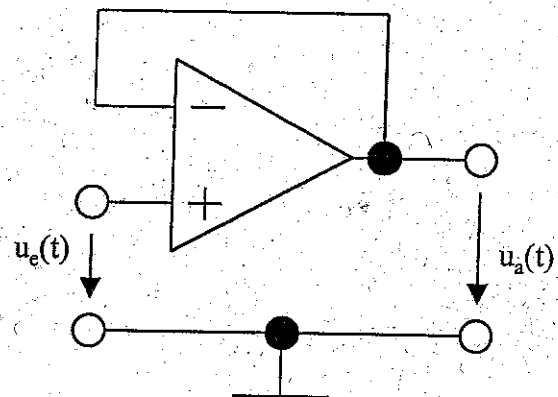
c $\bar{u}_C = a \cdot U$

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

a Phasenverschiebung um 180° (Invertierung)

b Stromverstärkung ($v_i \gg 1$)

c Spannungsverstärkung ($v_U \gg 1$)



19. Welche Grundschaltung des Bipolartransistors hat immer eine Stromverstärkung $|v_i| < 1$?

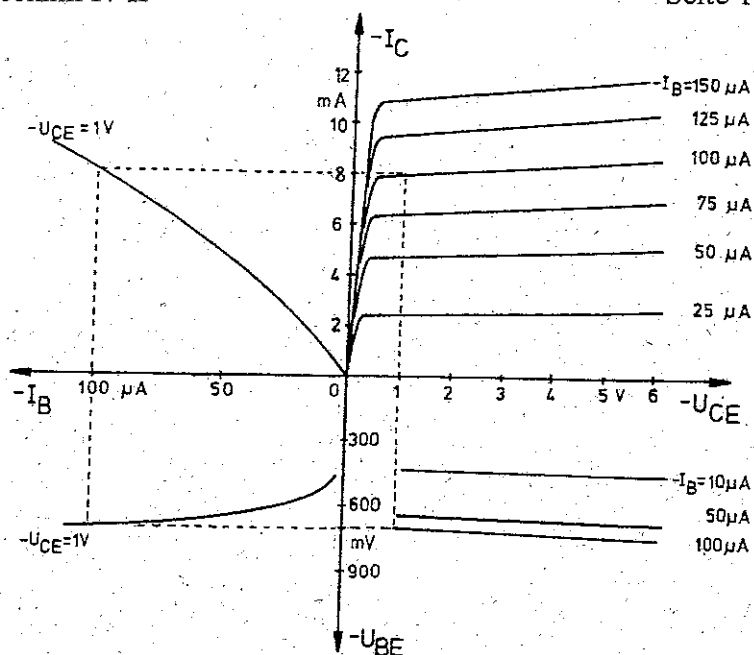
a Kollektorschaltung

b Basisschaltung

c Emitterschaltung

20. Nebenstehend ist das Kennlinienfeld eines PNP-Bipolar-Transistors gezeigt. Wie groß ist die Stromverstärkung B im gestrichelt eingezeichneten Arbeitspunkt? (Hinweis: Sie benötigen nur einen Quadranten des Kennlinienfelds!)

- a $B \approx 50$
b $B = 80$
c $B = 150$



21. Welche Logiktablette gehört zur nebenstehenden Schaltung?

a

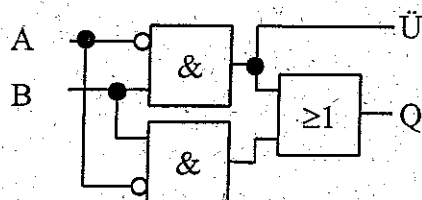
A	B	Q	$\bar{U}$
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

b

A	B	Q	$\bar{U}$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

c

A	B	Q	$\bar{U}$
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	1	0



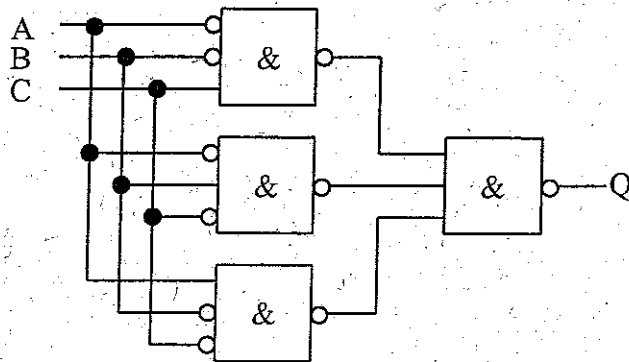
22. Aus welchen logischen Grundsaltungen werden elektronische Zähler aufgebaut?

- a Addierer
b Flipflops
c Dividierer

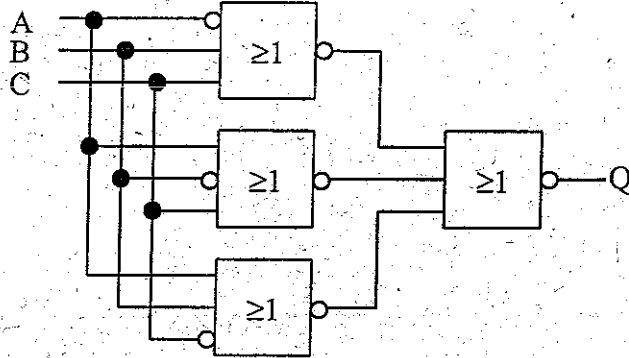
23. Welche der drei Schaltungen realisiert folgende logische Gleichung:

$$Q = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}. \text{ Beachten Sie die De Morganschen Theoreme!}$$

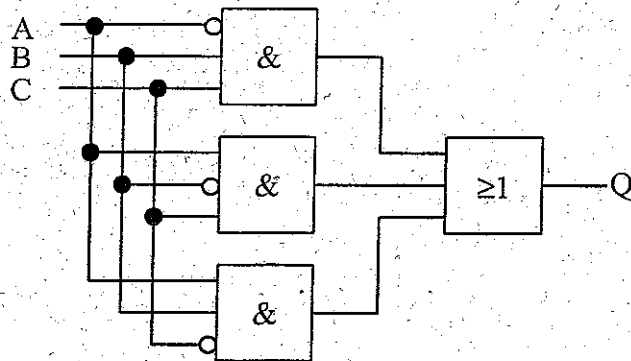
a



b

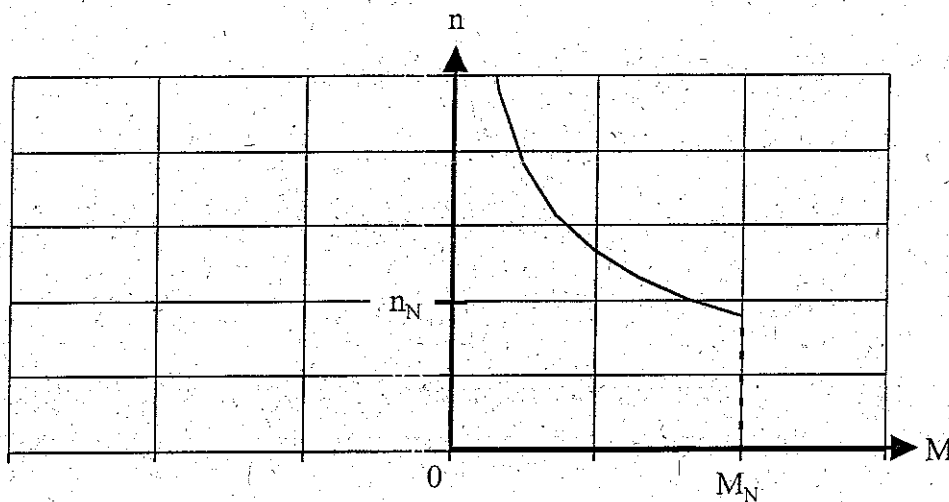


c



24. Wie lautet die Dezimalzahl -100_D in binärer 8-Bit-Zweikomplement-Darstellung
- a 0110 0100
 - b 1001 1011
 - c 1001 1100

25. Eine elektrische Maschine hat beim Betrieb an konstanter Spannung die untenstehende stationäre Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie. Um welchen Maschinentyp kann es sich handeln?



- a Gleichstrom-Nebenschlussmaschine
 - b Gleichstrom-Reihenschlussmaschine
 - c fremderregte Gleichstrommaschine
26. Welche mechanische Größe ist - bei Vernachlässigung aller Verluste - direkt proportional dem Ankerstrom eines fremderregten Gleichstrommotors?
- a das Drehmoment
 - b die Drehzahl
 - c das Trägheitsmoment

27. Welcher der folgenden Elektromotoren benötigt keine Bürsten?

- a Gleichstrommotor
- b Universalmotor
- c Drehstrom-Asynchronmotor mit Käfigläufer

28. Wie groß ist der Schlupf s eines Asynchronmotors im Stillstand?

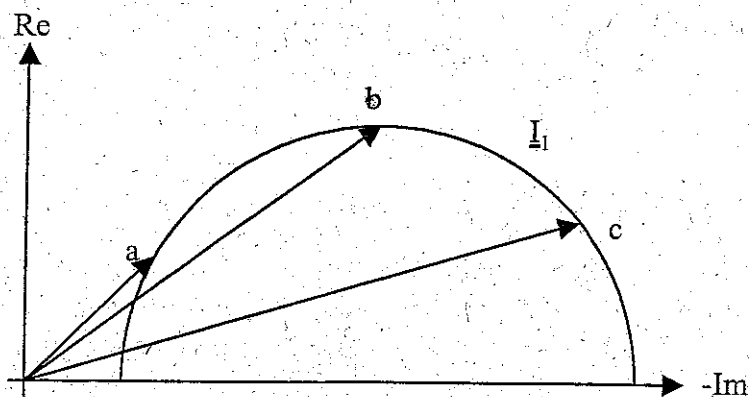
- a $s = 0$
- b $s \approx 0,05$
- c $s = 1$

29. Welche Frequenz f_2 hat der Strom in den Spulen der Läuferwicklung eines mit der Drehzahl n rotierenden $2p$ -poligen Asynchronmotors, der mit einer Ständerspannung der Frequenz f_1 gespeist wird?

- a $f_2 = f_1 + p \cdot n$
- b $f_2 = p \cdot n - f_1$
- c $f_2 = f_1 - p \cdot n$

30. Gegeben sei die untenstehende Ortskurve des Ständerstroms eines Asynchronmotors. In welchem der eingezeichneten Punkte gibt der Motor das höchste Drehmoment ab?

- a Punkt a
- b Punkt b
- c Punkt c



Lösung Aufgabe 1:

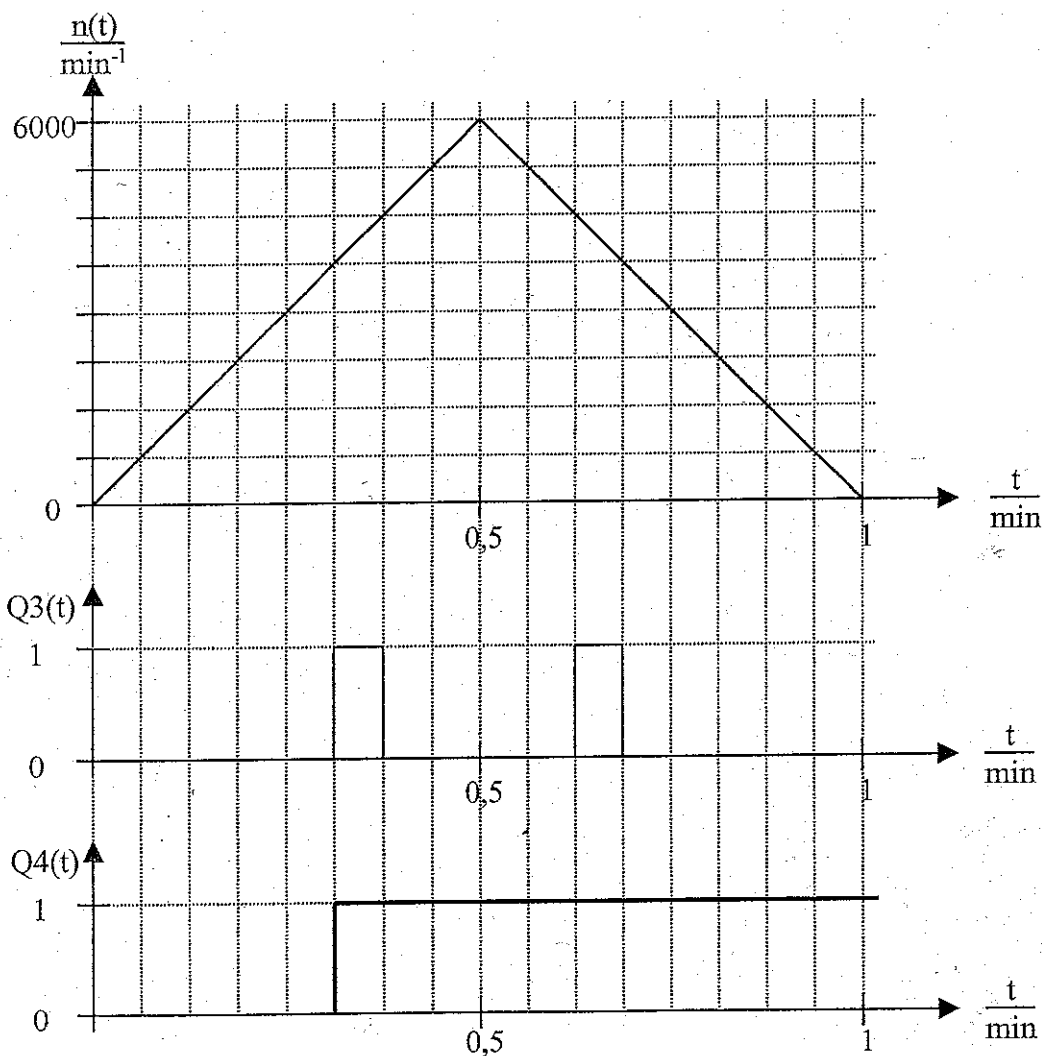
$$1. \quad U_q' = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_A} \cdot U_i \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{R_1 + R_A}{\frac{U_i}{U_q'} - 1} = 10,7 \Omega \quad (1)$$

$$R_1' = \frac{R_2 \cdot (R_1 + R_A)}{R_1 + R_2 + R_A} \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{U_i}{U_q'} R_1' - R_A = 50 \Omega \quad (1)$$

$$2. \quad P = \frac{U_i^2}{R_A + R_1 + R_2} = 140 \text{ W} \quad (2) \text{ Formel} \quad (2) \text{ Zahlenwert}$$

$$3. \quad U_m = U_q' \cdot \frac{R_m}{R_1' + R_m} = 9,9 \text{ V} \quad (2) \text{ Formel} \quad (2) \text{ Zahlenwert}$$

4., 5.:



Formel (2)

Diagram (2)

Wahrheitstab. (2)

Diagram (2)

Lösung Aufgabe 2:

1. $\underline{Z}_N = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot I_N} \cdot e^{j\varphi_N} = 12,45\Omega \cdot e^{j31,8^\circ}$

je ① Formel, Zahlenwert

$U_{UN} = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 400V$

je ① Formel, Zahlenwert

2. für $p = 2$ ergibt sich $s_N = 3,33\%$

Schlupf ①, Polpaarzahl ①

$\eta_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_N \cdot I_N \cdot \cos \varphi_N} = 92,3\%$

Formel für η ① Zahlenwert ①

3. $I_{bN} = I_N \cdot \sqrt{1 - (\cos \varphi_N)^2} = 16,86A$

Formel Blindstrom ① Zahlenwert ①

3 Kondensatoren à $C = \frac{1}{2\pi \cdot 50Hz} \cdot \frac{I_{bN} \cdot \sqrt{3}}{U_N} = 135\mu F$

Formel Kondensator ①

4. Der Motor muss im Dreieck geschaltet werden

Dreieck ②

$I_{L1} = \sqrt{3} \cdot I_U = 55,4A$

Formel I_{L1} ① Zahlenwert I_{L1} ①

5. $P \sim U^2 \Rightarrow P_e = P_N \cdot 0,9^2 = 24,3kW$

Formel ②
Zahlenwert ②

Lösung Aufgabe 3:

1b	11a	21a
2c	12c	22b
3c	13a	23a
4a	14c	24c
5a	15a	25b
6c	16b	26a
7a	17c	27c
8b	18b	28c
9a	19b	29c
10b	20b	30b