

Bitte in Blockschrift ausfüllen!

13.03.2008

Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Für die Aufgaben 1 und 2 gilt jeweils:

- Pro Aufgabe können insgesamt 20 Punkte erreicht werden.
- Die Teilaufgaben können unabhängig voneinander beantwortet werden!
- Kennzeichnen Sie in Ihrer schriftlichen Ausarbeitung, wenn Sie Ihre Rechnung mit den gegebenen Ersatzwerten weiterführen!

Aufgabe 1:

Als Antrieb für den Scheibenwischer eines Kraftfahrzeuges wird eine permanentmagneterregte (Fluss $\phi = \text{konstant}$) Gleichstrommaschine verwendet. Zur Drehzahlverstellung kann die Maschine über einen Vorwiderstand $R_V = 0,47 \, \Omega$ betrieben werden (siehe Bild 1). Als Spannungsquelle steht die Batterie des Kraftfahrzeuges mit $U_{\text{Bat}} = 12 \, \text{V}$ zur Verfügung. Das elektrische Ersatzschaltbild des Antriebs ist im Bild 1 dargestellt.

Schalter in Stellung 1:

Betrieb mit Vorwiderstand R_V

Schalter in Stellung 2:

Nennbetrieb der Maschine (ohne R_V)

Von der Gleichstrommaschine sind folgende Nenndaten bekannt:

Nennankerspannung:

$$U_{\text{AN}} = 12 \, \text{V}$$

Nennankerstrom:

$$I_{\text{AN}} = 8 \, \text{A}$$

Nennzahl:

$$n_{\text{N}} = 3600 \, \text{min}^{-1}$$

Wirkungsgrad im Nennbetrieb:

$$\eta_{\text{N}} = 62,5 \, \%$$

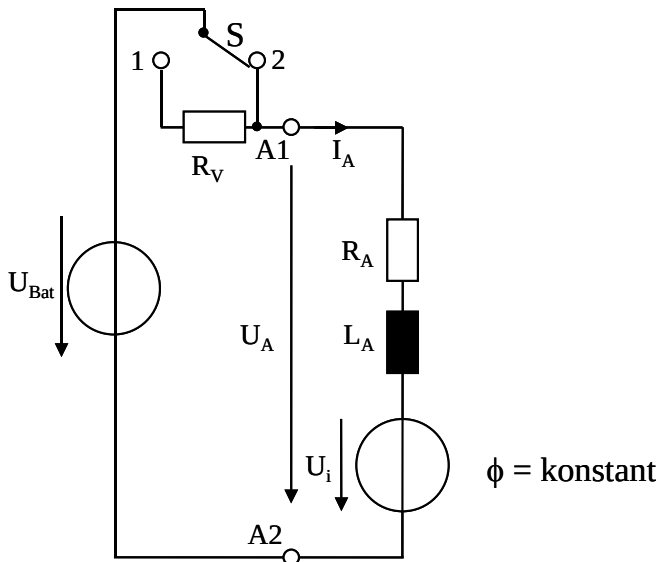


Bild 1

Ersatzschaltbild des permanentmagneterregten Gleichstrommotors mit Vorwiderstand R_V und Spannungsquelle U_{Bat} (Batterie)

Eisen- und Reibungsverluste in der Gleichstrommaschine dürfen vernachlässigt werden. Aufgrund der Permanentmagneterregung ist $c \phi = c \phi_N$ stets konstant!

Fragen:

A) Schalter S in Stellung 2 (Nennbetrieb)

- 1.1 Berechnen Sie die elektrisch aufgenommene Leistung $P_{auf,N}$ und die Nennleistung $P_{ab,N}$ des Motors im Nennbetrieb.
- 1.2 Berechnen Sie die Verluste P_{VN} im Nennbetrieb und den Ankerwiderstand R_A des Gleichstrommotors. Wie groß ist die induzierte Spannung U_{iN} und das Nenndrehmoment M_N des Motors im Nennbetrieb?
- 1.3 Wie groß sind der Ankerstrom $I_A = I_{A2}$ und das Anlaufdrehmoment $M = M_{A2}$ des Motors bei der Drehzahl $n = 0$ (Stillstand)? Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl n_{02} in min^{-1} ? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 0,5 \, \Omega$ und $c \phi_N = 0,02 \, \text{Vs}$]

B) Schalter S in Stellung 1 (Betrieb mit Vorwiderstand R_V)

- 1.4 Welche Drehzahl $n = n_1$ in min^{-1} erreicht der Motor, wenn das Drehmoment $M = M_1$ in diesem Betrieb gleich dem Nenndrehmoment M_N angenommen wird, d.h. es gilt $M_1 = M_N$? Wie groß ist der Wirkungsgrad η_1 des Motors mit Vorwiderstand R_V ? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 0,5 \, \Omega$, $c \phi_N = 0,02 \, \text{Vs}$ und $M_N = 0,16 \, \text{Nm}$]
- 1.5 Wie groß wird der Ankerstrom $I_A = I_{A1}$ und das Anlaufdrehmoment $M = M_{A1}$ des Motors bei der Drehzahl $n = 0$ (Stillstand)? Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl n_{01} in min^{-1} im Betrieb mit Vorwiderstand R_V ? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgende Ersatzwerte: $R_A = 0,5 \, \Omega$, $c \phi_N = 0,02 \, \text{Vs}$]

Aufgabe 2:

Die Sicherheitsbeleuchtung von zwei Treppenstufen im Eingangsbereich eines Grundstücks erfolgt durch Leuchtdioden (LED), welche versenkt in die Frontseiten der Treppenstufen eingebaut sind. Pro Treppenstufe werden 2 in Reihe geschaltete LED verwendet. Damit die Beleuchtung nur bei Dunkelheit in Betrieb ist, wird eine elektronische Schaltung (Dämmerungsschalter) eingesetzt, die die LED erst bei Beginn der Dämmerung einschaltet (siehe Bild 2). Als Sensor zur Helligkeitsmessung wird ein Fotowiderstand (**L**ight **D**ependent **R**esistor, R_{LDR}) eingesetzt. Der Fotowiderstand R_{LDR} kann als von der Beleuchtungsstärke E (E wird in $\text{Lux} = \text{lx}$ gemessen) abhängiger ohmscher Widerstand betrachtet werden. Im Bild 3 ist der interessierende Teil der Beleuchtungs-Widerstands-Kennlinie $R_{\text{LDR}} = f(E)$ dargestellt. Im Bild 4 ist die Strom-Spannungs-Kennlinie der Leuchtdioden (LED) angegeben. Nachfolgend soll die Dämmerungsschaltung nun sukzessive so dimensioniert werden, dass die LED bei $E < 10 \, \text{lx}$ eingeschaltet werden und nur für $E < 10 \, \text{lx}$ ständig leuchten.

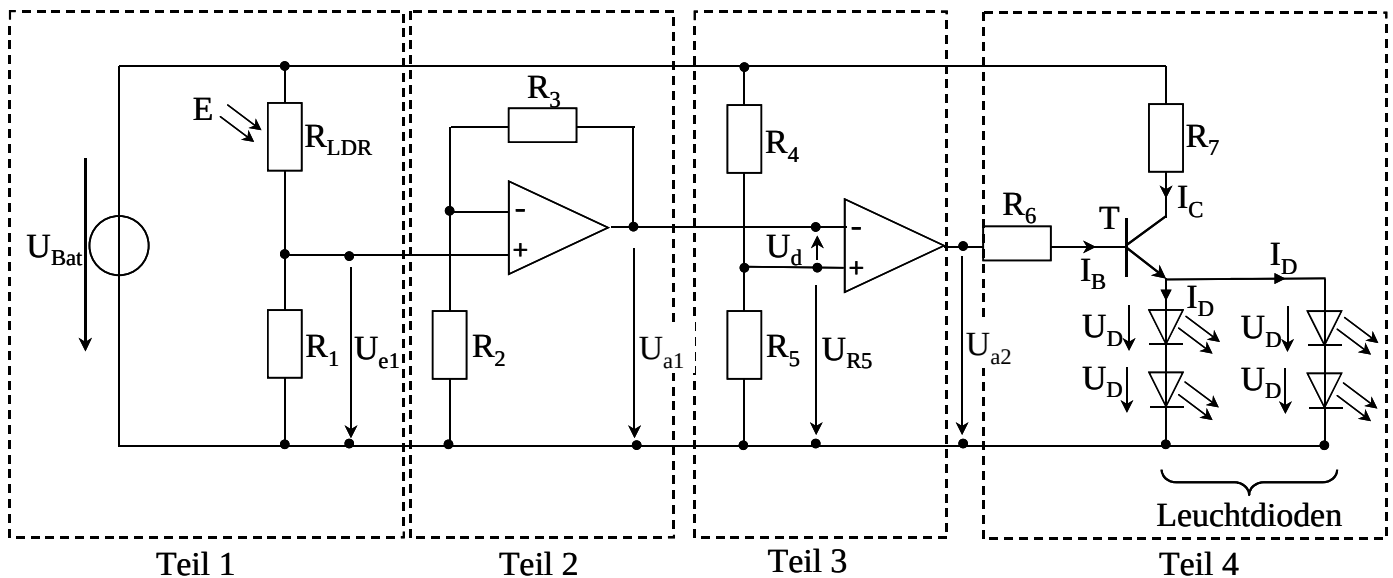


Bild 2 Dämmerungsschaltung mit lichtempfindlichem Fotowiderstand R_{LDR} und lichtstarken Leuchtdioden (LED) zur Beleuchtung von Treppenstufen bei einsetzender Dunkelheit

Von der Schaltung sind folgende Daten gegeben:

Versorgungsspannung: $U_{Bat} = 12 \text{ V}$

Widerstände: $R_1 = 10 \text{ M}\Omega$ $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$ $R_3 = 80 \text{ k}\Omega$

Transistor T: $R_{BE} = 0 \text{ }\Omega$ $B = 130$ $U_{BE0} = 0,6 \text{ V}$

Sämtliche Operationsverstärker dürfen als ideal betrachtet werden! In der Vorlesung und/oder im Seminar abgeleitete Beziehungen für bekannte Schaltungen dürfen ohne erneute Herleitung unter Angabe der Quelle (Vorlesung, Seminar) verwendet werden! Bitte beachten Sie, dass die Versorgungsspannungen der OP's ($\pm U_{Bat}$) im Bild 2 nicht eingetragen sind.

Die Daten des Fotowiderstandes R_{LDR} und der Leuchtdioden (LED) sind in Form der folgenden Kennlinien gegeben:

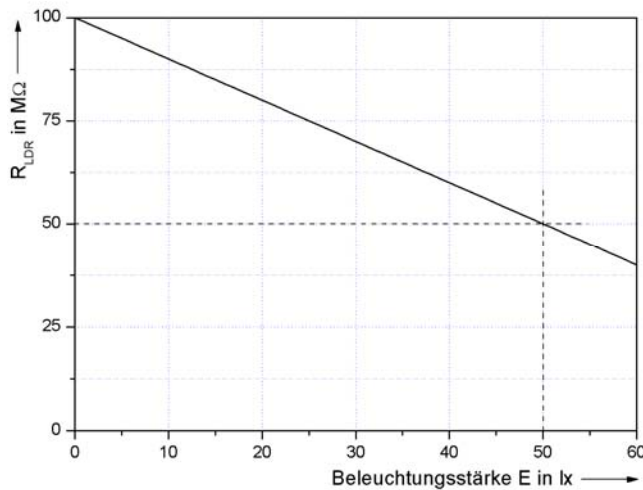


Bild 3

Abschnitt der Kennlinie des licht-epfindlichen Fotowiderstands R_{LDR} im Bereich von $0 \text{ lx} \leq E \leq 60 \text{ lx}$

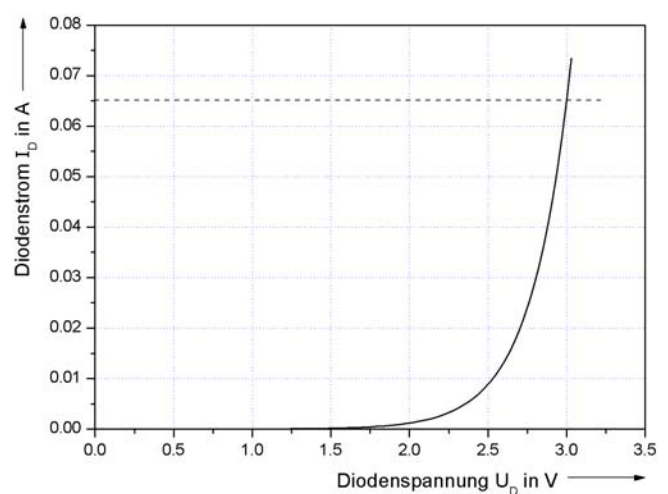


Bild 4

Strom-Spannungs-Kennlinie einer der verwendeten Leuchtdioden (LED)

Fragen:

Zunächst wird nur der Schaltungsteil „Teil 1“ betrachtet!

- 2.1 Geben Sie die Geradengleichung $R_{LDR} = f(E)$ anhand der in Bild 3 gegebenen Kennlinie für den interessierenden Bereich $0 \text{ lx} \leq E \leq 60 \text{ lx}$ in analytischer Form an. Berechnen Sie den Widerstandswert $R_{LDR} = R_{LDR}(10 \text{ lx})$ des Fotowiderstands bei der Beleuchtungsstärke von $E = 10 \text{ lx}$? Wie groß ist die Teilspannung $U_{e1} = U_{e1}(10 \text{ lx})$ am Widerstand R_1 bei einer Beleuchtungsstärke von $E = 10 \text{ lx}$?

Nun wird der Schaltungsteil „Teil 2“ betrachtet!

- 2.2 Um was für eine OP-Schaltung handelt es sich hier? Geben Sie die Beziehung zwischen der Spannung U_{a1} und U_{e1} an. Wie groß ist die Spannungsverstärkung $v_U = U_{a1}/U_{e1}$ in Abhängigkeit von den Widerständen R_2 und R_3 ? Welche Spannung $U_{a1} = U_{a1}(10 \text{ lx})$ stellt sich bei einer Beleuchtungsstärke $E = 10 \text{ lx}$ ein? [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgenden Ersatzwert: $U_{e1}(10 \text{ lx}) = 1,2 \text{ V}$]

Nun wird der Schaltungsteil „Teil 3“ betrachtet.

2.3 Um was für eine OP-Schaltung handelt es sich hier? Geben Sie die Differenzspannung U_d in Abhängigkeit der Spannungen U_{R5} und U_{a1} an. Geben Sie das Verhalten der Schaltung an, indem Sie den Wert der Ausgangsspannung U_{a2} nach Betrag und Polarität für $U_d > 0$, $U_d = 0$ und $U_d < 0$ ermitteln; nehmen Sie dazu an, dass ein OP, der in Begrenzung geht, am Ausgang betragsmäßig seine Versorgungsspannung (hier U_{Bat}) liefert!

Wie groß muss die Spannung U_{R5} am Widerstand R_5 sein, damit der Ausgang des OPs für $U_{a1} = U_{a1}(E < 10 \text{ lx})$ die Spannung $U_{a2} = U_{Bat}$ annimmt? Dimensionieren Sie für diesen Fall den aus R_4 und R_5 bestehenden Spannungsteiler unter der Maßgabe, dass $R_4 + R_5 = 250 \text{ k}\Omega$ betragen soll. [Hinweis: Benutzen Sie ggf. folgenden Ersatzwert: $U_{a1}(10 \text{ lx}) = 6 \text{ V}$]

Nun wird der Schaltungsteil „Teil 4“ betrachtet. Der Transistor T wird hier als Schalter eingesetzt. Es wird angenommen, dass für Beleuchtungsstärken $E < 10 \text{ lx}$ die Spannung $U_{a2} = U_{Bat}$ ist und der Transistor sich im leitenden Zustand befindet, sodass $U_{CE} = 0$ angenommen werden darf!

2.4 Bestimmen Sie den Kollektorstrom I_C und die Spannung am Widerstand R_7 für $E < 10 \text{ lx}$, wenn durch die Leuchtdioden ein Strom von $I_D = 65 \text{ mA}$ fließt (der Basisstrom I_B darf dabei gegenüber dem viel größeren Kollektorstrom I_C vernachlässigt werden!). Wie groß muss für diesen Arbeitspunkt der Widerstand R_7 sein? Wie groß ist der Basisstrom I_B in diesem Arbeitspunkt und wie groß muss dafür der Basisvorwiderstand R_6 sein? Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit die Leuchtdioden wieder ausgehen (Begründung in 1 bis 2 Sätzen)?

Aufgabe 3:

- Zu jeder Frage ist genau eine Antwort richtig.
- Jede richtige Antwort wird mit 1 Punkt gewertet. Für falsche Antworten wird jeweils ein Punkt abgezogen. Nicht bearbeitete Fragen werden mit 0 Punkten bewertet. Eine negative Gesamtpunktzahl in Aufgabe 3 wird mit 0 Punkten gewertet.
- Kennzeichnen Sie Ihre Lösung eindeutig (z.B. ~~10~~)!

3.1 Wie berechnet man die Blindleistung Q im einphasigen Wechselstromfall?

- a) $Q = U \cdot I \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)$
- b) $Q = U \cdot I \cdot \sin(\varphi)$
- c) $Q = U \cdot I \cdot \sin\left(\frac{\omega \cdot t}{2 \cdot \pi} - \varphi\right)$

3.2 Bei einer R-L-Reihenschaltung gilt folgende Aussage:

- a) Der Strom eilt der Spannung um den Winkel $\varphi = \arctan\left(\frac{R}{\omega \cdot L}\right)$ nach.
- b) Der Strom eilt der Spannung um den Winkel $\varphi = \arctan\left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)$ nach.
- c) Der Strom eilt der Spannung um den Winkel $\varphi = \arctan\left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)$ vor.

3.3 Welches Verfahren bietet sich zur Berechnung eines linearen elektrischen Netzwerks mit mehreren Stromquellen besonders an?

- a) Das Verfahren der Ersatzstromquelle.
- b) Das Verfahren der Ersatzspannungsquelle.
- c) Der Überlagerungssatz.

3.4 Bei einem ohmsch-induktiven einphasigen Wechselstromverbraucher, der am 50 Hz-Netz betrieben wird, gilt:

- a) Die Momentanleistungen sind zeitlich konstant.
- b) Die Wirkleistung ist zeitlich konstant.
- c) Die Scheinleistung schwingt zeitlich mit 50 Hz.

3.5 Der Effektivwert I eines beliebigen aber T -periodischen Stromes $i(t)$ berechnet sich zu:

a) $I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$

b) $I = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T i^2(t) \cdot dt}$

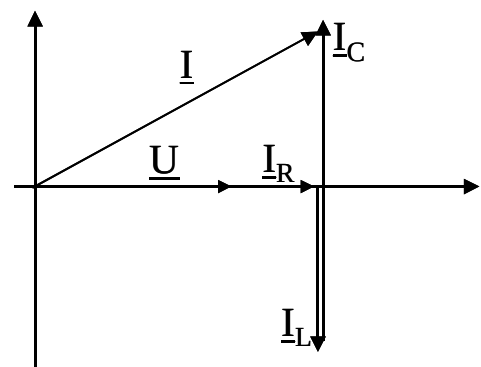
c) $I = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T i(t) \cdot dt$

3.6 Die Blindstromkompensation eines Wechselstromverbrauchers wird aus folgendem Grund angewandt:

- a) Zur Verbesserung des Leistungsfaktors $\cos(\varphi)$ des Verbrauchers.
- b) Zur Verbesserung des Wirkungsgrades η des Verbrauchers.
- c) Zur Verminderung des Effektivwertes des Stromes in den Zuleitungen zum Verbraucher.

3.7 Zu was für einer Schaltung gehört das nebenstehende Zeigerdiagramm?

- a) Zu einer R-L-C-Dreieckschaltung.
- b) Zu einer R-L-C-Parallelschaltung.
- c) Zu einer R-L-C-Reihenschaltung.



3.8 Ein ungeladener Kondensator C wird über einen ohmschen Serienwiderstand R zum Zeitpunkt $t = 0$ an eine Gleichspannungsquelle U angeschlossen. Welche Aussage stimmt?

- a) Der Kondensator wird aufgeladen. Der Ladevorgang läuft mit der Zeitkonstante $\tau = \frac{1}{\sqrt{R \cdot C}}$ ab.
- b) Der Ladestrom erreicht den Endwert $I = \frac{U}{R}$ theoretisch erst nach unendlich langer Zeit.
- c) Im Einschaltzeitpunkt springt die Spannung U_R am ohmschen Widerstand R auf den Wert U.

3.9 Welche Aussage bezüglich einer Induktivität (Spule) L stimmt?

- a) Der Spulenstrom i_L kann nicht springen.
- b) Die Spannung u_L an der Spule kann nicht springen.
- c) Weder i_L noch u_L können springen.

3.10 Das Dielektrikum eines Kondensators besteht aus

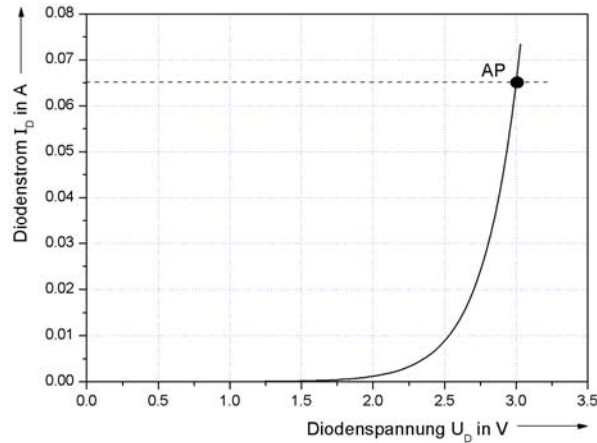
- a) einem elektrisch sehr gut leitenden Material.
- b) einem elektrisch halbleitenden Material.
- c) einem elektrisch sehr gut isolierenden Material.

3.11 Das elektrische Ersatzschaltbild eines Bipolartransistors enthält eine gesteuerte Quelle. Welche Aussage stimmt?

- a) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Spannungsquelle.
- b) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Stromquelle.
- c) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle.

3.12 Eine Diode wird in dem im folgenden Bild dargestellten Arbeitspunkt AP der U_D - I_D -Diodenkennlinie betrieben. Welche Aussage bezüglich des dynamischen Widerstandes R_d und des statischen Widerstandes R_s gilt im eingestellten Arbeitspunkt AP?

- a) $R_d = R_s$
- b) $R_s > R_d$
- c) $R_d > R_s$



3.13 Das elektrische Ersatzschaltbild eines Feldeffekttransistors enthält eine gesteuerte Quelle. Welche Aussage stimmt?

- a) Es handelt sich um eine stromgesteuerte Spannungsquelle.
- b) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Stromquelle.
- c) Es handelt sich um eine spannungsgesteuerte Spannungsquelle.

3.14 Ein idealer Operationsverstärker ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet:

- a) Der Eingangswiderstand ist unendlich klein, die Open-Loop-Verstärkung ist unendlich groß und die Ausgangsspannung ist lastunabhängig.
- b) Der Eingangswiderstand ist unendlich klein, die Open-Loop-Verstärkung ist unendlich groß und die Ausgangsspannung ist lastabhängig.
- c) Der Eingangswiderstand und die Open-Loop-Verstärkung sind unendlich groß und die Ausgangsspannung ist lastunabhängig.

3.15 Weshalb verwendet man für die Übertragung von elektrischer Energie über weite Strecken Transformatoren?

- a) Da die Leitungsverluste bei höheren Spannungen geringer sind.
- b) Da die Leitungsverluste bei höheren Strömen geringer sind.
- c) Da die Leitungsverluste bei galvanischer Trennung der elektrischen Systeme geringer sind.

3.16 Wodurch ist ein stabiler Arbeitspunkt eines Antriebssystems, bestehend aus einem Motor und einer Arbeitsmaschine, gekennzeichnet?

- a) Wenn von dem Arbeitspunkt ausgehend in Richtung der höheren Drehzahlen das Lastmoment überwiegt und in Richtung der niedrigeren Drehzahlen das elektrische Drehmoment überwiegt.
- b) Wenn von dem Arbeitspunkt ausgehend in Richtung der höheren Drehzahlen das elektrische Drehmoment überwiegt und in Richtung der niedrigeren Drehzahlen das Lastmoment überwiegt.
- c) Die Steigungen der Last-Kennlinie und der Motorkennlinie spielen hierbei keine Rolle.

3.17 Der Betriebsbereich eines Antriebssystems mit einer Asynchronmaschine als Motor sollte so gewählt werden, dass

- a) die Winkelgeschwindigkeit des Arbeitspunkts genau der Kippwinkelgeschwindigkeit entspricht.
- b) die Winkelgeschwindigkeit des Arbeitspunkts zwischen der synchronen Winkelgeschwindigkeit und der Kippwinkelgeschwindigkeit liegt.
- c) die Winkelgeschwindigkeit des Arbeitspunkts zwischen der Kippwinkelgeschwindigkeit und der Winkelgeschwindigkeit $\Omega = 0$ liegt.

3.18 Als Ankerrückwirkung bei der Gleichstrommaschine wird

- a) das durch die Ankerströme verursachte Bremsdrehmoment bezeichnet.
- b) die Verzerrung des Hauptmagnetfelds durch das Ankerquerfeld bezeichnet.
- c) die Geräuschentwicklung in der Maschine durch die Kohlebürsten am Anker bezeichnet.

3.19 Die synchrone Drehzahl n_{sync} des Drehfelds einer zweipoligen Asynchronmaschine, die am 50 Hz Netz betrieben wird, beträgt:

- a) $n_{\text{sync}} = 3000 \text{ min}^{-1}$
- b) $n_{\text{sync}} = 1500 \text{ min}^{-1}$
- c) $n_{\text{sync}} = 750 \text{ min}^{-1}$

3.20 Das Drehfeld einer dreiphasigen und zweipoligen Asynchronmaschine wird von drei Wicklungen (U, V, W) erzeugt,

- a) die mit einem geometrischen Versatz von 120° zueinander angeordnet sind und durch welche Ströme mit einer elektrischen Phasenverschiebung von 120° zueinander fließen.
- b) die mit einem geometrischen Versatz von 120° zueinander angeordnet sind und durch welche gleichphasige Ströme fließen.
- c) die mit einem geometrischen Versatz von 90° zueinander angeordnet sind und durch welche gleichphasige Ströme fließen.