

1-1

- a) Welche Aufgabe hat der Kommutator einer Gleichstrommaschine?
- b) Welche verschiedenen Schaltungen einer Gleichstrommaschine kennen Sie?
Erläutern Sie das unterschiedliche Verhalten anhand der Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien.
- c) Welcher Motor liegt vor, wenn der Motor die Kennlinie $M_d \sim I_A^2$ aufweist?

1-2

a) Erläutern Sie den Aufbau und die Wirkungsweise eines Kurzschlußläufer-Asynchronmotors.

b) Eine Asynchronmaschine weist folgende Daten auf:

$f_1 = 60$ Hz, Polpaarzahl $p=2$.

Füllen Sie die Tabelle weiter aus:

Synchronzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
	1800			
	500			
	-500			

1-3

Von einem Synchrongenerator sind folgende Daten bekannt:

$U_{Nenn} = 380$ V (verkettete Spannung)

$X_D = 1.5 \Omega$

Im Leerlauf des Generators wird bei einer Erregung von 6A eine Spannung von $U = 460$ V (verkettete Spannung) gemessen.

a) Zeichnen sie das Zeigerbild bei Nennspannung (Maßstab $50V=1cm$), wenn eine ohmsch- induktive Belastung $Z = Z \cdot e^{j45^\circ}$ vorliegt und die Erregung von 6A bleibt.

b) Wie groß ist der Generatorstrom und welchen Betrag hat die Lastimpedanz Z ?

c) Wie hoch ist der Strom bei Kurzschluß der Generatorklemmen?

1-4

Von einem fremderregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:

Nennzahl: $n_N = 2000$ 1/min

Ankerkreis: $U_{AN} = 160$ V; $R_A = 0.1 \Omega$; $I_{AN} = 120$ A

Erregerkreis: $U_{EN} = 60$ V; $I_{EN} = 1.5$ A

Reibungen und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

I) Berechnen Sie

a) die induzierte Spannung des Motors im Nennpunkt.

b) das Motornennmoment und den Wirkungsgrad im Nennpunkt des Motors.

c) die Leerlaufzahl bei Nennspannung.

II) Wie groß ist ein Zusatzwiderstand im Ankerkreis zu wählen, damit der Anlaufstrom höchstens gleich dem 1.5 fachen Nennstrom ist?

1-6

Wie kann eine stetige Drehzahlverstellung einer Gleichstrommaschine erreicht werden?

- a) Skizzieren Sie den grundsätzlichen Aufbau des Antriebssystems.
- b) Erläutern sie die Funktion eines netzgeführten Stromrichters.
- c) Was bedeutet 4-Quadrant Betrieb für die Arbeitsweise des Antriebs?

2-1

Erläutern Sie für eine Gleichstrommaschine die Spannungsbildung in einer Schleife der Ankerwicklung .

- Von welchen Größen hängt die Spannung ab?
- Ist die Spannung einer Leiterschleife eine Gleich- oder eine Wechselspannung?

1-7

Mit welchen verschiedene Varianten kann ein Asynchronmotor in der Drehzahl verstellt werden?

Erläutern Sie kurz die Funktionsweise der von Ihnen aufgeführten Varianten.

2-2

- a) Welche beiden Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit sich ein Drehfeld im Ständer eines Asynchronmotors ausbildet?
- b) Durch welche Maßnahmen im Aufbau der Asynchronmaschine kann die Kennlinie der Asynchronmaschine verändert werden?
- c) Eine Asynchronmaschine weist folgende Daten auf:
 $f_1 = 60$ Hz, Polpaarzahl $p=2$.
 Füllen Sie die Tabelle weiter aus:

Synchrodrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
	1800			
	1500			
	-500			

2-3

Bei einer Synchronmaschine kann im Leerlauf mit einem Erregerstrom von 5 A die eingeprägte Netzspannung von 380 V (verkettet) eingestellt werden. Die synchrone Reaktanz ist mit $X_d = 4\Omega$ ermittelt worden. Es ist vom vereinfachten Ersatzschaltbild der Synchronmaschine auszugehen.

- 1) Erläutern Sie die Funktionsweise der Drehstromsynchronmaschine.
- 2a) Wie groß ist der Spannungsabfall an der synchronen Reaktanz und welcher Erregerstrom ist einzustellen, damit ein ohmsch-induktiver Laststrom von $20Ae^{j45^\circ}$ bei der verketteten Netzspannung von 380V fließen kann? Zeichnen Sie hierzu das Zeigerbild mit folgendem Maßstab ($40V = 1cm$, $4A = 1cm$) und ermitteln daraus die erforderlichen Größen.
- 2b) Zeichnen Sie in das Zeigerbild den Polradwinkel ein. Welche Bedeutung hat der Polradwinkel?

2-6

Durch welche grundsätzlichen Einflußnahmen ist eine Drehzahlverstellung eines Asynchronmotors zu erreichen? Nennen Sie mindestens drei verschiedene technische Varianten und erläutern Sie ihre Funktionen. Machen Sie insbesondere Aussagen über die Motorverluste beim Drehzahlstellen.

2-4

Von einem fremderregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:

$$n_N = 2000 \text{ 1/min}$$

$$M_N = 200 \text{ Nm}$$

Ankerkreis:

$$U_{AN} = 200V$$

$$I_{AN} = 220A$$

Erregerkreis:

$$U_{EN} = 60V$$

$$I_{EN} = 1A$$

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

1) Berechnen Sie:

- a) die Nennleistung und den Wirkungsgrad
 - b) die induzierte Spannung im Nennpunkt.
 - c) die Leerlaufdrehzahl bei Nennspannung.
- 2) Über einen Stromrichter wird die Ankerspannung auf 100V gestellt.
- a) Wie groß ist die zugehörige Leerlaufdrehzahl?
 - b) Wie groß ist die Drehzahl, wenn das Nennmoment aufgebracht wird?

3-1

- a) Erläutern Sie die wesentlichen Unterschiede im Aufbau einer Asynchron- und einer Synchronmaschine?
- b) Ist die induzierte Spannung in der Leiterschleife der Läuferwicklung einer Asynchronmaschine
 - eine Gleichspannung oder
 - eine Wechselspannung mit Netzfrequenz, oder
 - eine Wechselspannung mit einer Frequenz, die von der mechanischen Drehzahl abhängt?
 Entscheiden Sie !
- c) Zeichnen Sie eine typische Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie eines Asynchronmotors und eines Synchronmotors

3-2

a) Eine Asynchronmaschine wird an einem „Starren Netz“ betrieben, das eine konstante Netzfrequenz von 60 Hz aufweist. Der Motor weist folgende Daten auf:
Polpaarzahl $p=2$.

Füllen Sie die Tabelle für folgende Betriebszustände weiter aus:

Synchrondrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
	1480			
		-0,2		66

b) In welchen Betriebszuständen (Motor, Generator, Bremse) arbeitet die Asynchronmaschine in den drei Arbeitspunkten der Tabelle?

3-3

Von einem fremderregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:
 $P_N = 80 \text{ kW}$; $n_N = 1400 \text{ 1/min}$
Ankerkreis: $U_{AN} = 400 \text{ V}$; $I_{AN} = 220 \text{ A}$; Erregerkreis: $U_{EN} = 400 \text{ V}$; $I_{EN} = 1,5 \text{ A}$.
Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

I) Berechnen Sie

- das Nennmoment.
- die induzierte Spannung im Nennpunkt.
- den Ankerkreiswiderstand und den Erregerkreiswiderstand.
- den Wirkungsgrad im Nennpunkt.

II) Über einen Stromrichter wird die Ankerspannung auf 200 V gestellt.

Wie groß ist die zugehörige Leerlaufdrehzahl?

III) Auf welchen Wert ist die Ankerspannung zu stellen, damit der Motor im Stillstand das doppelte Nennmoment zum Anfahren aufbringen kann?

3-5

Ein Synchrongenerator weist eine synchrone Reaktanz von $X_d = 4,5 \Omega$ auf. Im Leerlauf wird bei einem Erregerstrom von 5 A gerade die Netznominalspannung von $U_N = 380 \text{ V}$ eingestellt. Es gilt das vereinfachte Ersatzschaltbild.

I) Für einen Betriebspunkt wurden folgende Daten gemessen:

Bei starrer Netzspannung von $U_N = 380 \text{ V}$ ist die ins Netz eingespeiste Wirkleistung $P_w = 20 \text{ kW}$ bei rein ohmscher Netzlast.

- Zeichnen Sie das Zeigerbild für diesen Betriebspunkt maßstäblich.
- Welcher Erregerstrom ist für diesen Betriebspunkt einzustellen?

II) Der Synchrongenerator wird vom Netz getrennt. An seinen Anschlüssen werden nun in Sternschaltung 3 Widerstände von $R = 4,5 \Omega$ angeschlossen. Die Maschine wird mit 5 A erregt.

- Welcher Strom I_1 fließt nun durch den Widerstand?
- Welche Motorklemmenspannung stellt sich ein?

(I) (a) $I_1 = \frac{P_w}{3 \cdot U_{10}} = \frac{P_w}{\sqrt{3} \cdot U_{12}} = \frac{20 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}} = 30,3 \text{ A} \approx 3 \text{ cm}$ Generatorstrom

$I_1 \cdot X_d = 30,3 \text{ A} \cdot 4,5 \Omega = 136,35 \text{ V} \approx 2,7 \text{ cm}$

Maßstab: $50 \text{ V} \approx 1 \text{ cm}$ $10 \text{ A} = 1 \text{ cm}$

abgelesen: $U_{10} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V} \approx 4,4 \text{ cm}$

$U_p = 5,1 \text{ cm} \cdot \frac{50 \text{ V}}{\text{cm}} = 255 \text{ V}$ Polradspannung

berechnet:

$U_p = \sqrt{136,35^2 + 220^2} \text{ V} = 259 \text{ V}$

(b) $I_E \sim U_p \Rightarrow I_E = I_{EO} \cdot \frac{U_p}{U_{p0}} = 5 \text{ A} \cdot \frac{255 \text{ V}}{220 \text{ V}} = 5,735 \text{ A}$ Erregerstrom

II (a) $I_1 = \frac{U_{10}}{\sqrt{X_d^2 + R^2}} = \frac{220 \text{ V}}{\sqrt{4,5^2 + 4,5^2} \Omega} = 34,6 \text{ A}$ ohmsch-induktiver Strom

(b) $U_{10} = I_1 \cdot R = 34,6 \text{ A} \cdot 4,5 \Omega = 155 \text{ V}$ Strangsspannung

$U_{12} = \sqrt{3} \cdot U_{10} = \sqrt{3} \cdot 155 \text{ V} = 269 \text{ V}$ Motorklemmenspannung

4-1

- Welches sind die wesentlichen Komponenten eines Gleichstrommotors und welche Aufgaben haben sie?
- Welches sind die wesentlichen Komponenten eines Asynchronmotors mit Kurzschlußläufer?
- Welche beiden Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit sich ein Drehfeld ausbildet?
- Wodurch unterscheidet sich der Läufer eines Asynchronkurzschlußläufermotors von dem Läufer eines Synchronmotors?

4-2

Ein fremderregter Gleichstrommotor arbeitet bei Nennregung mit folgenden Daten:

$$U_N = 400 \text{ V}$$

$$I_N = 120 \text{ A}$$

$$n_N = 1400 \text{ 1/min}$$

$$R_A = 0,21 \Omega$$

Sättigung und Reibungen werden vernachlässigt.

- Ermitteln Sie die induzierte Spannung im Nennpunkt.
- Berechnen Sie die Nennleistung und das Nennmoment.
- Welchen Wert muß ein Vorwiderstand im Ankerkreis aufweisen, wenn im Stillstand des Motors das zweifache Nennmoment aufgebracht werden soll?
- Betrachten Sie jetzt einen Anlaufvorgang mit Stromrichterspeisung des Ankerkreises.

Um welchen Spannungswert ist die Ankerspannung größer als die induzierte Spannung des Motors einzustellen, wenn der Hochlauf mit dem Nennmoment des Motors erfolgen soll?

4-3

Ein Drehstromasynchronmotor mit Rundstabskäfigläufer hat folgende Daten:

$$U_N = 500 \text{ V}$$

$$n_N = 1450 \text{ 1/min}$$

$$f_1 = 50 \text{ Hz}$$

$$P_N = 132 \text{ kW}$$

$$p = 2$$

$$s_K = 0,16$$

- Errechnen Sie das Nennmoment, die Synchronzahl und den Nennschlupf.
- Wie groß ist das Kippmoment?
- Berechnen Sie das Anlaufmoment.

4-4

Bei einem Synchrongenerator, der nicht am starren Netz arbeitet (Inselbetrieb), sind folgende Daten für zwei Betriebszustände bekannt:

Leerlauf: Klemmenspannung 380 V bei einem Erregerstrom von 7 A

Belastung: Klemmenspannung 300 V bei einem Erregerstrom von 7 A und ohmsche Last mit 20Ω je Strang

- Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm der Spannungen (Maßstab: $50 \text{ V} = 1 \text{ cm}$) für den ohmschen Belastungszustand. Berechnen Sie ferner:
 - den Laststrom.
 - den Spannungsabfall an der synchronen Reaktanz der Maschine.
 - den Wert der synchronen Reaktanz.
- Auf welchen Wert ist der Erregerstrom zu erhöhen, damit die Synchronmaschine an ein starres Netz mit der verketteten Spannung von 380 V arbeiten kann, wobei der $\cos \varphi = 1$ und der Laststrom 10 A betragen soll?

4-5

Kreuzen Sie an:

- Die Ausgangsspannung eines netzgeführten Stromrichters ist

eine glatte Gleichspannung.

eine pulsierende Gleichspannung.

- Der Mittelwert der Stromrichterausgangsspannung ist abhängig vom Zündzeitpunkt der Ventile, also von dem Zündverzögerungswinkel α . Ist die Abhängigkeit des Mittelwertes vom Zündverzögerungswinkel α eine

liniare Funktion

cos-Funktion

sin-Funktion

- Bei einem Asynchronmotor ist das Drehmoment

proportional

quadratisch

von der anliegenden Spannung abhängig.

5-1

- Erläutern Sie für eine Gleichstrommaschine die Spannungsbildung innerhalb einer Schleife der Ankerwicklung.
- Skizzieren Sie den Spannungsverlauf einer Leiterschleife vor und hinter dem Kommutator während einer Umdrehung.
- Von welchen Größen hängt die Spannung der Gleichstrommaschine ab?

5-3

Eine Synchronmaschine arbeitet an starrer Spannung von 500V. Im Leerlauf ist ein Erregerstrom von 5A einzustellen. Die synchrone Reaktanz ist mit $X_d = 5\Omega$ ermittelt worden.

- Es ist vom vereinfachten Ersatzschaltbild der Synchronmaschine auszugehen.
- Es soll ein rein ohmscher Netzstrom von 20 A an das Netz abgegeben werden. Wie groß ist der Spannungsabfall an der synchronen Reaktanz und welcher Erregerstrom ist einzustellen?
Zeichnen Sie hierzu das Zeigerbild mit folgendem Maßstab (40V = 1cm, 4A = 1cm).
 - Zeichnen Sie den Polradwinkel in das Zeigerbild ein.
 - Welcher Erregerstrom ist jeweils einzustellen, wenn die Synchronmaschine einen kapazitiven bzw. einen induktiven Strom von 20A an das Netz abgeben soll? Skizzieren Sie das jeweils zugehörige Zeigerbild.
 - Erläutern Sie die Funktionsweise der Synchronmaschine und gehen Sie auch auf die Bedeutung des Polradwinkels ein. Welche Werte sollte der Polradwinkel in der Praxis nicht überschreiten?

5-2

- Erläutern Sie die Drehfeldbildung eines Asynchronmotors.
- Durch welche konstruktiven Maßnahmen kann die Kennlinie einer Asynchronmaschine verändert werden?
- Eine Asynchronmaschine weist folgende Daten auf:
 $f_1 = 60$ Hz, Polpaarzahl $p = 3$.
Füllen Sie die Tabelle weiter aus:

Synchrodrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
	1200	1,2		30

5-4

Von einem fremderregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:

$n_N = 3000$ 1/min
 $M_N = 20$ Nm

Ankerkreis:
 $U_{AN} = 200$ V
 $I_{AN} = 28$ A

Erregerkreis:
 $U_{EN} = 60$ V
 $I_{EN} = 1$ A

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

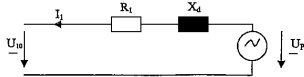
- Berechnen Sie:
 - die Nennleistung und die Verluste der Maschine.
 - die induzierte Spannung im Nennpunkt.
 - die Leerlaufdrehzahl bei Nennspannung.
- Über Stromrichter wird die Ankerspannung auf 150V und die Erreger-spannung gleichzeitig auf 50V verringert.
Wie groß ist die Drehzahl, wenn das halbe Nennmoment aufgebracht wird?

5-6

- 1) Erläutern Sie die Funktionsweise eines Umrichters mit Spannungszwischenkreis für einen Kurzschlussläufermotor.
- 2) Welcher Zusammenhang muß bei einem umrichter gespeisten Kurzschlussläufermotor zwischen Spannung und Frequenz gelten, damit die Amplitude des Maschinenflusses über einen großen Drehzahlbereich konstant bleiben kann?

6-1

- a) Im Bild unten ist das einphasige Ersatzschaltbild einer Synchronmaschine gezeichnet. Welche physikalischen Vorgänge repräsentieren die einzelnen Bauteile? Geben sie kurze Erläuterungen.



- b) Skizzieren sie prinzipiell die Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie einer fremderregten Gleichstrommaschine und einer Asynchronmaschine. Arbeiten sie die Unterschiede heraus und leiten daraus betriebliche Anwendungsfelder ab.

6-3

Von einem Gleichstromreihenschlussmotor sind folgende Daten bekannt:

$$P_N = 4 \text{ kW}; n_N = 3000 \text{ 1/min}$$

$$\text{Ankerkreis: } U_{AN} = 200 \text{ V}, I_{AN} = 22 \text{ A}$$

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

I) Zeichnen sie das Ersatzschaltbild.

II) Berechnen Sie

- a) das Nennmoment.
- b) die induzierte Spannung im Nennpunkt.
- c) den Gesamtwiderstand des Kreises bestehend aus der Summe aus dem Ankerwicklungswiderstand und Erregerwicklungswiderstand.
- d) den Wirkungsgrad im Nennpunkt.

III) Wie verhält sich die Maschine bei Entlastung?

Berechnen sie die Drehzahl, wenn als Restbelastung der Maschine nur die Eigenreibung in Höhe von 10% des Nennmoment angesetzt wird.

IV) Berechnen sie das Drehmoment im Stillstand, wenn die Versorgungsspannung auf 100 V reduziert wird.

6-4

Auf dem Typenschild eines Asynchronmotors lesen Sie folgende Nenndaten ab: $P_N = 30 \text{ kW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 60 \text{ A}$, $\cos \varphi_N = 0.85$, $n_N = 1425 \text{ [1/min]}$, Netzfrequenz 50 Hz

a) Zeichnen sie das vereinfachte Ersatzschaltbild einer Asynchronmaschine bezogen auf die Netzseite.

b) Wie groß ist

- die Polpaarzahl,
- die Synchrondrehzahl,
- der Nennschlupf,
- das Nennmoment,
- die aufgenommene Wirkleistung des Motors?

c) Ermitteln Sie den Widerstand R'_2 des vereinfachten Ersatzschaltbildes.

6-5

- Ein Synchrongenerator weist eine synchrone Reaktanz von $X_s = 3.6\Omega$ auf. Im Leerlauf, d.h. Netzstrom $I=0A$, wird bei einem Erregerstrom des Polrades von 6A gerade die Netzennspannung von $U_N = 380V$ (verkettete Spannung) eingestellt. Gehen Sie vom vereinfachten Ersatzschaltbild aus.
- I) Es soll bei Netzennspannung ein Betriebspunkt eingestellt werden mit einem reinen Wirkstrom von 15A.
 - a) Zeichnen Sie das Zeigerbild. (Maßstab: 50V=1cm)
 - b) Ermitteln Sie den einzustellenden Erregerstrom.
 - II) Welche mechanische Leistung ist an der Welle aufzubringen, um diesen Betriebspunkt einzustellen?

7-2

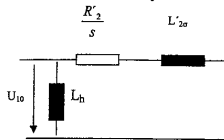
- a) Eine Asynchronmaschine wird an einem „Starren Netz“ der Frequenz 50 Hz betrieben. Der Motor weist folgende Daten auf:
Polpaarzahl $p=2$.
Finden Sie die Fehler in der Tabelle und korrigieren bzw. ergänzen Sie die Werte so, dass alle Zeilen in sich schlüssig sind (wenn sie Annahmen treffen, begründen Sie diese bitte):

Synchrondrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
1500	1880	0.2533	50	12.66
1000	880	0.12	12	1.44
3000	1500	0.5	20	4

- b) Zeichnen sie eine Kennlinie einer Asynchronmaschine und markieren sie die Betriebspunkte der korrigierten Tabelle.
Schreiben sie an die Betriebspunkte, ob es sich um einen Motorbetrieb oder Generatorbetrieb handelt.

7-1

- a) Welche physikalischen Effekte werden durch die Elemente des nachfolgenden Ersatzschaltbildes der Asynchronmaschine beschrieben?



- b) Zeichnen Sie eine typische Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie von einem Asynchronmotor.
- c) Wie verändert sich die Kennlinie, wenn der Widerstand R_2 vergrößert wird?
- c) Durch welche Stellvorgänge sind der „Ankerstellbereich“ und „Feldstellbereich“ einer drehzahlveränderbaren Asynchronmaschine gekennzeichnet?

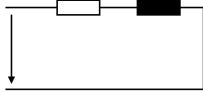
7-3

Von einem permanenterrregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:
 $P_N = 100W$; $n_N = 3000$ 1/min
Ankerkreis: $U_{AN} = 12$ V, $I_{AN} = 9.5$ A
Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

- a) Berechnen Sie
 - das Nennmoment.
 - die induzierte Spannung im Nennpunkt.
 - den Ankerkreiswiderstand.
- b) Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl des Motors?
- c) Wie groß ist das Motormoment im Stillstand?
- d) Welches Ankerspannung ist einzustellen, wenn im Stillstand das Nennmoment aufgebracht werden soll.

7-4

Auf dem Typenschild eines Asynchronmotors lesen Sie folgende Nenndaten ab:
 $P_N = 2 \text{ kW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 3.7 \text{ A}$, $\cos\varphi_N = 0.9$, $n_N = 960 \text{ [1/min]}$, Netzfrequenz 50 Hz .
 Es soll das vereinfachte Ersatzschaltbild des Asynchronmotors gelten.



Berechnen sie auf dieser Grundlage folgende Größen:

- Wie groß ist die Synchrondrehzahl, die Polpaarzahl und der Nennschlupf des Motors?
- Berechnen Sie die zugeführte Wirkleistung P_8 und die mechanisch an der Welle abgegebene Leistung P_{mech} .
- Ermitteln Sie den Wert des Elements R_2 .
- Geben sie nur qualitativ an, ob die Stromaufnahme der Maschine steigt bzw. fällt, wenn nur die Netzfrequenz auf 60 Hz erhöht wird und ein Betriebspunkt mit Nennspannung und Nennschlupf eingestellt ist. Geben sie eine kurze Begründung.

7-5

Ein Synchrongenerator weist eine synchrone Reaktanz von $X_d = 4 \Omega$ auf. Im Leerlauf wird bei einem Erregerstrom von 4 A gerade die Netzennspannung von $U_N = 380 \text{ V}$ eingestellt. Gehen Sie vom vereinfachten Ersatzschaltbild aus.

- Es soll ein Betriebspunkt eingestellt werden, bei dem ein induktiver Strom von 15 A ins Netz fließt.
 - Zeichnen Sie das Zeigerbild und ermitteln Sie den einzustellenden Erregerstrom.
 - Welche Schein- und Wirkleistung wird in der Polradspannung umgesetzt? Welches Drehmoment muss an der mechanischen Welle wirken, wenn die Synchrondrehzahl 1500 1/min beträgt?

8-1

- Zählen Sie die wesentlichen Bauteile eines Gleichstrommotors auf und erläutern Sie **kurz ihre Aufgaben**.
- Beschreiben Sie die **Spannungsbildung** eines Gleichstrommotors.
- Worin unterscheiden sich die Drehmoment-Drehzahl-Kennlinien einer Gleichstromreihenschlußmaschine von einer fremderregten Gleichstrommaschine?

8-2

Eine Asynchronmaschine weist folgende Daten auf:

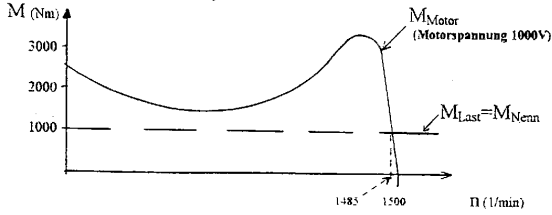
$f_1 = 50 \text{ Hz}$, Polpaarzahl $p = 2$, $n_N = 1480 \text{ 1/min}$.

Füllen Sie die Tabelle weiter aus:

Synchrondrehzahl $n_1 \text{ [1/min]}$	mech. Wellendrehzahl $n \text{ [1/min]}$	Schlupf s	Ständerfrequenz $f_1 \text{ [Hz]}$	Läuferfrequenz $f_2 \text{ [Hz]}$
	1500			
	1480			
		1		

8-3

- a) Ermitteln Sie in grober Näherung die Hochlaufzeit eines Asynchronmotors, wenn Sie folgende Motor- und Lastkennlinien kennen. Es soll genügen, wenn Sie von jeder Kennlinie über den gesamten Drehzahlbereich jeweils nur einen Mittelwert bilden. Das Trägheitsmoment der Anlage, auf die Motorwelle bezogen, beträgt $J = 30 \text{ kgm}^2$.



- b) Nehmen Sie an, daß die Motorspannung im Betrieb konstant abgesenkt würde. Bei welchem Wert der Klemmenspannung des Motors würde ein Anlaufvorgang gerade noch gelingen? Geben Sie den Wert der Spannung an und markieren Sie im Bild den Drehzahlpunkt, der Ihrer Berechnung zugrundeliegt.

8-5

- a) Ein Schleifringläufermotor hat bei einer kurzgeschlossenen Läuferwicklung einen Kippschlupf von $s_K = 0,4$ und ein Kippmoment von $M_K = 2300 \text{ Nm}$. Wie groß ist das Anlaufmoment im Stillstand ($s=1$)?
- b) Wie groß muß ein zusätzlicher Außenwiderstand R_A sein, damit das Kippmoment im Stillstand $s=1$ aufgebracht werden kann? Geben Sie R_A als Vielfaches des Läuferwicklungswiderstandes R_2 an.

8-4

Aus dem Leistungsschild eines fremderregten Gleichstrommotors sind folgende Daten zu entnehmen:

$$P_N = 1500 \text{ kW}$$

$$n_N = 1100 \text{ 1/min}$$

Ankerkreis:

$$U_{AN} = 800 \text{ V}$$

$$I_{AN} = 2010 \text{ A}$$

Erregerkreis:

$$U_{EN} = 110 \text{ V}$$

$$I_{EN} = 122 \text{ A}$$

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

1) Berechnen Sie

- das Nennmoment.
- die induzierte Motorspannung im Nennpunkt.
- die Leerlaufdrehzahl bei Nennspannung.
- den Ankerwiderstand.
- den Wirkungsgrad im Nennpunkt.

8-6

Anlaufvorgang einer Asynchronmaschine:

Durch welche Maßnahmen kann die Drehmoment- Drehzahl Kennlinie eines Asynchronmotors mit Kurzschlußläufer oder Schleifringläufer für einen Anlaufvorgang verändert werden? Geben Sie mindestens 5 Maßnahmen und ihre Auswirkungen auf die Kennlinien an.

8-7

a) Anlaufvorgang einer Gleichstrommaschine:

Durch welche Maßnahmen ist der Anlaufvorgang einer Gleichstrommaschine zu beeinflussen?

b) Drehzahlregelung:

Wie wird eine Gleichstrommaschine im Anker- und Feldstellbereich gesteuert?

9-2

a) Eine Asynchronmaschine wird an einem „Starren Netz“ der Frequenz 50 Hz betrieben. Der Motor weist folgende Daten auf:
Polpaarzahl $p=3$.

Finden Sie die Fehler in der Tabelle und korrigieren bzw. ergänzen Sie die Werte so, dass alle Zeilen in sich schlüssig sind. (wenn sie Annahmen treffen, begründen Sie diese bitte):

Synchrondrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Läuferfrequenz f_2 [Hz]
1500	880	0.12	50	6
1000	0	1	0	50
750	1200	0.2	20	4

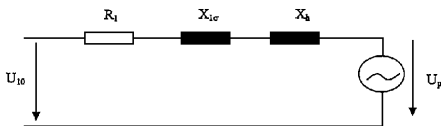
b) Eine Synchronmaschine arbeitet am Netz konstanter Spannung und 50 Hz Frequenz. Sie weist eine Polpaarzahl von $p=3$ auf.

Füllen Sie die Tabelle weiter aus unter der Annahme, dass die Belastung gleich der Nennbelastung ist.

Drehfeld-drehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Drehzahldifferenz zwischen Drehfeld- und Polrad-drehzahl (Läuferdrehzahl) Δn	Ständerfrequenz f_1 [Hz]	Frequenz in der Polrad- wicklung (Läuferwicklung) f_2 [Hz]

9-1

a) Welche physikalischen Effekte werden durch die Elemente des Ersatzschaltbildes der Synchronmaschine beschrieben?



b) Zeichnen Sie jeweils eine typische Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie von den Motoren:

- Asynchronmotor
- Synchronmotor
- fremderregter Gleichmotor

c) Erläutern sie die Begriffe Ankerstellbereich und Feldstellbereich für den Betrieb einer fremderregten Gleichstrommaschine und eine Asynchronmaschine.

9-3

Von einem fremderregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:

$P_N = 15 \text{ kW}$; $n_N = 3000 \text{ 1/min}$

Ankerkreis: $U_{AN} = 400 \text{ V}$, $I_{AN} = 40 \text{ A}$; Erregerkreis: $U_{EN} = 200 \text{ V}$, $I_{EN} = 2 \text{ A}$.

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

a) Berechnen Sie

- das Nennmoment.
- die induzierte Spannung im Nennpunkt.
- den Ankerkreiswiderstand.

b) Wie groß ist die Leerlaufdrehzahl des Motors?

c) Wie groß ist die Ankerspannung einzustellen, wenn im Stillstand des Motors kurzzeitig das doppelte Nennmoment aufgebracht werden soll?

d) Welches Anlaufmoment wird erzeugt, wenn die Nennspannung anliegt?

9-4

Auf dem Typenschild eines Asynchronmotors lesen Sie folgende Nenndaten ab:
 $P_N = 20.9 \text{ kW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $I_N = 37.14 \text{ A}$, $\cos(\varphi_N) = 0.9$, $n_N = 1425 \text{ [1/min]}$, Netzfrequenz 50 Hz

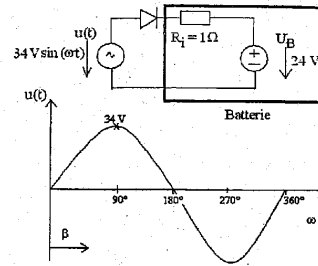
a) Zeichnen sie das vereinfachte Ersatzschaltbild des Asynchronmotors.

Berechnen sie auf dieser Grundlage folgende Größen:

- Wie groß ist die Synchrondrehzahl, die Polpaarzahl und der Nennschlupf des Motors?
- Berechnen Sie die zugeführte Wirkleistung P_3 und die mechanisch an der Welle abgegebene Leistung P_{mech} .
- Ermitteln Sie die Werte der Elemente R_2' und $L_{2\sigma}'$ des vereinfachten Ersatzschaltbildes.

10-1

a) Sie haben ein einfaches Batterieladegerät mit folgender Schaltung:
 Die Batterie wird durch eine Gleichspannung mit Innenwiderstand dargestellt.



- Zeichnen sie in den Zeitverlauf oben die Gleichspannung U_B vorzeichenrichtig mit ein.
- Überlegen sie sich, wann die Diode erstmalig leitend werden kann. Ermitteln sie den Winkel β .
- Ermitteln sie den prinzipiell Stromverlauf durch die Diode. Welchen Scheitelwert hat der Strom?
- Wie lange fließt der Strom? Geben sie den Stromflusswinkel an.

9-5

Ein Synchrongenerator weist eine synchrone Reaktanz von $X_d = 4 \Omega$ auf. Im Leerlauf wird bei einem Erregerstrom von 4 A gerade die Netzennspannung von $U_N = 380 \text{ V}$ eingestellt.

Gehen Sie vom vereinfachten Ersatzschaltbild aus.

I) Es soll ein Betriebspunkt eingestellt werden, bei dem ein ohmsch/induktiver Strom von 15 A mit zur Strangspannung nacheilendem Phasenwinkel von 45° ins Netz fließt.

Zeichnen Sie das Zeigerbild und ermitteln Sie den einzustellenden Erregerstrom.

II) Die Maschine wird vom Drehstromnetz getrennt. Das Polrad wird mit der Synchrondrehzahl angetrieben und mit 4 A erregt. An den Netzklemmen werden nun in Sternschaltung 3 Widerstände mit jeweils 4 Ohm angeschlossen. Berechnen sie den Strangstrom und zeichnen sie dann das einphasige Zeigerbild.

10-2

a) Aus dem Datenblatt für einen Asynchronmaschine, die an einem „Starren Netz“ der Frequenz 50 Hz betrieben werden soll, werden Daten in die folgende Tabelle übertragen. Dabei hat sich in jeder Zeile ein Fehler eingeschlichen.

- Korrigieren sie diese Fehler.
- Geben sie die Polpaarzahl des Motors an
- Skizzieren sie die gesamte Motorkennlinie aus den drei korrigierten Betriebspunkten.

Synchrondrehzahl n_1 [1/min]	mech. Wellendrehzahl n [1/min]	Schlupf s	Läuferfrequenz f_2 [Hz]	Drehmoment M_d [Nm]
1500	0	0	50	2000
1500	750	0.5	20	1500
750	1350	0.1	5	2400

b) Eine Synchronmaschine arbeitet am Netz konstanter Spannung und 50 Hz Frequenz. Sie weist eine Polpaarzahl von $p=3$ auf.

Füllen Sie die Tabelle weiter aus unter der Annahme, dass die Belastung gleich der Nennbelastung ist.

Drehfeldrehzahl	mech. Wellendrehzahl	Drehzahldifferenz zwischen Drehfeld- und Polradrehzahl	Ständerfrequenz	Frequenz in der Polradwicklung (Läuferwicklung)
n_1 [1/min]	n [1/min]	Δn	f_1 [Hz]	f_2 [Hz]

10-3

Von einem permanentenregten Gleichstrommotor sind folgende Daten bekannt:

$n_N = 3000$ 1/min

Ankerkreis: $U_{AN} = 24$ V, $I_{AN} = 1.2$ A, $R_A = 1 \Omega$,

Reibung und Sättigung des Motors werden vernachlässigt.

a) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild.

Berechnen Sie für den Nennbetriebspunkt:

die induzierte Spannung, das Nennmoment und die Nennleistung

b) Wie groß ist die Ankerspannung einzustellen, wenn im Stillstand des Motors das Nennmoment aufgebracht werden soll?

c) Um welchen Wert verändert sich die Nennzahl bei Nennstrom und Nennankerspannung, wenn der Fluss des Dauermagnet mit der Zeit um 4% nachlässt.

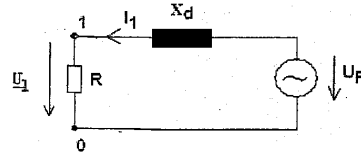
d) Erläutern sie den Begriff Ankerstellbereich beim geregelten Gleichstrommotor

10-5

Ein Synchrongenerator weist eine synchrone Reaktanz von $X_d = 4 \Omega$ auf. Im Leerlauf bei 3000 1/min wird bei einem Erregerstrom von $I_F = 1$ A gerade die Netzennspannung von $U_N = 380$ V bei 50 Hz eingestellt.

Gehen Sie vom einphasigen Ersatzschaltbild aus und nehmen sie an, dass der Wicklungswiderstand der Statorwicklung vernachlässigt wird.

Der Generator wird bei $I_F = 1$ A mit einem Widerstand je Strang von $R = 4 \Omega$ belastet und mit 3000 1/min angetrieben. Siehe Ersatzschaltbild.



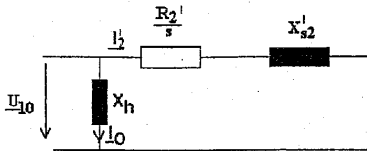
a) Ermitteln Sie den Strangstrom I_1 und zeichnen Sie maßstäblich das Zeigerbild.

b) Der Generator wird nun mit 2000 1/min angetrieben. Der Erregerstrom sei $I_F = 1$ A. Wie groß sind nun die Polradspannung, die Netzfrequenz und der Netzstrom I_1 ?

10-4

Auf dem Typenschild eines Asynchronmotors lesen Sie folgende Nenndaten ab:

$P_N = 2$ kW, $U_N = 380$ V, $I_N = 3.7$ A, $\cos \phi_N = 0.9$, $n_N = 912$ [1/min], Netzfrequenz 50 Hz. Es soll folgendes vereinfachte Ersatzschaltbild des Asynchronmotors gelten:



Berechnen sie auf dieser Grundlage folgende Größen:

a) Wie groß ist die Synchronzahl, die Polpaarzahl und der Nennschlupf des Motors?

b) Berechnen Sie für den Nennpunkt die zugeführte Wirkleistung und die mechanisch an der Welle abgegebene Leistung.

c) Ermitteln Sie den Wert des Läuferwiderstands R_2 .

Nehmen sie hierzu an $I_2 = I_N$!

d) Wie verändert sich der Magnetisierungszustand der Maschine, wenn bei einer Klemmenspannung von $U = 197.6$ V die Frequenz auf 25 Hz gestellt wird?

Nutzen sie zur Begründung den entsprechenden Zweig im Ersatzschaltbild.