

Klausur: Aktorik

zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner

Bitte geben Sie alle Aufgaben- und Lösungsblätter ab!

Aufgabe:	1	2	3					Σ	%		
Punkte:	8	12	10					30			
Punkte ist:											

Aufgabe 1: Akku-/Bohr-Schrauber

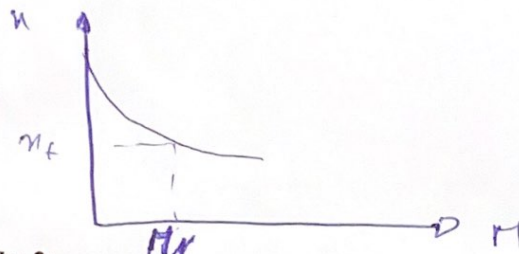
a) Wählen sie einen geeigneten Motor aus. Begründen sie ihre Wahl!

- * ~~Nebenschlussmotor, Gleichstrommotor~~
- * Nebenschluss erregter Gleichstrommotor.

Begrü.: Der Antriebsmotor ist für Werkzeugmaschine, Drehmoment erhöht Motorstrom

b) Wie erfolgt die Drehzahl/Drehmomentsteuerung? Welcher Parameter wird verändert?
- Es wird über Erreger von Widerstand geregelt.

Stellen Sie die Drehzahl – Drehmoment – Kennlinienscharen dieses Motors in einem Diagramm dar.



Aufgabe 2:

Gleichstromnebenschlussmotor:

Gegeben: $U=110V$; $I=5A$; $R_E=550\Omega$; $R_A=11\Omega$; $n=3000U/min.$; $P=495W$

Gesucht:

$$M \Rightarrow P = M \cdot 2\pi \cdot n \Rightarrow M = \frac{P}{2\pi \cdot n} = \frac{495W}{2\pi \cdot 3000 \cdot \frac{1}{60s}} = 1,57 N.m$$

$$\eta = \frac{P}{P_{el}} = \frac{495W}{550W} = \frac{495W}{U \cdot I} = \frac{495W}{110V \cdot 5A} = 0,9$$

$$P_v = P_{el} - P = 550W - 495W = 55W$$

$$I_E = \frac{U}{R_E} = \frac{110V}{550\Omega} = 0,2A$$

$$I_A = I - I_E = 5A - 0,2A$$

$$\text{Anlauf (n=0): } I_{A\text{ein}} = \frac{U}{R_A} = \frac{110V}{11\Omega} = 10A$$

Elektr. Seite

Maschine

mechanische Seite

$$P_{el} = U \cdot I \quad (4)$$

$$U = k_1 \cdot \Phi_E \cdot n \quad (1)$$

$$M_i = k_2 \cdot \Phi_E \cdot I_A \quad (2)$$

$$\Phi_E = k_3 \cdot I_E \quad (3)$$

$$P_{mech} = M \cdot \omega; \omega = 2\pi \cdot n \quad (5)$$

Φ_E : Erregerfeld (Stator)

I_A : Ankerstrom

I_E : Erregerstrom bei Spule

M_i : im Motor erzeugtes Moment

k_1, k_2, k_3 : konstant

Aufgabe 3:

Gleichstromreihenschlussmotor:

$P_{mech} = 960W$, $U = 12V$, Wirkungsgrad $= 0,8$

a) Zeichnen sie die Drehzahl – Drehmoment – Kennlinie:



b) Berechnen Sie:

$$P_{el} = \frac{P_{mech}}{\eta}$$

$$P_{el} = \frac{960W}{0,8} = 1200W$$

$$P_v = P_{el} - P_{mech} = 1200W - 960W = 240W$$

$$\text{Nennstrom } I = \frac{P_{el}}{U} = \frac{1200W}{12V} = 100A$$

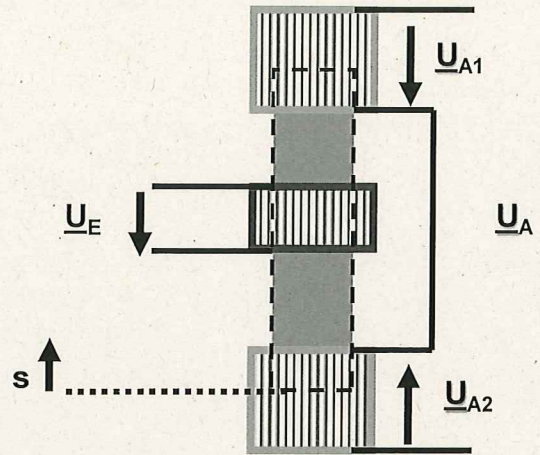
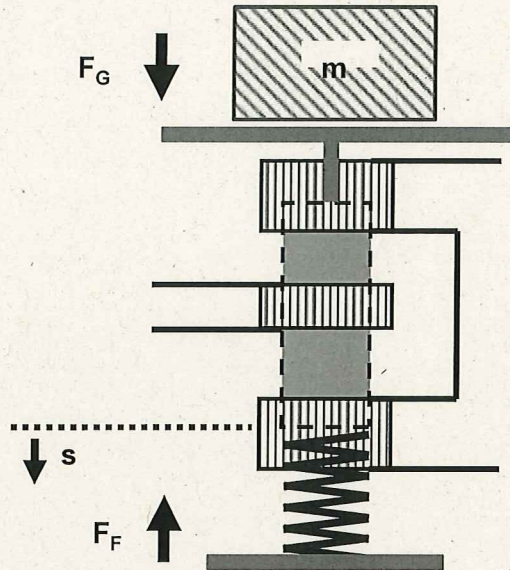
Innenwiderstand bei elektrischer Verlustleistung von 200 W:

$$R_i = \frac{P_{verl}}{I^2} = \frac{200W}{(100A)^2} = 0,02\Omega$$

LVDT, Gewichtsmessung

Gegeben:

Gesucht:



Ein LVDT wird zur Gewichtsmessung benutzt. Er liefert folgende Ausgangsgröße:
 $\underline{U}_B = 1 \text{ V}$. Berechnen Sie die zugehörige Längenänderung Δs sowie die gemessene M .

Daten des LVDT:

Federkonstante $c = 19,62 \cdot 10^4 \text{ N/m}$,

Betriebsspannung (Effektivwert) $\underline{U}_{\text{EIN}} = 4 \text{ V}$.

Wicklungszahl $N_0 = 1000$, Anzahl Wicklungen pro Länge: 50.000 1/m

$$\Delta s = 2,5 \text{ mm}$$

$$m = 50 \text{ kg}$$

Klausur: Aktorik, Elektrische Maschinen

. zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, Stift

Bitte geben Sie alle Aufgaben- und Lösungsblätter ab!

Aufgabe:	1	2	3						Σ	%	
Punkte:	14	12	14						40		
Punkte ist:											

Aufgabe 1:

Der Antrieb des Kühlerlüfters eines PKW soll elektrisch erfolgen.

- In welchen Betriebsarten (Sommer/Winter) wird der Antrieb betrieben?
- Zeichnen sie für die Betriebsart „Winter“ die charakterisierenden Kennlinien (P_v -t, T-t, n-t)
- Wählen sie einen Antriebsmotor aus (einfach, kostengünstig, Begründung!)
- Zeichnen sie das Drehzahl-Drehmoment-Diagramm und tragen Motor- , Lüfterkennlinie ein und markieren den Arbeitspunkt im Nennbetrieb.

Aufgabe 2: Anlasser Kfz:

- In welcher Betriebsart nach IEC-Norm wird der Motor betrieben?
- Zeichnen sie für diese Betriebsart die charakterisierenden Kennlinien (P_v -t, T-t, n-t)

$$I_A = \bar{I} - \bar{I}_C = 5A - 0,2A = 4,8A$$

Anlauf ($n=0$): I_{Aein}

$$I_{Aein} = \frac{U}{R_A} = \frac{110V}{11\Omega} = 10A$$

Aufgabe 3:

Drehstromasynchronmotor:

a) Welche beiden Läuferbauarten sind Ihnen bekannt?

Reihenschloß, Nebenschloß

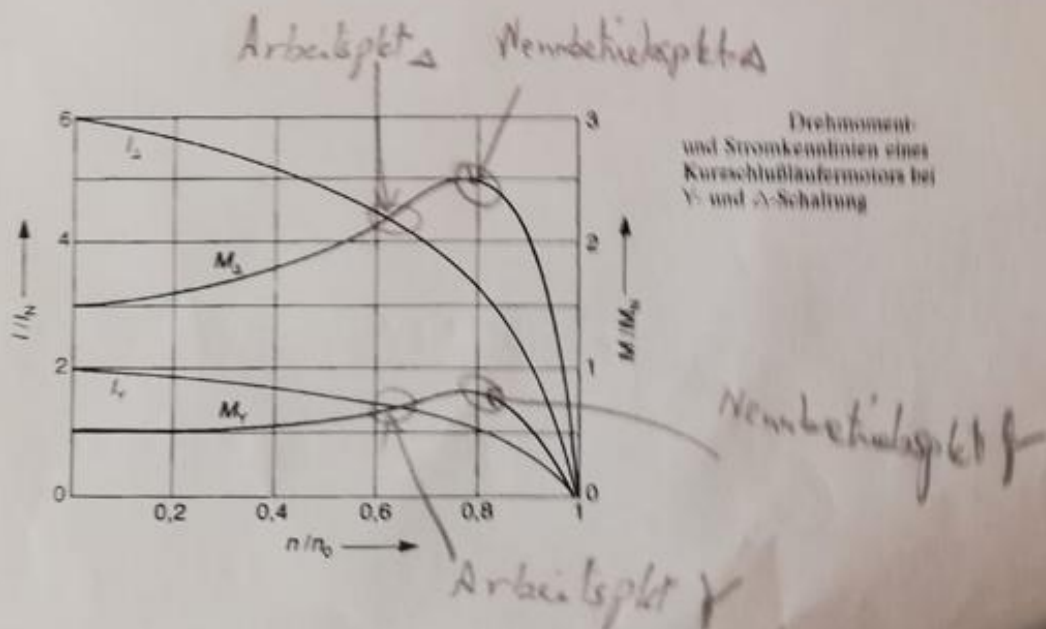
b) Nennen sie je einen Vor- und Nachteil der beiden Bauarten:

Reihenschloß: Vorteil:

c) Gegeben: Drehstromasynchronmotor für Ventilatorantrieb

$$\text{Ventilator Lastkennlinie: } M/M_N = a \cdot (n/n_N)^2 + M_0; a=1,5; M_0=0,15$$

Zeichnen sie die Lastkennlinie maßstäblich in das Diagramm. Kennzeichnen sie im Diagramm den erreichbaren Arbeitspunkt für Y- und Δ -Schaltung. Zeichnen sie die Anlaufkennlinie des Motors in Y- Δ -Schaltung bis zum Nennbetriebspunkt in Δ -Schaltung in das Diagramm.



c) Welcher Motortyp wird hier verwendet? (Begründung!)

d) Zeichnen sie das Ersatzschaltbild:

e) Zeichnen sie die Drehzahl – Drehmoment – Kennlinie:

Aufgabe 3:

Für eine stationäre Pumpenanlage (Entwässerung) ist ein Elektromotor auszulegen. Antriebsleistung im Nennbetrieb $P=4,5 \text{ kW}$, Nenndrehzahl $n=1400 \text{ U/min}$.

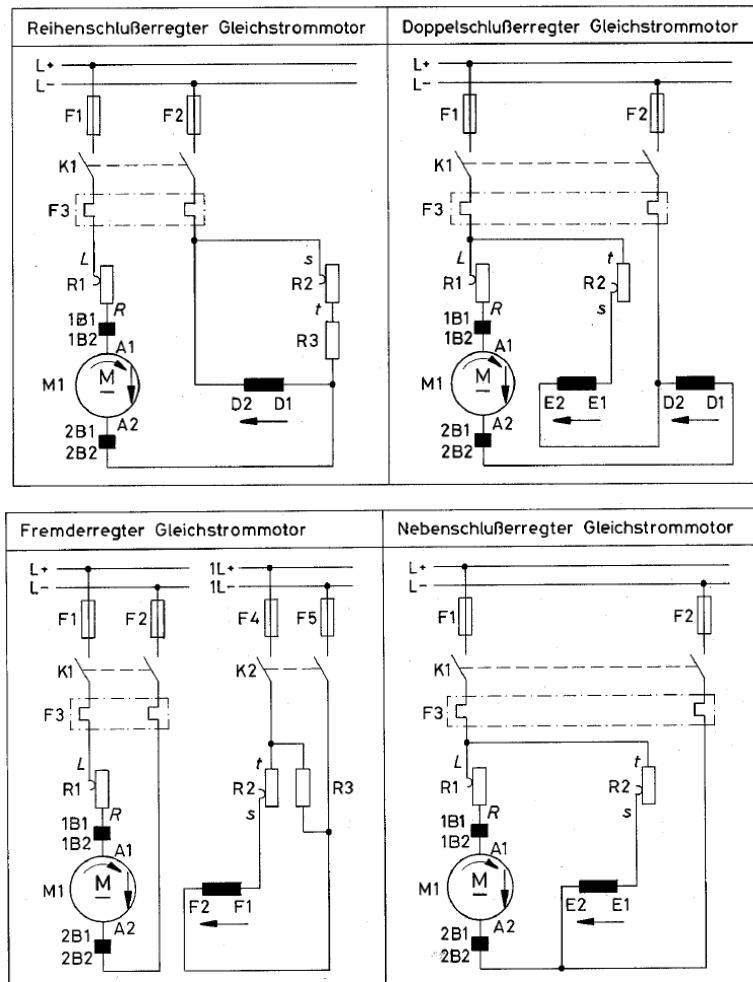
a) Wählen sie einen Motor (einfach, kostengünstig, Begründung!)

b) Die Pumpe soll mit 2 Drehzahlen (Leistungen) betrieben werden. Welche Drehzahlsteuerung (einfach, kostengünstig) ist hier zu wählen? Zeichnen sie die beiden Motorkennlinien und die Pumpenkennlinie in ein Diagramm (Drehmoment-Drehzahl). Kennzeichnen sie die Arbeitspunkte.

c) Nennen sie 2 andere Verfahren um die Motordrehzahl stufenlos zu steuern. Zeichnen sie hierfür die Motorkennlinien (qualitativ, Drehmoment-Drehzahl).

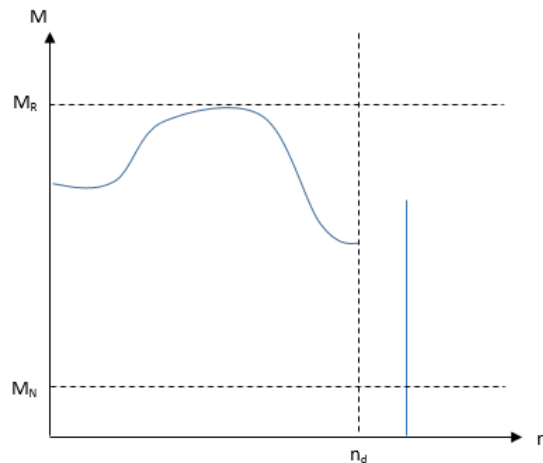
Aktorik:

- 1) Skizzieren Sie die Schaltungen eines fremderregten, nebenschlusserregten, reihenschlusserregten und eines doppelschlusserregten Gleichstrommotors.



Schaltungen von Gleichstrom-Motoren

2) M-n-Kennlinie (Reluktanzmotor)



a) Welche Motorentypen sind hier kombiniert?

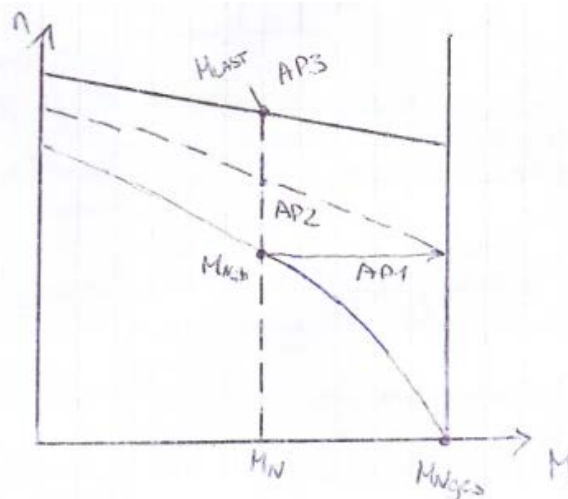
- Kombination aus Asynchron- und Synchronmotor

b) Erklären Sie in Stichworten, anhand der Kennlinie, das Verhalten des Motors, wenn das Lastmoment schwankt: $M_{\text{Last}} > M_N$; $M_{\text{Last}} < M_N$

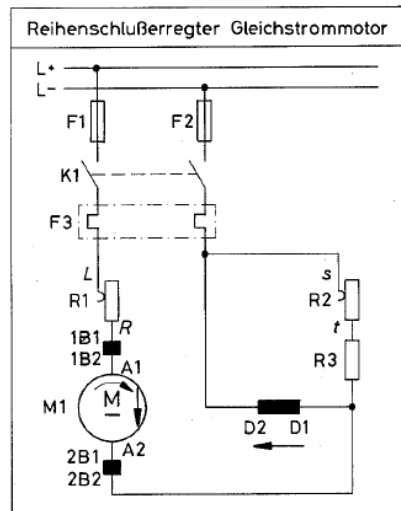
- Motor startet im Asynchronbetrieb bis zum Nenndrehmoment bzw. bis er die Nenndrehzahl erreicht hat. Dann springt er in den Synchronbetrieb $M_{\text{Last}} < M_N$. Sollte das Lastmoment größer werden als das Nenndrehmoment, geht er wieder zurück in den asynchronen Betrieb ($M_{\text{Last}} > M_N$)

3) Stellen Sie Drehzahl-Drehmomenten-Kennlinie des Motors mit gegebenen und berechneten Werten dar. Nennbetriebspunkt exakter Wert, übrige Kennlinie qualitativ. Zeichnen Sie qualitativ in das Kennfeld folgende Kennlinien ein.

1. $U = 300V$; $\Phi_{EN} = KTE$; $R_{AL} = 0$
2. $U = 600V$; $\Phi_E < \Phi_{EN}$; $R_{AL} = 0$



- 4) Der Gleichstrom-Reihenschlussmotor wird über einen Anlasserwiderstand (Ankerkreis) und einen parallel zur Erregerwicklung liegenden Feldwiderstand geregelt. Zeichnen Sie die Schaltung (Ersatzschaltbild)

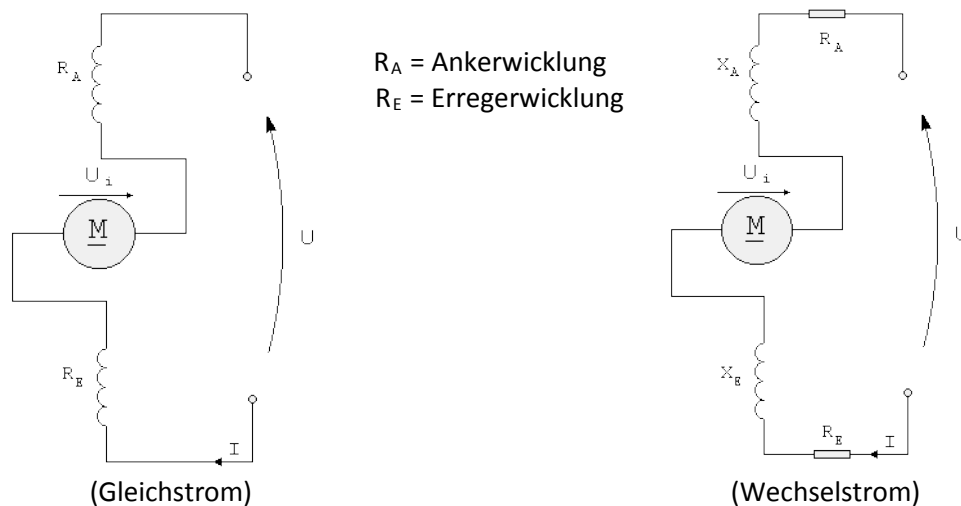


- 5) Universalmotor (z.B. Antrieb von Handwerkzeugmaschinen, Haushaltsgeräten); Betrieb an Gleich- und Wechselstrom möglich.

a) Welcher (Grund-)Motortyp wird hierfür verwendet?

- (Einphasen-)Reihenschlussmotor

b) Zeichnen Sie das Ersatzschaltbild



c) Nennen Sie je einen Vor- und Nachteil gegenüber einem Wechselstrommotor.

- + Kann an Gleich- und Wechselspannung betrieben werden
 - + Drehzahleinstellung möglich
 - Teurer als Asynchronmotor
- (Eigenschaften: Reihenschlussverhalten)

6) Welche Vorteile hat der nebenschlusserregte Gleichstrommotor und nennen Sie ein typisches Anwendungsbeispiel.

- + linearer Zusammenhang zwischen angelegter Rotorspannung und Drehzahl des Rotors
- + $N = \text{konst.}$ bei Laständerung

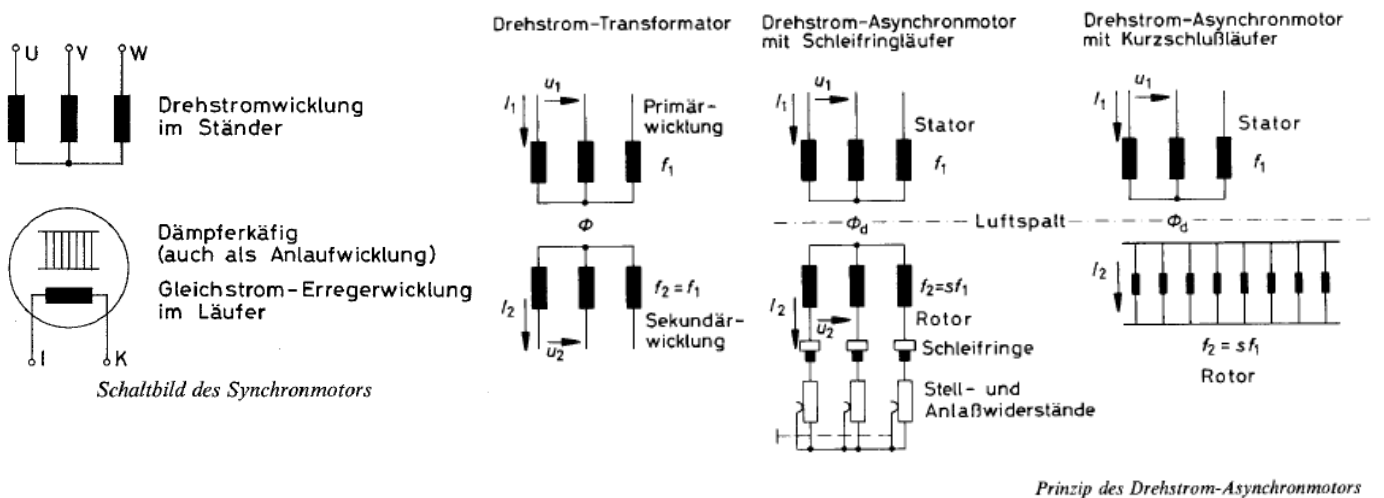
Anwendung:

- drehzahlveränderlicher Antrieb (z.B. Werkzeugmaschinen, Spritzgussmaschinen)

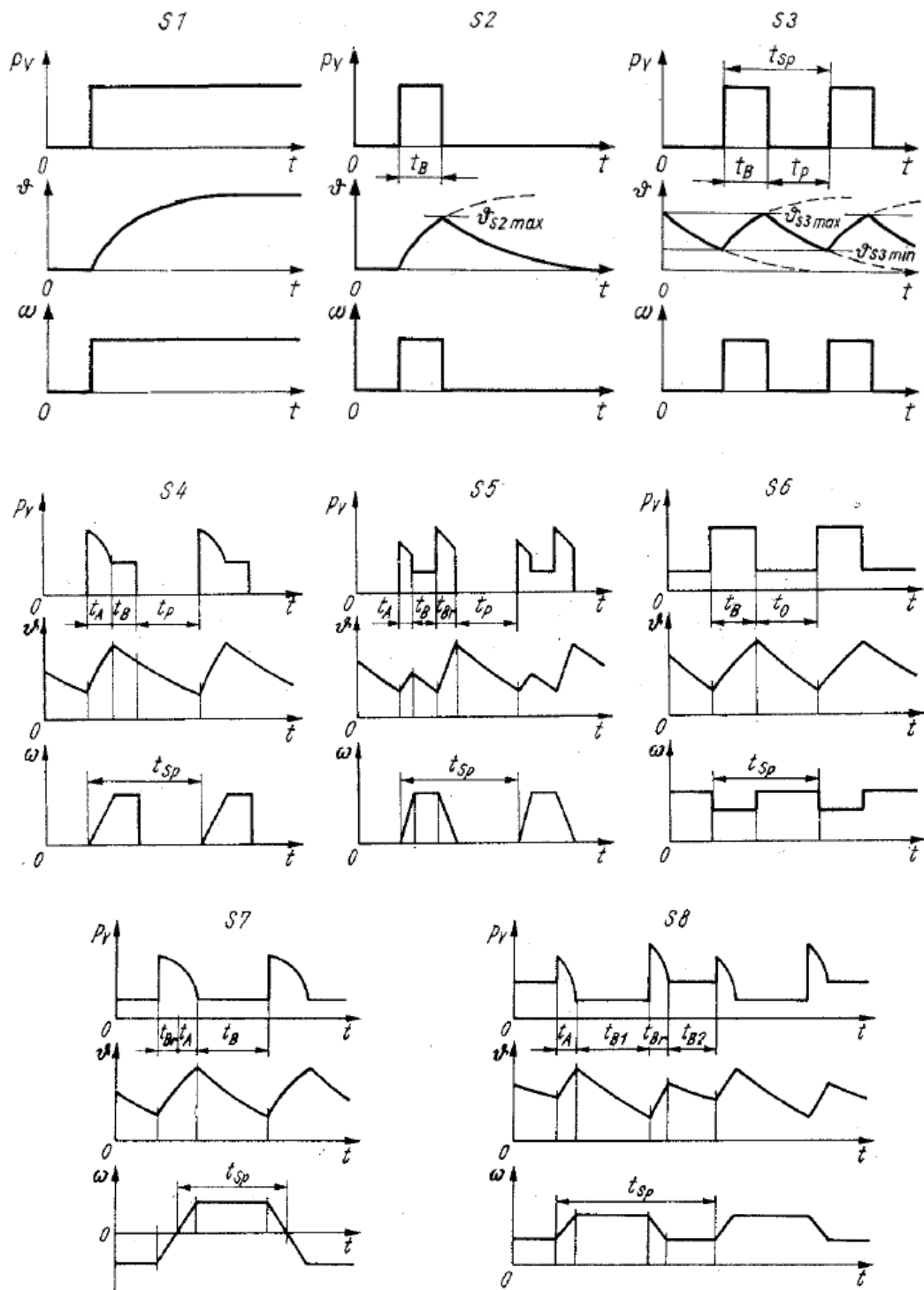
7) Drehstromsynchronmotor/Drehstromasynchronmotor

Läuferarten		Vorteile	Nachteile
synchron	Vollpolläufer	tolerant gegen kurzzeitige Überlastung	hohe Lagerbelastung durch pulsierenden Drehmoment
	Schenkelpolläufer	kostengünstig	große Bauform ausgelegt auf niedrige Drehzahlen
asynchron	Kurzschlussläufer	robust wartungsarm (keine Schleifkontakte)	schlechter Anlauf
	Schleifringläufer	wartungsarm guter Anlauf gut regelbar	Schleifkontakte (Verschleiß)

8) Ersatzschaltbilder (Synchron-/Asynchronmotor)



9)

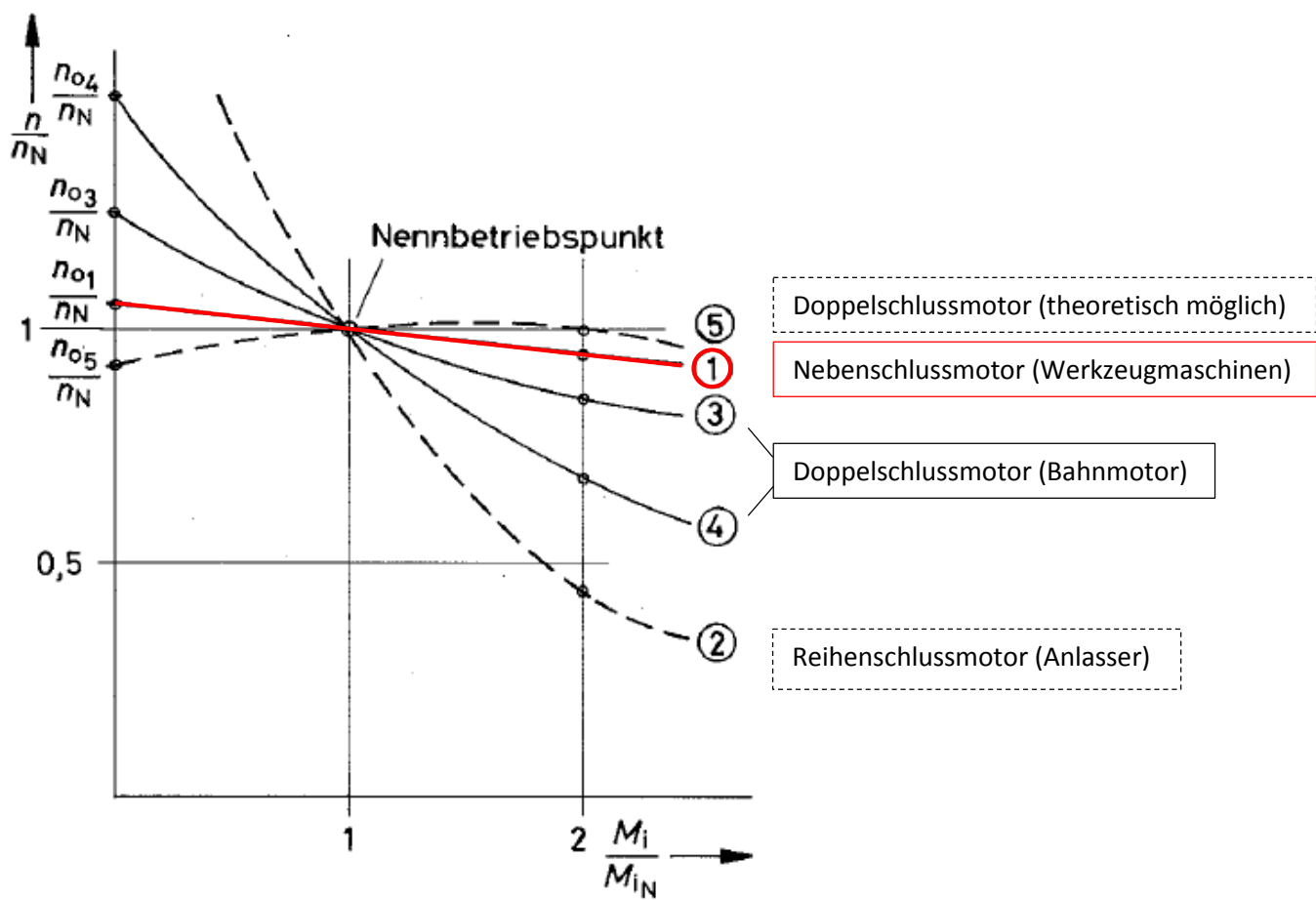


- S1 Dauerbetrieb
- S2 Kurzzeitbetrieb
- S3 Aussetzbetrieb ohne Einfluß des Anlaufs und der Bremsung auf die Temperatur
- S4 Aussetzbetrieb mit Einfluß des Anlaufs auf die Temperatur
- S5 Aussetzbetrieb mit Einfluß des Anlaufs und der Bremsung auf die Temperatur
- S6 Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung
- S7 Reversierbetrieb
- S8 Durchlaufbetrieb mit veränderlicher Drehzahl.

Beispiele:

- Pumpe: S1
- Anlasser: S2
- Scheibenwischer: S1, S2, S3
- Motor-Lift: S5
- Antriebe mit veränderlicher Drehzahl: S7, S8

10) Welcher Gleichstrommotor gehört zu welcher Kennlinie?



Betriebsverhalten $n=f(M)$ der Gleichstrommotoren

11) Geben Sie für die verschiedenen Gleichstrommotoren das Betriebsverhalten und ein Anwendungsbeispiel an.

Nebenschluss:

- Drehzahl ändert sich bei Belastung nur wenig
- Drehrichtungsänderung durch Umkehren der Stromrichtung an der Anker- oder Erregerwicklung
- Antriebsmotor für Werkzeugmaschinen

Reihenschluss:

- Ausgeprägte Abhängigkeit der Drehzahl von der Belastung
- Hohes Anlaufmoment
- Bei Entlastung unzulässig hohe Drehzahl
- Drehrichtungsänderung durch Umkehren der Stromrichtung an der Anker- oder Erregerwicklung
- Fahrzeugantrieb, Anlasser

Doppelschluss:

- Es lassen sich Zwischenstufen in der Drehzahl-Drehmoment-Charakteristik erreichen (bei Antrieb unter Last)
- Kran

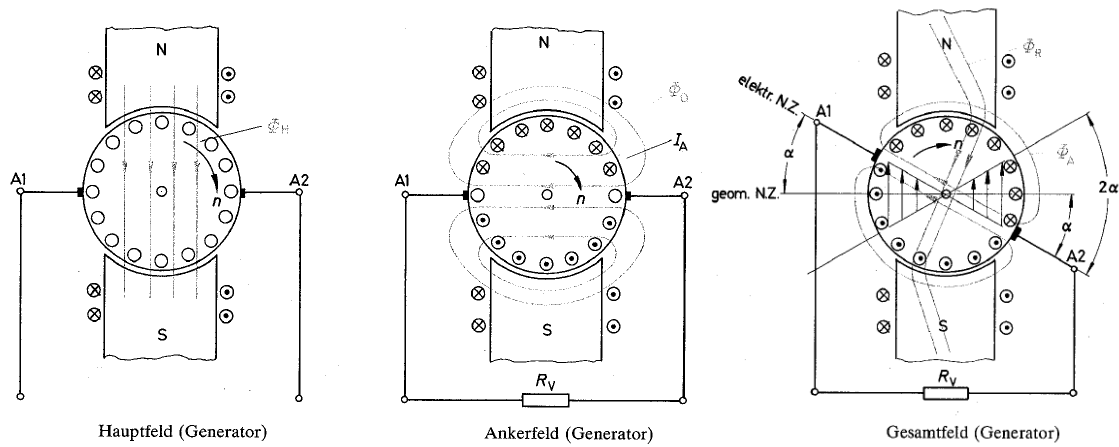
Fremderregung:

- Speisung der Erregerwicklung durch eine weitere Stromversorgung
- Es ergibt sich ebenfalls eine Nebenschlusscharakteristik

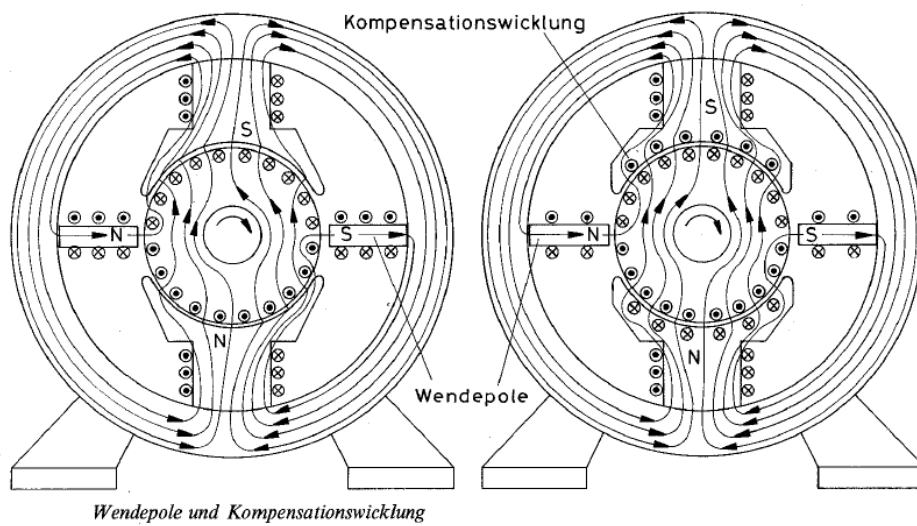
12) Vor-/Nachteile von synchron und asynchron

	<i>Vorteile</i>	<i>Nachteile</i>
synchron	Drehzahl ist bei Belastung konstant	benötigt Anlaufhilfe bleibt stehen bei Überbelastung
asynchron	Einfacher, robuster Aufbau wartungsarm wenig störungsanfällig für Dauer- und Unterbrechungsbetrieb geeignet geringer Drehzahlabfall bei Last	Anzugsmoment ist begrenzt

13) Stellen Sie die magnetischen Felder dar (Hauptfeld, Ankerfeld, Gesamtfeld)

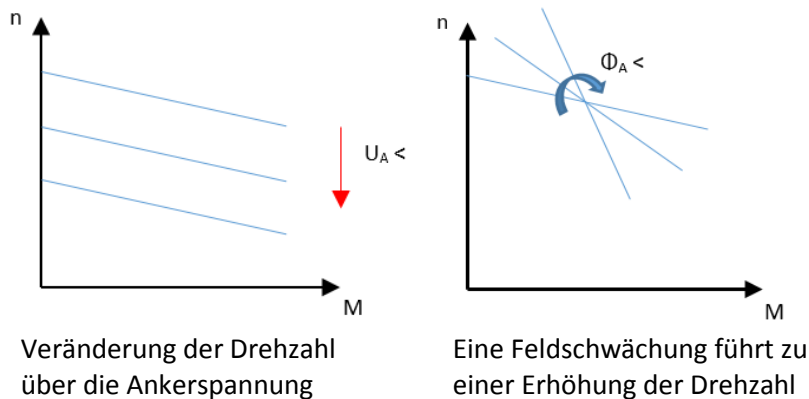


14) Skizzieren Sie den elektromagnetischen Aufbau mit allen Wicklungen eines leistungsstarken Motors.



15) Wie werden bei einem nebenschlusserregtem Gleichstrommotor die Drehzahl und das Drehmoment geregelt?

- Mit geringerem Aufwand sind bei allen Gleichstrommotoren große Drehzahlveränderungen möglich. Wenn durch den Einsatz von Stromrichtergeräten eine einstellbare Ankerspannung zur Verfügung steht, kann das Drehmoment und damit die Drehzahl stufenlos verstellt werden. Eine Verkleinerung des Feldstromes (Feldschwächung) ermöglicht bei Erreichen der Ankernennspannung eine weitere Drehzahlerhöhung.



16) Welchen Vorteil hat der nebenschlusserregte Gleichstrommotor?

- Die Drehzahl eines Motors mit Nebenschlussverhalten ist nahezu lastunabhängig. Nebenschlussmaschinen werden aufgrund des relativ konstanten Drehmoments oft in Werkzeugmaschinen eingesetzt.

17) Erläutern Sie die Funktionsweise von Drehstrommaschinen.

- Im Ständer einer Drehstrommaschine ist eine dreisträngige Wicklung in Nuten verteilt. Die drei Phasen des Drehstroms erzeugen ein elektrisches Feld. Drehstrommaschinen teilen sich wegen unterschiedlicher Läuferführung in Asynchron- und Synchronmaschinen auf.

18) Wie ist der Aufbau einer Asynchronmaschine?

- Der geblechte Läufer enthält entweder eine Drehstromwicklung, wie im Ständer, oder eine Stabwicklung. Die Drehstromwicklung ist an Schleifringe angeschlossen, die direkt über Vorwiderstände kurzgeschlossen sind. Bei der Stabwicklung sind die Stäbe durch zwei Kurzschlussringe (Käfigläufer) miteinander verbunden.

19) Wie ist die Funktionsweise einer Asynchronmaschine?

- Solange die Läuferdrehzahl n von der Synchrondrehzahl n_0 abweicht, induziert das Ständerdrehfeld in der Läuferwicklung Ströme, wodurch ein Drehmoment entsteht. Die Abweichung von n zu n_0 bezeichnet man als Schlupf. Für $n < n_0$ arbeitet die Maschine als Motor. Die Asynchronmaschine ist der am häufigsten verwendete Elektromotor in der Antriebstechnik. Die Drehzahl aller Drehstrommaschinen wird über die Frequenz im Ständer festgelegt. Stromrichter, die die Frequenz verändern, ermöglichen daher eine weite Drehzahlverstellung.

20) Wie ist der Aufbau einer Synchronmaschine?

- Im Läufer (Polrad) werden Pole mit Gleichstromspulen magnetisiert. Der Erregerstrom wird in der Regel über zwei Schleifringe auf den Läufer übertragen.

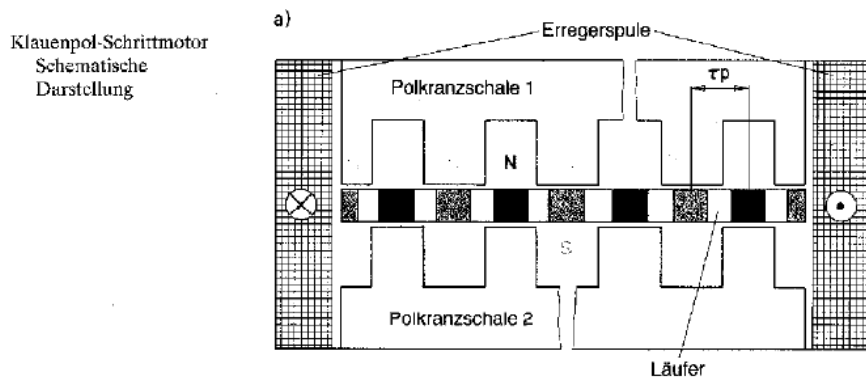
21) Wie ist die Funktionsweise einer Synchronmaschine?

- Die Synchronmaschine hat im Unterschied zur Drehstrom-Asynchronmaschine keinen Schlupf. Bei der Synchronmaschine ist die Drehzahl des Läufers gleich der Drehzahl des elektromagnetischen Drehfeldes, d.h. der Läufer rotiert synchron zum Drehfeld. Deshalb wird im Rotor keine Spannung induziert. Die Drehzahl aller Drehstrommaschinen wird über die Frequenz im Ständer festgelegt. Stromrichter, die die Frequenz verändern, ermöglichen daher eine weite Drehzahlverstellung.

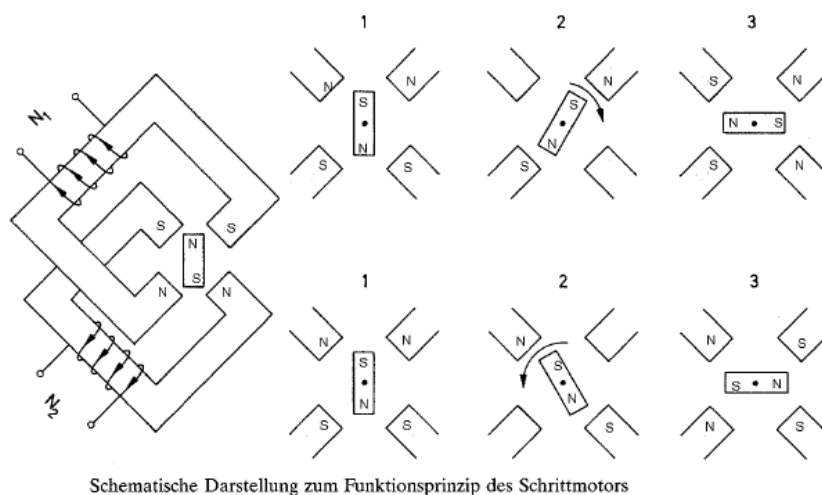
22) Warum läuft ein Synchronmotor nicht selbstständig an? Welche Anlaufhilfen werden verwendet?

- Sofern der Läufer mit n_0 dreht, entsteht ein konstantes Drehmoment. Andernfalls ergibt sich ein periodisch zwischen einem positiven und negativen Maximalwert schwankendes Drehmoment mit unzulässig großen Strömen. Daher kann ein Synchronmotor nicht ohne Hilfseinrichtung anlaufen. Um den Motor selbstständig anlaufen zu lassen, benötigt man ein selbsterzeugtes Drehfeld, das durch Phasenverschiebung entsteht. Dies geschieht meist durch Kondensatoren. Hier wird die Hauptwicklung direkt an das Stromnetz angeschlossen und mit einer Hilfswicklung über Kondensatoren in Reihe geschaltet.

23) In der Skizze ist ein Klauenpolschrittmotor dargestellt. Erläutern Sie kurz die Funktionsweise



- Ein Schrittmotor ist ein Synchronmotor, bei dem der Rotor (drehbar mit Welle) durch ein gesteuertes schrittweise rotierendes elektromagnetisches Feld, der Statorspulen (nicht drehbar) um einen minimalen Winkel (Schritt) oder sein Vielfaches gedreht werden kann.



24) Was ist ein 1-Phasen-Wechselmotor?

- Die einfachste Ausführung eines 1-Phasen-Wechselstrommotors ergibt sich, wenn eine Drehstrom-Asynchronmaschine mit nur zwei Ständerstangen an einen Wechselstrom angeschlossen wird. Bei etwa gleichem Betriebsverhalten sind jedoch Leistung und maximales Drehmoment vermindert. Auch der Gleichstrom-Reihenschlussmotor kann mit Wechselstrom betrieben werden, wenn auch der Ständer aus geblechtem Eisen aufgebaut ist. Er wird dann Universalmotor genannt.

25) Warum benötigt ein 1-Phasen-Wechselmotor einen Betriebskondensator?

- Damit er selbstständig anlaufen kann.

Schutzarten nach DIN 40050 und IEC-Publikation 144

Berührungsschutz	Fremdkörper-schutz	Kennbuch-stabe und erste Kennziffer	Schutz gegen Eindringen von Flüssigkeiten								
			Kein Schutz	Schutz gegen Kondensat-wasser-tropfen	Schutz gegen Flüssigkeits-tropfen auch bei Neigungen bis zu 15° aus der Vertikalen	Schutz gegen Regen auch bei Neigungen bis zu 60° aus der Vertikalen	Schutz gegen Schwall-wasser aus allen Rich-tungen	Schutz gegen Strahl-wasser aus allen Rich-tungen	Schutz gegen vorüber-gehende Überflut-ung (auf Schiffs-deck)	Schutz gegen Ein-tauchen in Wasser	Schutz gegen Druck-wasser
			Zweite Kennziffer .0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8
Kein Berüh-rungsschutz	Kein Schutz gegen feste Fremdkörper	IP0.	IP00								
Schutz gegen großflächige Berührung (mit der Hand)	Schutz gegen große feste Fremdkörper	IP1.	IP10	IP11	IP12						
Schutz gegen Berührung mit den Fingern	Schutz gegen mittelgroße feste Fremdkörper	IP2.	IP20	IP21	IP22	IP23					
Schutz gegen Berührung mit Werkzeugen, Drähten oder ähnlichem über 2,5 mm Stärke	Schutz gegen kleine feste Fremdkörper	IP3.		IP31	IP32	IP33	IP34				
Schutz gegen Berührung mit Werkzeugen, Drähten oder ähnlichem über 1 mm Stärke	Schutz gegen kleine feste Fremdkörper	IP4.		IP41	IP42	IP43	IP44				
Schutz gegen Berührung mit Hilfsmitteln jeglicher Art	Schutz gegen störende Staub-ablagerungen im Innern	IP5.					IP54	IP55			
Schutz gegen Berührung mit Hilfsmitteln jeglicher Art	Vollkommener Schutz gegen Staub	IP6.						IP65	IP66	IP67	IP68

26) Die Schutzart wird mit IPxx bezeichnet. Was bedeutet die erste und die zweite Ziffer?

- Die erste Ziffer steht für den Berührungsschutz/Fremdkörperschutz und die zweite Ziffer für den Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern

27) Warum gibt es die Schutzart IP27 nicht?

- Die Kennziffer 2 bedeutet Schutz gegen Berührung mit den Fingern/Schutz gegen mittelgroße feste Fremdkörper und die Kennziffer 7 bedeutet Schutz gegen Eintauchen in Wasser. Es gibt diese Schutzklasse deshalb nicht, da elektrische Antriebe die in Wasser eingetaucht werden, an zweiter Stelle die Kennziffer 6 (Schutz gegen Berührung mit Hilfsmitteln jeglicher Art/Vollkommener Schutz gegen Staub) haben müssen.

28) Welche Schutzart muss ein im freien betriebener Motor mindestens haben?

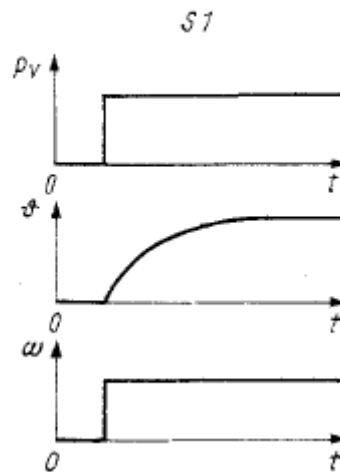
- Geräte, die im Freien eingesetzt werden sollen, müssen der Schutzart IP23 genügen

29) Welche Schutzart ist für eine Tauchpumpe mit E-Motor nötig?

- IP68

30) Nach IEC34-1 werden die Betriebsarten in S1 und S8 eingeteilt. Geben sie für einen Motor in Dauerbetrieb die zeitlichen Verläufe der Bestimmungsgrößen (Verlustleistung, Temperatur und Drehzahl) an.

- Dauerbetrieb: S1



Rechnung 1)

- $U_N = 24V$
- $I_N = 1,4A$
- $n_N = 4000 \frac{1}{min}$
- $M_N = 64,5mNm$
- $M_{MR} = 5,5mNm$
- $R_i = 2\Omega$

a) Welcher Motortyp liegt vor? Kurze Begründung.

- Reihenschlussmotor, da kein R_A , R_E und I_N klein ist ($I \ll <$)

b) Bestimmen Sie:

- P_N (27W)
- η_N (80%)
- P_V (6,6W)
- $P_{V,el.}$ (3,92W)
- $P_{V,mech.}$ (2,3W)
- $P_{V,mag.}$ (0,38W)
- I_0 (0,44A)
- I_{ein} (12A)
- M_{ein} (5,143Nm)

c) Das maximale Einschaltmoment muss begrenzt werden. Es soll gelten, dass das maximale Einschaltmoment dem doppelten erzeugten Moment entspricht. Bestimmen Sie den maximalen Einschaltstrom $I_{ein,max.}$ und den notwendigen Anlaufwiderstand R_{Anlauf} .

- $I_{ein,max.}$ (1,98A)
- R_{Anlauf} (10,12 Ω)

Rechnung 2)

- $U_N = 220V$
- $I_N = 1,4A$
- $n_N = 1500 \frac{1}{min}$
- $P_N = 750W$
- $M_{MR} = 33Ncm$
- $R_A = 7,4\Omega$
- $R_E = 645\Omega$

a) Welcher Motortyp liegt vor? Kurze Begründung.

- Gleichstromnebenschlussmotor, da es einen Anker- und Erregerwiderstand gibt.

b) Bestimmen Sie

- M_N (4,77Nm)
- η_N (0,725)
- P_V (284W)
- I_{AN} (4,36A)
- I_{EN} (0,341A)
- $P_{V,el.}$ (215,2W)
- $P_{V,mech.}$ (51,89W)
- $P_{V,mag.}$ (16,96W)
- I_{A0} (4,36A)
- n_0 ($1741,1 \frac{1}{min}$)
- M_{ein} (34,78Nm)
- $I_{A,ein}$ (29,73A)
- $P_{V,ein}$ (6615W)

Aufgabe 1:

Gegeben: $U_N = 24 \text{ V}$ $I_N = 1,4 \text{ A}$ $n_N = 4000 \text{ 1/min}$ $M_N = 64,5 \text{ mNm}$
 $M_{MR} = 5,5 \text{ mNm}$ $R_i = 2 \Omega$

a.) Welcher Motortyp liegt vor? Kurze Begründung.

b.) Bestimmen Sie: P_N , η_N , $P_{V\text{el}}$, $P_{V\text{mech}}$, $P_{V\text{mag}}$, I_0 , I_{ein} , M_{el}

c.) Das maximale Einschaltmoment muss begrenzt werden. Es soll gelten, dass das maximale Einschaltmoment dem doppelten erzeugten Moment entspricht.

Bestimmen Sie den maximalen Einschaltstrom $I_{\text{ein, max}}$ und den notwendigen Anlaufwiderstand R_{Anlauf} .

$I \ll I_N$

a) Reihenschlussmotor, da kein R_A und R_E und I_N klein ist.

$$b) P_N = U_N \cdot I_N = 24 \text{ V} \cdot 1,4 \text{ A} = 33,6 \text{ W}$$

$$\eta_N = \frac{P_N}{U_N \cdot I_N} = \frac{27 \text{ W}}{24 \text{ V} \cdot 1,4 \text{ A}} = 0,8036 \approx 80\%$$

$$P_{V\text{el}} = R_i \cdot I_N^2 = 2 \Omega \cdot 1,4^2 \text{ A} = 3,92 \text{ W}$$

$$P_{V\text{mech}} = 5,5 \text{ mNm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{4000}{60} \cdot 10^{-3} = 2,3 \text{ W}$$

$$P_{V\text{mag}} = P_V - P_{V\text{el}} - P_{V\text{mech}} = 6,6 \text{ W} - 3,92 \text{ W} - 2,3 \text{ W} = 0,38 \text{ W}$$

$$P_V = U_N \cdot I_N - P_{\text{ab}} = 24 \text{ V} \cdot 1,4 \text{ A} - 27 \text{ W} = 6,6 \text{ W}$$

$$I_0 = \sqrt{I_N^2 \cdot \frac{M_{\text{el}}}{M_{\text{mech}}}} = \sqrt{1,4^2 \cdot \frac{64,5}{70}} = 0,44 \text{ A}$$

$$M_{\text{mech}} = M_N + M_{MR} = 64,5 + 5,5 = 70 \text{ mNm}$$

$$I_{\text{ein}} = \frac{U_N}{R_i} = 24 \text{ V} / 2 \Omega = 12 \text{ A}$$

$$M_{\text{el}} = M_{\text{mech}} \cdot \frac{I_{\text{ein}}^2}{I_N^2} = 70 \text{ mNm} \cdot \frac{12^2}{1,4^2} = 5142,86 \text{ mNm} = 5,143 \text{ Nm}$$

$$c) I_{\text{ein, max}} = \sqrt{I_N^2 \cdot \frac{M_{\text{el, max}}}{M_{\text{mech}}}} = \sqrt{1,4^2 \cdot \frac{140}{70}} = 1,98 \text{ A}$$

$$M_{\text{el, max}} = 2 \cdot M_{\text{mech}} = 140 \text{ mNm}$$

$$R_{\text{Anlauf}} = R_{\text{gesamt, Anlauf}} - R_i$$

$$= \frac{U_N}{I_{\text{ein, max}}} - R_i = \frac{24 \text{ V}}{1,98 \text{ A}} - 2 \Omega = 10,12 \Omega$$

Aufgabe 2:

Gegeben: $U_N = 220 \text{ V}$ $I_N = 4,7 \text{ A}$ $n_N = 1500 \text{ 1/min}$ $P_N = 750 \text{ W}$
 $M_{MR} = 33 \text{ Ncm}$ $R_A = 7,4 \Omega$ $R_E = 645 \Omega$

a.) Welcher Motortyp liegt vor? Kurze Begründung.

b.) Bestimmen Sie: M_N , η_N , P_V , I_{AN} , I_{EN} , P_{vel} , P_{vmach} , P_{vrag} , $I_{A,0}$, η_0 , M_{ein} , $I_{A,ein}$, $P_{v,ein}$

a) Gleichstromnebenschlussmotor, Warum keine Ahnung, da der ein Anker und Erreger widerstand hat.

$$b) M_N = \frac{P_N}{\omega_1} = \frac{750 \text{ W} \cdot 60}{1500 \text{ s}} = 4,77 \text{ Nm}; \quad \eta_N = \frac{P_N}{U_N \cdot I_N} = \frac{750 \text{ W}}{220 \text{ V} \cdot 4,7 \text{ A}} = 0,725$$

$$P_{V_A} = U_N \cdot I_N - P_N = 220 \text{ V} \cdot 4,7 \text{ A} - 750 \text{ W} = 284 \text{ W}$$

$$I_{AN} = I_N - I_{EN} \Rightarrow I_{EN} = U_N / R_E = \frac{220 \text{ V}}{645 \Omega} = 0,341 \text{ A}$$

$$I_A = 4,7 \text{ A} - 0,341 \text{ A} = 4,36 \text{ A}$$

$$P_{vel} = R_A \cdot I_{AN}^2 + R_E \cdot I_{EN}^2 = 7,4 \Omega \cdot 4,36^2 \text{ A}^2 + 645 \Omega \cdot 0,341^2 \text{ A}^2 = 215,2 \text{ W}$$

$$P_{vmach} = M_{MR} \cdot \omega = 33 \text{ Ncm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{1500}{60 \text{ s}} \cdot 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{cm}} = 51,84 \text{ Nm/s}$$

$$P_{vrag} = P_{V_A} - P_{vel} - P_{vm} = 284 \text{ W} - 215,2 \text{ W} - 51,84 \text{ W} = 16,96 \text{ W}$$

$$I_{A,0} = \frac{M_{MR}}{M_{erz}} \cdot I_{AN} = \frac{33 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}}{5,1 \text{ Nm}} = 0,34 \text{ A} \quad M_{erz} = M_{MR} + M_N = 33 \cdot 10^{-2} \text{ Nm} + 4,77 \text{ Nm} = 5,1 \text{ Nm}$$

$$I_{A,0} = 0,282 \text{ A}; \quad I_{A,ein} = \frac{U_N}{R_A} = \frac{220 \text{ V}}{7,4 \Omega} = 29,73 \text{ A}$$

$$\eta_0 = ? \quad P_{v,ein} = R_A \cdot I_{A,ein}^2 + R_E \cdot I_{EN}^2 = 7,4 \Omega \cdot 29,73^2 \text{ A}^2 + 645 \Omega \cdot 0,341^2 \text{ A}^2 = 6615 \text{ W}$$

$$M_{ein} = \frac{I_{A,ein}}{I_{AN}} \cdot M_{erz} = \frac{29,73}{4,36 \text{ A}} \cdot 5,1 \text{ Nm} = 34,78 \text{ Nm}$$

$$\eta_0 = \frac{U_N - I_{A,0} \cdot R_A}{U_N - I_{AN} \cdot R_A} \cdot \eta_N$$

$$= \frac{220 \text{ V} - 0,282 \cdot 7,4}{220 \text{ V} - 4,36 \cdot 7,4} \cdot 0,725$$

$$\eta_0 = 1741,1 \frac{1}{\text{min}}$$

Berechnungsbeispiel (GNM)

Gegeben:

Nennspannung $U_N = 220 \text{ V}$, Nennstrom $I_N = 4,7 \text{ A}$

Wellenleistung $P_N = 750 \text{ W}$; Nenndrehzahl $n_N = 1500 \text{ U/min.}$

Motoreigenreibung $M_0 = 33 \text{ Ncm}$

$R_A = 7,4 \text{ } \Omega$ $R_E = 645 \text{ } \Omega$

Gesucht: für Nennbetrieb

Wirkungsgrad $\eta =$

Nennmoment $M_N =$

Gesamtmoment des Motors $M = M_N + M_0 =$

$I_A =$

$I_E =$

Verlustleistung $P_V =$

Die Verlustleistung teilt sich in 3 Anteile (elektrische, mechanische, magnetische) auf.

$P_{V, \text{el}} =$

$P_{V, \text{mech}} =$

$P_{V, \text{mag}} = P_V - P_{V, \text{el}} - P_{V, \text{mech}} = 16 \text{ W}$

Leerlaufstrom $I_0 =$

Einschaltstrom $I_{A, \text{ein}} = (\text{Drehzahl } n = 0)$

Einschaltmoment $M_{\text{ein}} =$

Berechnungsbeispiel (GRM)

Gegeben:

Nennspannung $U_N = 24 \text{ V}$, Nennstrom $I_N = 1,4 \text{ A}$

Innenwiderstand $R_i = 2 \Omega$; Nenndrehzahl $n_N = 4000 \text{ U/min}$.

Motornennmoment $M_N = 64,5 \text{ mNm}$; Motoreigenreibung $M_0 = 5,5 \text{ mNm}$

Gesucht: für Nennbetrieb

Inneres Motormoment $M_{iN} =$

Nennleistung $P_N =$

Wirkungsgrad $\eta =$

Verlustleistung $P_V =$

Die Verlustleistung teilt sich in 3 Anteile (elektrische, mechanische, magnetische) auf.

$P_{V, \text{el}} =$

$P_{V, \text{mech}} =$

$P_{V, \text{mag}} = P_V - P_{V, \text{el}} - P_{V, \text{mech}} = 0,38 \text{ W}$

Leerlaufstrom $I_0 =$

Einschaltstrom $I_{A, \text{ein}} = (\text{Drehzahl } n = 0)$

Einschaltmoment $M_{\text{ein}} =$

Anlaufwiderstand R_{An1} für maximales Einschaltmoment $M_{\text{ein, max}} = 140 \text{ mNm}$ (2 fach M_{iN})

$I_{\text{ein, max}} =$

$R_{An1} =$

$$I_A = \bar{I} - \bar{I}_C = 5A - 0,2A = 4,8A$$

Anlauf ($n=0$): I_{Aein}

$$I_{Aein} = \frac{U}{R_A} = \frac{110V}{11\Omega} = 10A$$

Aufgabe 3:

Drehstromasynchronmotor:

a) Welche beiden Läuferbauarten sind Ihnen bekannt?

Reihenschloß, Nebenschloß

b) Nennen sie je einen Vor- und Nachteil der beiden Bauarten:

Reihenschloß: Vorteil:

c) Gegeben: Drehstromasynchronmotor für Ventilatorantrieb

Ventilator Lastkennlinie: $M/M_N = a \cdot (n/n_N)^2 + M_0$; $a=1,5$; $M_0=0,15$

Zeichnen sie die Lastkennlinie maßstäblich in das Diagramm. Kennzeichnen sie im Diagramm den erreichbaren Arbeitspunkt für Y- und Δ -Schaltung. Zeichnen sie die Anlaufkennlinie des Motors in Y- Δ -Schaltung bis zum Nennbetriebspunkt in Δ -Schaltung in das Diagramm.

