

Versuch 1 – Grundlagen-ET/IT, FT, MB: **Gleichstrom Kommutatormaschine**

1. Versuchsziel

Kennenlernen der Belastungscharakteristik und der Steuermöglichkeit des fremderregten Gleichstrom - Motors, der Belastungscharakteristik des Gleichstrom - Reihenschlußmotors sowie der Arbeitsweise der Gleichstrommaschine als Generator.

2. Einführung

2.1. Grundlagen

Wird der Anker einer Gleichstrommaschine von einem Ankerstrom I_a durchflossen, wirkt auf den Anker ein Moment.

$$M_i = c \phi I_a \quad \begin{array}{l} c - \text{Maschinenkonstante} \\ \phi - \text{Erregerfluß} \end{array}$$

Bewegt sich der Anker, wird in der Ankerwicklung eine Spannung induziert. Die dadurch am Anker anliegende Quellenspannung U_q beträgt

$$U_q = c \phi \Omega \quad \Omega = 2\pi n/60 \quad \text{Winkelgeschwindigkeit} \quad (n \text{ in } 1/\text{min})$$

Je nach Art der Erzeugung des Erregerflusses ϕ kann eingeteilt werden in Gleichstrommaschinen mit

- Fremderregung
- Nebenschlußerregung
- Reihenschlußerregung
- Kombination von Neben- und Reihenschlußerregung
(Doppelschlußmaschinen, fremderregte Motoren mit Hilfsreihenschlußwicklung)
- Permanentmagneterregung

Damit wird das Belastungsverhalten, also die Abhängigkeit der Drehzahl und des Stromes vom Lastmoment, entscheidend festgelegt und ergeben sich bestimmte Vor- und Nachteile.

2.2. Anschlußbezeichnung und Drehsinn

Die Anschlußbezeichnungen für die einzelnen Wicklungen einer Maschine sind in DIN VDE 0530/Teil 8 folgendermaßen festgelegt:

Kennbuchstaben

für die Ankerwicklung	A
für die Wendepolwicklung	B
für die Kompensationswicklung	C
für die Erregerwicklung (Reihenschluß)	D
für die Erregerwicklung (Nebenschluß)	E
für die Erregerwicklung (Fremderregung)	F

Mit dem Anschluß der Wicklungen wird auch der Drehsinn festgelegt. Drehrichtung im Uhrzeigersinn gilt als Rechtslauf. Für die Maschine mit nur einem Wellenende oder zwei Wellenenden verschiedener Dicke gilt als Drehsinn diejenige Drehrichtung des Läufers, die ein Beobachter feststellt, wenn er die Stirnseite des einzigen oder dickeren Wellenendes betrachtet. Sind beide Wellenenden gleich dick, wird die dem Kommutator abgewendete Maschinenseite betrachtet. Die Beziehungen zwischen dem Drehsinn und den Anschlußbezeichnungen ist in den Beispielen von Bild 1 verdeutlicht.

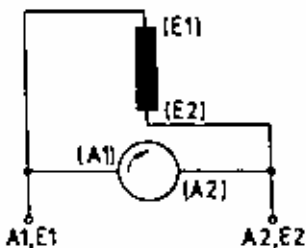
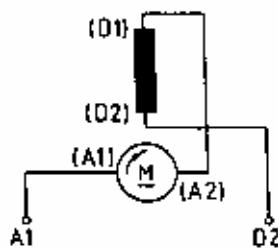


Bild 1: Gleichstrom-Nebenschlußmaschine für Rechtslauf geschaltet



Gleichstrom-Reihenschlußmaschine für Rechtslauf geschaltet

2.3. Leistungsschild

Bild 2 gibt die Leistungsschilder der verwendeten Gleichstrommaschinen wider.

Achtung: Durch die versuchsbedingten Eingriffe an den Versuchsmotoren ändert sich angegebene Schutzart zu einer niedrigeren Schutzart hin.

Typ	731 86		
- MOTOR	Nr. . 200 26 975		
	220 V	2.0 A	
0.3 KW	S 1	cosφ --	
	2000 U/min	-- Hz	
Err	220 V	0.55-0.87 A	
Isol.-Kl.	F	IP 23	t
VDE 0530			

Typ	731 91		
- MOTOR	Nr. . 200 26 976		
	220 V	2,2 A	
0.3 KW	S 1	cosφ --	
	2000 U/min	-- Hz	
Err	220 V	0.45 A	
Isol.-Kl.	F	IP 23	t
VDE 0530			

Verbundmaschine für die Verschaltung als Nebenschluß- oder Reihenschlußmotor

Bild 2: Leistungsschilder

3. Kontrollfragen und Aufgaben

- Entwerfen Sie die Meßschaltungen für die Durchführung der Versuche.
- Erklären Sie Aufbau und Funktionsweise einer Gleichstrommaschine.
- Geben Sie die Gleichungen für den Zusammenhang von Drehzahl und Moment $n(M)$ sowie Ankerstrom und Moment $I_a(M)$ für den Gleichstrom-Nebenschluß-Motor, den Gleichstrom-Reihenschluß-Motor, den fremderregten Motor und den permanenterregten Motor an. Skizzieren Sie die dazugehörigen Kennlinienverläufe.
- Wie lauten die Bestimmungsgleichungen für die aufgenommene Leistung P_1 , die abgegebene Leistung P_2 sowie den Wirkungsgrad?
- Bestimmen Sie aus den Leistungsschilddaten in Bild 2 das Moment M_N , die aufgenommene Leistung P_{1N} und den Wirkungsgrad η_N bei Bemessungsbetrieb.
- Welche Gefahr besteht beim unbelasteten Gleichstrom-Reihenschluß-Motor?
- Beschreiben Sie die Strom-Spannungskennlinie des selbsterregten Nebenschluß-Generators. (Quellenspannung $U_q(I_f)$, Einfluß der magnetischen Sättigung, Zeichnen der Widerstandsgeraden $U_f = R_f I_f$, Arbeitspunkt)

4. Literaturhinweise

- [1] Fischer, R.: Elektrische Maschinen. Hanser-Verlag
- [2] Vogel, J.: Elektrische Antriebstechnik. Hüthig Verlag
- [3] Müller, G.: Elektrische Maschinen - Grundlagen, Aufbau und Wirkungsweise. Verlag Technik
- [4] Lämmerhirt, E.H.: Elektrische Maschinen und Antriebe. Hanser-Verlag

5. Geräte

Netzabnahmefeld	FI-Schalter Motorschutzschalter
DC-Konstanter	0 ... 240 V / 0 ... 6 A mit Anzeige der Spannung 220 V / 1 A (200 V / 1 A)
Experimentiertrafo	0 ... 250 V Gleichrichter
2x Gleichstrom-Kommutatormaschine	
Magnetpulverbremse	
Tachogenerator	
Steuergerät zur Anzeige der Drehzahl des Tachogenerators und Einstellung des Moments der Magnetpulverbremse	
4x Multimeter	

6. Versuchsdurchführung

6.1. Belastungskennlinien des fremderregten - Gleichstrommotors

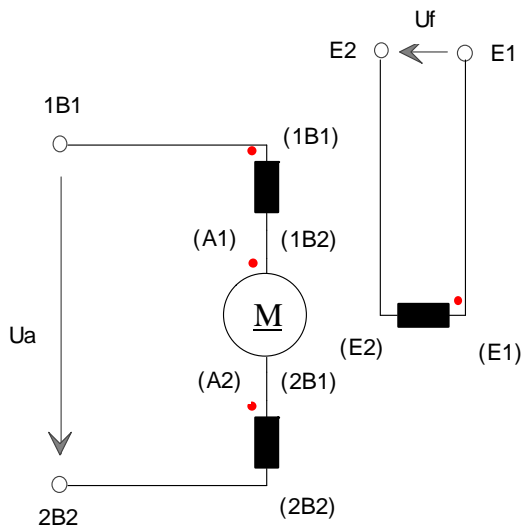


Bild 3: Stromlaufplan für den Anschluß der Maschine

- Bauen Sie die Meßanordnung mit der Verbundmaschine auf, nehmen Sie die Meßschaltung einschließlich Meßgeräte in das Protokoll auf und lassen Sie unter Vorlage der Meßschaltung die Versuchsanordnung abnehmen.
- Lassen Sie den Motor vor Beginn der Messungen ca. 5 min warmlaufen.
Führen Sie die Messung möglichst rasch durch, da bei der vorgegebenen Belastung der Bemessungsstrom überschritten wird.
- Ermitteln Sie für
 $U_a = 220 \text{ V}$
 $U_f = 220 \text{ V} \text{ (200 V)}$
 $0 \leq M \leq 1,5 * M_N$
die Verläufe von n (M), I_a (M), P_1 (M), P_2 (M) und η (M) und tragen Sie die Werte in e i n Diagramm ein.
Kennzeichnen Sie gesondert die Bemessungswerte bei M_N .
- Ermitteln Sie aus den unter 6.1. gemessenen Werten die Motorkonstante $c\phi$, das Anzugsmoment (Stillstands Drehmoment) M_A und den Stillstandsstrom I_A .

6.2. Drehzahl-Drehmomentenkennlinien des fremderregten Gleichstrommotors im Ankerstellbereich

Nehmen Sie zusätzlich zur bereits ermittelten Drehzahlkennlinie bei $U_a = 220 \text{ V}$ die Kennlinien für $U_a = 150 \text{ V}$ und 50 V bei

$$U_f = 220 \text{ V} \quad (200 \text{ V}) \quad \text{im Bereich} \\ 0 \leq M \leq 1,5 * M_N \quad (3 \text{ Meßwerte})$$

auf. Zeichnen Sie die drei Kennlinien in ein Diagramm.

Kennzeichnen Sie den im Dauerbetrieb S1 zulässigen Bereich.

Fakultativer Zusatzversuch zu 6.1 / 6.2.: Halten des Rotors von Hand

! Diesen Versuch nur unter Anleitung einer Aufsichtsperson durchführen!

- Trennen Sie die Bremse vom Motor.
Stellen Sie die Ankerspannung auf $U_a = 0 \text{ V}$
- Halten Sie die Motorwelle an der Kunststoffkupplung fest, so dass sich der Rotor nicht drehen kann.
Erhöhen Sie langsam die Ankerspannung bis der Bemessungsstrom I_{aN} fließt. Damit erhalten Sie einen Eindruck von der Größe des Bemessungsmomentes des Motors.
Fahren Sie die Ankerspannung U_a auf 0 zurück ohne loszulassen.

6.3. Belastungskennlinien des GS-Reihenschlußmotors

- Verschalten Sie die Verbundmaschine als GS-Reihenschlußmotor und lassen Sie die Schaltung überprüfen.

! Achten Sie darauf, daß der Reihenschlußmotor nicht unbelastet läuft. Überschreiten Sie keinesfalls eine Drehzahl von $n = 3500 \text{ min}^{-1}$. Erhöhen Sie die Motorspannung langsam und stellen Sie parallel dazu das Lastmoment ein.

- Ermitteln Sie für die folgenden Anschlußspannung am DC-Konstanter und den gegebenen Momentenbereich
 $U = 220 \text{ V}$
 $0 \leq M \leq 1,5 * M_N$
die Verläufe von $n (M)$, $I_a (M)$, $P_1 (M)$, $P_2 (M)$ und $\eta (M)$ und tragen Sie die Werte in ein Diagramm ein.
- Vergleichen Sie die Verläufe mit denen von 6.1. bezüglich des Anlaufverhaltens und des Verhaltens bei sich ändernder Last. (Kurze schriftliche Einschätzung)

6.4. Fremderregter Gleichstromgenerator

- Koppeln Sie die Magnetpulverbremse ab und verbinden Sie die Verbundmaschine mechanisch mit der Nebenschlußmaschine.
- Betreiben Sie die Nebenschlußmaschine als fremderregten Motor (Erregung: Festspannung am Spannungskonstanter, Ankerspannung: einstellbare Spannung am Experimentiertrafo mit nachgeschaltetem Gleichrichter) und die Verbundmaschine als Generator (Erregerspannung: einstellbare Spannung am Spannungskonstanter).
- Verschalten Sie die notwendigen Meßgeräte, um den Erregerstrom des Generators und die generatorisch erzeugte Spannung U_q messen zu können.
- Lassen Sie die Schaltung abnehmen.
Schalten Sie immer die Erregerspannung (Spannungskonstanter) vor der Ankerspannung (Experimentiertrafo) ein.
- Messen Sie (5 Werte) die generatorisch erzeugte Leerlaufspannung (Quellenspannung) in Abhängigkeit vom Feldstrom (Erregerstrom) I_f .
Parameter: $n = 1500 \text{ 1/min}$
Stellen Sie den Verlauf der generatorisch erzeugten Leerlaufspannung in Abhängigkeit vom Feldstrom grafisch dar.
- Ermitteln Sie die Motorkonstante $c\phi$ bei dem im Teilversuch 6.1. eingestellten bzw. gemessenen Feldstrom.
Vergleichen Sie den Wert mit dem in 6.1. ermittelten.
Warum ist der Verlauf der Leerlaufspannung in Abhängigkeit vom Erregerstrom nichtlinear?

6.5. Selbsterregter Gleichstrom - Nebenschlußgenerator

- Verschalten Sie den Generator als selbsterregten Nebenschlußgenerator und lassen Sie die Schaltung abnehmen.
- Bestimmen Sie bei
 $n = 1500 \text{ min}^{-1}$
die generatorisch erzeugte Spannung.
- Überprüfen Sie den ermittelten Wert der generatorisch erzeugten Spannung an Hand des in 6.4. ermittelten Kurvenverlaufes.
Messen Sie den Erregerwiderstand (Feldwiderstand).
Zeichnen Sie die Widerstandsgerade $U_f = R_f I_f$ in das Diagramm von Pkt. 6.4. für $U_q(I_f)$.