

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	VIII
1. Einleitung	1
2. Doppeltgespeiste Antriebe, Grundprinzip und Aufbau der Kaskadenmaschine	2
2.1 Drehzahlstantriebe mit doppeltgespeisten Induktionsmaschinen	2
2.1.1 Prinzip und Leistungsfluß	2
2.1.2 Schaltungen mit fremdgeführten Stromrichtern	3
2.1.3 Schaltung mit selbstgeführtem Stromrichter	8
2.1.4 Regelungstechnische Eigenschaften	11
2.2 Kaskadenschaltung zur Vermeidung der Schleifringe	11
2.2.1 Kaskadenschaltung zweier Induktionsmaschinen mit Schleifringläufer	12
2.2.2 Vereinigung der beiden Maschinen in einem Aktivteil	13
2.2.3 Frühere Entwicklungen zur Kaskadenmaschine	20
3. Analyse des elektromagnetischen Verhaltens der Kaskadenmaschine	25
3.1 Grundfeldanalyse der Wicklungsanordnung	25
3.1.1 Prinzip der Maschine und Probleme der Berechnung	25
3.1.2 Netzwerkanalyse der Läuferwicklung für eine Einschichtwicklung	26
3.1.3 Berechnung der Läuferströme bei der Berücksichtigung des Grundstrombelages einer Ständerwicklung	32
3.1.4 Spannungsgleichung, wirksame Selbstinduktivität und Felddämpfungsfaktor	34
3.1.5 Erweiterung der Spannungsgleichungen auf die beiden Grundfelder	36
3.1.6 Berücksichtigung der Eisenverluste	39
3.1.7 Verallgemeinerung auf eine mehrlagige Läuferwicklung	40
3.1.8 Hinweise zur Matrizenmultiplikation	46
3.1.9 Streuziffer und Induktionsverhältnis	47
3.1.10 Flußverkettungen	50
3.1.11 Induktivitäten und Widerstände der Wicklungen	50

Inhaltsverzeichnis

3.2	Magnetkreisrechnung	58
3.2.1	Mehrfrequente Magnetisierung	58
3.2.2	Magnetischer Kreis	63
3.2.3	Magnetische Spannung entlang der Zähne und des Luftspalts	66
3.2.4	Magnetische Spannung entlang der Joche	68
3.2.5	Iterative Durchrechnung des magnetischen Kreises	76
3.3	Leistungen, Drehmoment, Wirkungsgrad	84
3.3.1	Luftspaltdrehmoment	84
3.3.2	Läuferstromwärmeverluste	86
3.3.3	Eisenverluste	86
3.3.4	Weitere Leistungen, Wirkungsgrad, Leistungsfaktoren, Ströme	90
3.4	Luftspaltfelder	91
3.4.1	Frequenzen und Polpaarzahlen der verschiedenen Gruppen von Luftspaltfeldern	91
3.4.2	Berechnung der Feldamplituden der Läuferoberfelder	93
4.	Wicklungen für Kaskadenmaschinen	96
4.1	Wahl der Polpaarzahlen	96
4.2	Wahl der Nutzahlen	98
4.3	Ständerwicklung	102
4.4	Qualitätskriterien und Kenngrößen von Läuferwicklungen	103
4.5	Analyse und Beurteilung der aus der Literatur bekannten Wicklungen	104
4.6	Neuartige Läuferwicklungen	110
5.	Gerechnete und gemessene Betriebseigenschaften einer ausgeführten Kaskadenmaschine	115
5.1	Versuchsmaschine	115
5.2	Versuchsaufbau	116
5.3	Stromortskurven	116
5.4	Belastungskennlinien	123
5.4.1	Drehmoment	123
5.4.2	Ständerströme	125
5.4.3	Leistungen	126
5.4.4	Wirkungsgrad und Leistungsfaktor	127
5.5	Betrieb mit offener zweiter Ständerwicklung	144
5.5.1	Induzierte Spannung in der zweiten Ständerwicklung	144
5.5.2	Leerlaufstrom	144
5.5.3	Leerlaufverluste	145
5.6	Kennlinien bei Doppelspeisung	158
5.7	Luftspaltfelder	173
5.8	Folgerungen aus den Messungen und Rechnungen	183

6. Verbesserter Maschinenentwurf mit höherer Ausnutzung	184
6.1 Betriebskennlinien	184
7. Anwendungsmöglichkeiten der Kaskadenmaschine	194
7.1 Nichtmotorische Anwendungen der Kaskadenmaschine	194
7.2 Anwendungsmöglichkeiten der Kaskadenmaschine für motorische Antriebe	194
7.2.1 Lüfter- und Pumpenantriebe	194
7.2.2 Antriebe für Transportbänder, Transportwagen, Taktvorschübe	197
7.2.3 Hubantriebe	199
7.2.4 Vergleich mit Antrieben mit Käfigläufermotor	200
8. Zusammenfassung	201
A. Maschinendaten	202
B. Aus der Literatur bekannte Läuferwicklungen	206
Literaturverzeichnis	217
Lebenslauf	225