

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einführung | 1 |
| 2 | Gleichstrommaschinen | 7 |
| 2.1 | Induktionsgesetz..... | 7 |
| 2.2 | Ankerwicklungen von Gleichstrommaschinen..... | 10 |
| 2.3 | Spannungsgleichung der Gleichstrommaschine..... | 13 |
| 2.4 | Nebenschlussverhalten..... | 15 |
| 2.5 | Reihenschlussverhalten..... | 21 |
| 2.6 | Aufbau der Gleichstrommaschine..... | 24 |
| 2.7 | Schutzarten, Bauformen, Wärmeklassen..... | 26 |
| 2.8 | Stromwendung..... | 27 |
| 2.9 | Anschlussbezeichnungen und Schaltbilder..... | 28 |
| 2.10 | Das Luftspaltfeld der Gleichstrommaschine..... | 29 |
| 2.11 | Segmentspannung..... | 33 |
| 2.12 | Stromrichterspeisung von Gleichstrommaschinen..... | 35 |
| 2.13 | Dynamisches Verhalten der Gleichstrommaschine..... | 38 |
| 2.14 | Universalmotoren..... | 42 |
| 3 | Transformatoren | 43 |
| 3.1 | Spannungsgleichungen des Einphasentransformators..... | 43 |
| 3.2 | Leerlauf des Einphasentransformators..... | 45 |
| 3.3 | Kurzschluss des Einphasentransformators..... | 49 |
| 3.4 | Einphasentransformator bei Belastung..... | 51 |
| 3.5 | Eisenkerne von Einphasen- und Drehstromtransformatoren..... | 54 |
| 3.6 | Wicklungsausführungen..... | 55 |
| 3.7 | Spannungsgleichungen des Drehstromtransformators..... | 56 |
| 3.8 | Parallelbetrieb von Transformatoren..... | 59 |
| 3.9 | Schaltvorgänge bei Einphasentransformatoren..... | 60 |
| 3.9.1 | Zuschalten eines leer laufenden Transformators an das starre Netz..... | 60 |
| 3.9.2 | Kurzschluss des leer laufenden Transformators..... | 61 |
| 3.10 | Schaltgruppen von Drehstromtransformatoren..... | 62 |
| 3.11 | Unsymmetrische und einphasige Belastungen von Drehstromtransformatoren..... | 63 |
| 3.12 | Spartransformatoren..... | 65 |
| 4 | Asynchronmaschinen | 67 |
| 4.1 | Wicklungen von Asynchronmaschinen..... | 68 |
| 4.1.1 | Wechselstromwicklungen..... | 68 |
| 4.1.2 | Drehstromwicklungen..... | 71 |
| 4.2 | Ständerfrequenz, Läuferfrequenz, Schlupf..... | 74 |
| 4.3 | Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine..... | 75 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.4 | Vereinfachtes Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine, Stromortskurve..... | 79 |
| 4.4.1 | Gesetz über die Spaltung der Luftspaltleistung | 80 |
| 4.4.2 | Maßstäbe, Kenngeraden und Parametrierung der Stromortskurve | 82 |
| 4.4.3 | Kippmoment, Kippschlupf, Kloss'sche Formel..... | 86 |
| 4.5 | Drehmoment-Drehzahl-Kennlinie | 88 |
| 4.6 | Betriebsverhalten von Schleifringläufermotoren | 91 |
| 4.7 | Aufbau der Asynchronmaschine..... | 95 |
| 4.8 | Anlauf von Antrieben | 97 |
| 4.9 | Umrichterspeisung von Asynchronmaschinen..... | 103 |
| 4.10 | Verluste, Wirkungsgrad..... | 109 |
| 4.11 | Motorerwärmung, Explosionsschutz | 121 |
| 4.12 | Asynchrongeneratoren..... | 128 |
| 4.13 | Wechselstromasynchronmotoren..... | 131 |
| 4.13.1 | Beschreibung des Betriebsverhaltens mit Hilfe der Symmetrischen Komponenten | 132 |
| 4.13.2 | Steinmetzschtaltung..... | 135 |
| 4.13.3 | eh-Stern-Schtaltung | 140 |
| 4.13.4 | Zweisträngige Motoren..... | 144 |
| 5 | Synchronmaschinen..... | 151 |
| 5.1 | Luftspaltfeld des Läufers | 152 |
| 5.2 | Vollpolmaschine..... | 154 |
| 5.2.1 | Spannungsgleichung und Ersatzschaltbild | 154 |
| 5.2.2 | Leerlauf- und Kurzschlusskennlinie..... | 156 |
| 5.2.3 | Potier-Diagramm | 158 |
| 5.2.4 | Bestimmung des Nennerergerstroms..... | 159 |
| 5.2.5 | Stromortskurve bei konstantem Erregerstrom | 160 |
| 5.2.6 | V-Kurven..... | 162 |
| 5.2.7 | Regulierkennlinien | 163 |
| 5.2.8 | Drehmomentgleichung für den Betrieb am starren Netz | 164 |
| 5.2.9 | Zweipoliger und einpoliger Dauerkurzschluss | 164 |
| 5.3 | Besonderheiten der Schenkelpolmaschine..... | 166 |
| 5.3.1 | Spannungsgleichung..... | 166 |
| 5.3.2 | Zeigerdiagramm | 167 |
| 5.3.3 | Drehmomentgleichung für den Betrieb am starren Netz | 168 |
| 5.4 | Synchron-Reluktanzmaschinen | 168 |
| 5.4.1 | Spannungsgleichung und Zeigerdiagramm | 169 |
| 5.4.2 | Drehmomentgleichung | 170 |
| 5.4.3 | Leistungsfaktor und Wirkungsgrad | 171 |
| 5.4.4 | Einfache Regelverfahren | 172 |
| 5.4.5 | Stationäre Grenzkennlinien | 175 |
| 5.5 | Permanentterregte Synchronmaschinen..... | 175 |
| 5.6 | Anlauf der Synchronmaschine, Synchronisation | 182 |
| 5.7 | Stoßkurzschlussstrom | 183 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6 | Regelungsstrukturen in der Antriebstechnik..... | 185 |
| 6.1 | Auslegung des Stromreglers nach dem Betragsoptimum | 187 |
| 6.2 | Auslegung des Drehzahlreglers nach dem symmetrischen Optimum | 189 |
| 7 | Dynamik der Drehmomentübertragung | 193 |
| 7.1 | Starr gekoppelte Antriebe..... | 193 |
| 7.2 | Drehelastisch gekoppelte Antriebe..... | 196 |
| 8 | Arbeitsmaschinen | 203 |
| 9 | Lösungen der Beispiele | 205 |
| 9.1 | Lösung zu Beispiel 2.1 | 205 |
| 9.2 | Lösung zu Beispiel 2.2 | 206 |
| 9.3 | Lösung zu Beispiel 2.3 | 206 |
| 9.4 | Lösung zu Beispiel 3.1 | 208 |
| 9.5 | Lösung zu Beispiel 3.2 | 209 |
| 9.6 | Lösung zu Beispiel 3.3 | 209 |
| 9.7 | Lösung zu Beispiel 4.1 | 210 |
| 9.8 | Lösung zu Beispiel 4.2 | 211 |
| 9.9 | Lösung zu Beispiel 4.3 | 213 |
| 9.10 | Lösung zu Beispiel 4.4 | 215 |
| 9.11 | Lösung zu Beispiel 4.5 | 215 |
| 9.12 | Lösung zu Beispiel 4.6 | 219 |
| 9.13 | Lösung zu Beispiel 5.1 | 220 |
| 9.14 | Lösung zu Beispiel 5.2 | 221 |
| 9.15 | Lösung zu Beispiel 5.3 | 222 |
| 9.16 | Lösung zu Beispiel 6.1 | 223 |
| 9.17 | Lösung zu Beispiel 7.1 | 224 |
| 9.18 | Lösung zu Beispiel 7.2 | 225 |
| | Formelzeichen..... | 227 |
| | Literaturverzeichnis..... | 231 |
| | Sachwortverzeichnis | 235 |