

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

| | |
|---|----|
| 1.1 Allgemeines | 9 |
| 1.2 Geschichte | 10 |
| 1.3 Wirtschaftliche Bedeutung | 11 |

2 Wechselstrom-Asynchronmotor

| | |
|--|----|
| 2.0 Einleitung | 12 |
| 2.1 Aufbau | 12 |
| 2.2 Ausführungsarten | 14 |
| 2.2.1 Allgemeines | 14 |
| 2.2.2 Einsträngiger Motor | 15 |
| 2.2.3 Zweisträngige Motoren | 18 |
| 2.2.3.1 Kondensator-Motor. 2.2.3.2 Widerstandshilfsstrang-Motor. 2.2.3.3 Motor mit induktivem Reihenwiderstand. 2.2.3.4 Motor mit kurzgeschlossenem Hilfsstrang | |
| 2.2.4 Dreisträngige Motoren | 20 |
| 2.2.5 Wicklungsausführungen | 20 |
| 2.2.5.1 Symmetrische Wicklungen. 2.2.5.2 Quasisymmetrische Wicklungen. 2.2.5.3 Unsymmetrische Wicklungen | |
| 2.3 Drehfelder in Wechselstrom-Asynchronmaschinen | 22 |
| 2.3.1 Allgemeines | 22 |
| 2.3.2 Elliptische Drehfelder | 24 |
| 2.3.3 Symmetrischer Betrieb | 26 |
| 2.3.3.1 Zweisträngiger Motor. 2.3.3.2 Dreisträngiger Motor. 2.3.3.3 Zusammenfassung | |
| 2.4 Grundgleichungen für Ströme und Spannungen | 36 |
| 2.4.1 Dreisträngiger Motor | 36 |
| 2.4.2 Zweisträngiger Motor | 43 |
| 2.5 Motor mit verteilter Ständerwicklung | 45 |
| 2.5.1 Grundwellenverhalten | 45 |
| 2.5.1.1 Leitwertortskurve. 2.5.1.2 Zweisträngiger Motor mit symmetrischer oder quasisymmetrischer Wicklung. 2.5.1.3 Zweisträngiger Motor mit unsymmetrischer Wicklung. 2.5.1.4 Dreisträngiger Motor mit symmetrischer Wicklung | |
| 2.5.2 Asynchrone Oberfeldmomente | 64 |
| 2.5.3 Anpassung an Antriebsforderungen | 70 |
| 2.5.3.1 Hochlauf. 2.5.3.2 Drehrichtungsumkehr. 2.5.3.3 Drehzahlstellung. 2.5.3.4 Drehzahlregelung. 2.5.3.5 Spannungsumschaltung | |

| | | |
|----------|--|-----|
| 2.6 | Motor mit konzentrierter Ständerwicklung | 75 |
| 2.6.1 | Motor mit zweisträngiger Ständerwicklung | 75 |
| 2.6.2 | Spaltpolmotor | 76 |
| | 2.6.2.1 Ausführungsarten. 2.6.2.2 Wirkungsweise. 2.6.2.3 Betriebsverhalten. 2.6.2.4 Anpassung an Antriebsforderungen | |
| 2.6.3 | Motor mit einsträngiger Ständerwicklung | 83 |
| 3 | Wechselstrom-Synchronmotor | |
| 3.0 | Einleitung | 84 |
| 3.1 | Reluktanzmotor | 84 |
| 3.1.1 | Wirkungsweise | 84 |
| 3.1.2 | Ausführungsarten | 85 |
| | 3.1.2.1 Läufer mit ausgefrästen Polen. 3.1.2.2 Läufer mit Flußsperrn | |
| 3.1.3 | Stationäres Betriebsverhalten | 86 |
| | 3.1.3.1 Synchronbetrieb. 3.1.3.2 Asynchroner Hochlauf | |
| 3.2 | Hysteresemotor | 90 |
| 3.2.1 | Ausführungsarten | 90 |
| 3.2.2 | Wirkungsweise und Betriebsverhalten | 91 |
| 3.3 | Magnetläufermotor | 95 |
| 3.3.1 | Ausführungsarten | 95 |
| 3.3.2 | Stationäres Betriebsverhalten | 96 |
| | 3.3.2.1 Synchronbetrieb. 3.3.2.2 Asynchroner Hochlauf | |
| 4 | Universalmotor | |
| 4.0 | Einleitung | 106 |
| 4.1 | Aufbau | 106 |
| 4.2 | Wirkungsweise | 111 |
| 4.3 | Induzierte Spannungen | 113 |
| 4.3.1 | Überblick | 113 |
| 4.3.2 | Rotatorisch und transformatorisch induzierte Ankerspannung | 114 |
| | 4.3.2.1 Rotatorisch induzierte Ankerspannung. 4.3.2.2 Transformatorisch induzierte Ankerspannung. 4.3.2.3 Induzierte Spannungen bei Verschiebung der Bürsten aus der neutralen Achse | |
| 4.4 | Kommutierung | 120 |
| 4.4.1 | Stromwendespannung | 123 |
| 4.4.2 | In der kurzgeschlossenen Spule rotatorisch induzierte Spannung | 124 |
| 4.4.3 | In der kurzgeschlossenen Spule transformatorisch induzierte Spannung | 126 |
| 4.4.4 | Zusammenwirken der drei in der kurzgeschlossenen Spule induzierten Spannungen | 128 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.5 | Betriebsverhalten | 130 |
| 4.5.1 | Ersatzschaltbild | 131 |
| 4.5.2 | Zeigerdiagramm | 131 |
| 4.5.3 | Leistungsbilanz | 132 |
| 4.6 | Drehzahlstellung und Drehzahlregelung | 134 |
| 4.6.1 | Gleichstromzusatzwicklung | 134 |
| 4.6.2 | Wicklungsanzapfung | 135 |
| 4.6.3 | Vorwiderstand | 135 |
| 4.6.4 | Transformator | 135 |
| 4.6.5 | Parallelwiderstand | 136 |
| 4.6.6 | Barkhausenschaltung | 136 |
| 4.6.7 | Phasenanschnittsteuerung | 136 |
| 4.6.8 | Drehzahlregelung | 138 |
| 5 | Permanentmagnetmotor | |
| 5.0 | Einleitung | 139 |
| 5.1 | Ausführungsarten | 139 |
| 5.2 | Magnete | 141 |
| 5.2.1 | Werkstoffe | 141 |
| 5.2.2 | Magnetisierungskennlinie | 142 |
| 5.3 | Magnetischer Kreis eines Permanentmagnetmotors | 143 |
| 5.3.1 | Grundgleichungen | 143 |
| 5.3.2 | Einfluß der Sättigung | 147 |
| 5.3.3 | Ersatzschaltung des dauermagnetischen Kreises | 149 |
| 5.3.4 | Ankerquerfeld | 150 |
| 5.3.5 | Polfluß | 155 |
| 5.3.6 | Streuung des Dauermagneten | 156 |
| 5.3.7 | Stabilität des Dauermagneten | 157 |
| 5.4 | Betriebsverhalten | 158 |
| 5.4.1 | Auslegung des magnetischen Kreises | 158 |
| 5.4.2 | Ersatzschaltbild, Kennlinien und Leistungsbilanz | 159 |
| 5.5 | Permanentmagnetmotor an einem Pulssteller | 161 |
| 5.6 | Permanentmagnetmotor am Wechselspannungsnetz | 163 |
| 5.6.1 | Ungeglätteter Motorstrom | 165 |
| 5.6.2 | Vollständig geglätteter Motorstrom | 166 |
| 5.7 | Dreibürstenmotor | 167 |
| 5.8 | Gleichstrommotoren mit eisenlosem Läufer | 169 |
| 5.8.1 | Scheibenläufermotor | 169 |
| 5.8.2 | Glockenläufermotor | 171 |
| 6 | Elektronikmotor | |
| 6.0 | Einleitung | 172 |
| 6.1 | Grundsätzliche Wirkungsweise | 172 |

8 Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| 6.2 Ausführungsarten | 173 |
| 6.2.1 Einsträngiger, einpulsiger Motor | 174 |
| 6.2.2 Zweisträngiger, zweipulsiger Motor | 175 |
| 6.2.3 Dreisträngiger, dreipulsiger Motor | 176 |
| 6.2.4 Viersträngiger, vierpulsiger Motor | 177 |
| 6.2.4.1 90°-Schaltung. 6.2.4.2 180°-Schaltung | |
| 6.2.5 Sonderausführungen | 186 |
| 6.3 Betriebsverhalten | 187 |
| 6.4 Drehzahlregelung | 188 |

7 Schrittmotoren

| | |
|--|-----|
| 7.0 Einleitung | 189 |
| 7.1 Ausführungsarten | 190 |
| 7.1.1 Allgemeines | 190 |
| 7.1.2 Wechsepol-Typ | 194 |
| 7.1.3 Gleichpol-Typ | 195 |
| 7.1.4 Sonstige Ausführungen | 197 |
| 7.2 Ansteuerung | 199 |
| 7.3 Dämpfung | 202 |
| 7.4 Kenndaten, Kennlinien | 202 |
| 7.4.1 Statische Momentenkennlinie | 203 |
| 7.4.2 Dynamische Momentenkennlinie | 204 |
| 7.4.3 Schrittwinkelfehler | 206 |
| 7.5 Betriebsverhalten | 207 |
| 7.5.1 Spannungsgleichung | 209 |
| 7.5.2 Momentengleichung | 211 |
| 7.5.3 Dynamisches Verhalten | 212 |
| 7.5.4 Statisches Verhalten | 213 |

| | |
|-------------------------|-----|
| Formelzeichen | 214 |
|-------------------------|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| Literatur | 218 |
|---------------------|-----|

| | |
|---------------------------|-----|
| Sachverzeichnis | 224 |
|---------------------------|-----|