

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Grundbegriffe und Grundgesetze | 5 |
| 2.1 | Idealisierte Schaltungselemente | 5 |
| 2.2 | Berechnen von Zeitverläufen | 7 |
| 2.2.1 | Periodisches Schalten | 10 |
| 2.2.2 | Schalten – Steuern | 11 |
| 2.2.3 | Eingeschwungener Zustand bei periodischem Schalten | 12 |
| 2.3 | Berechnen von Mittelwerten | 13 |
| 2.4 | Berechnen der Harmonischen | 13 |
| 2.5 | Darstellen der Leistung | 16 |
| 2.5.1 | Beispiel sinusförmige Spannung, nichtsinusförmiger Strom | 17 |
| 3 | Elektronische Ventile | 19 |
| 3.1 | Systematische Übersicht | 19 |
| 3.2 | Beispiele elektronischer Ventile | 22 |
| 3.2.1 | Leistungs-Halbleiterdiode | 22 |
| 3.2.2 | Thyristor | 25 |
| 3.2.3 | Abschaltthyristor | 30 |
| 3.2.4 | Bipolarer Transistor | 33 |
| 3.2.5 | MOS-Feldeffekttransistor | 37 |
| 3.2.6 | Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) | 41 |
| 3.3 | Anwendung elektronischer Ventile | 44 |
| 3.4 | Beschaltung elektronischer Ventile | 45 |
| 3.5 | Ansteuerung elektronischer Ventile | 48 |
| 3.6 | Kühlung elektronischer Ventile | 51 |
| 3.6.1 | Bestimmung der Verluste | 52 |
| 3.6.2 | Thermisches Ersatzschaltbild | 54 |
| 3.6.3 | Anwenden des thermischen Ersatzschaltbildes | 59 |
| | Aufgaben zu Kapitel 3 | 61 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 3 | 65 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 4 | Schaltungsübersicht und Stromübergang zwischen Ventilzweigen ... | 71 |
| 4.1 | Die Grundsaltungen der Leistungselektronik | 71 |
| 4.2 | Stromübergang zwischen Ventilzweigen | 74 |
| 4.2.1 | Grundprinzip | 74 |
| 4.2.2 | Stromübergang mit abschaltbaren Ventilen | 77 |
| 4.2.3 | Stromübergang mit idealem Schalter | 80 |
| 4.2.4 | Stromübergang ohne Überlappung | 81 |
| 4.3 | Zur Bedeutung des Begriffes Stromübergang | 81 |
| 4.4 | Beispiele zum selbstgeführten Stromübergang | 82 |
| | Aufgaben zu Kapitel 4 | 91 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 4 | 93 |
| 5 | WS/GS-Umrichter mit eingepägtem Gleichstrom | |
| | (WS/GS-I-Umrichter) | 103 |
| 5.1 | WS/GS-I-Umrichter mit einschaltbaren Ventilen | 103 |
| 5.1.1 | Netzgeführte WS/GS-I-Umrichter | 103 |
| 5.1.1.1 | Idealisierte Sechspuls-Brückenschaltung | 103 |
| 5.1.1.2 | Netzkommütierung bei der Sechspuls-Brückenschaltung | 110 |
| 5.1.1.3 | Eigenschaften an der WS-Schnittstelle | 120 |
| 5.1.1.4 | Doppel-Stromrichter, Mehrquadrantenbetrieb ... | 129 |
| 5.1.1.5 | Direktumrichter | 131 |
| 5.1.2 | Lastgeführte WS/GS-I-Umrichter | 132 |
| 5.1.2.1 | Schwingkreiswechselrichter mit Parallelkompensation | 133 |
| 5.1.2.2 | Stromrichter-Synchronmotor | 136 |
| 5.1.3 | Selbstgeführte WS/GS-I-Umrichter | 138 |
| 5.2 | WS/GS-I-Umrichter mit abschaltbaren Ventilen | 141 |
| | Aufgaben zu Kapitel 5 | 143 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 5 | 145 |
| 6 | WS/GS-Umrichter mit eingepägter Gleichspannung | |
| | (WS/GS-U-Umrichter) | 157 |
| 6.1 | WS/GS-U-Umrichter mit einschaltbaren Ventilen | 157 |
| 6.1.1 | Netzgeführte WS/GS-U-Umrichter | 157 |
| 6.1.1.1 | Idealisierte Zweipuls-Brückenschaltung | 157 |
| 6.1.1.2 | Stromübergang | 159 |
| 6.1.2 | Lastgeführte WS/GS-U-Umrichter | 165 |
| 6.1.3 | Selbstgeführte WS/GS-U-Umrichter | 168 |
| 6.1.3.1 | Selbstgeführter WS/GS-U-Umrichter mit Phasenfolgelöschung | 168 |
| 6.1.3.2 | Selbstgeführter WS/GS-U-Umrichter mit Phasenlöschung | 169 |
| 6.2 | WS/GS-U-Umrichter mit abschaltbaren Ventilen | 170 |
| 6.2.1 | Einphasige Wechselrichterschaltungen | 170 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 6.2.2 | Dreiphasige Wechselrichterschaltungen | 173 |
| 6.3 | Steuerverfahren zur Änderung der Ausgangsspannung | 183 |
| 6.3.1 | Steuerverfahren | 184 |
| 6.3.2 | Pulsbreitenmodulation | 186 |
| 6.3.3 | Bestimmen der Schaltwinkel über die Berechnung der Harmonischen | 193 |
| 6.3.4 | Raumzeiger-Modulation | 200 |
| 6.3.5 | Zweipunktregelung | 201 |
| 6.3.6 | Abweichungen von den ermittelten Pulsmustern | 203 |
| 6.4 | WS/GS-U-Umrichter am starren Netz | 203 |
| | Aufgaben zu Kapitel 6 | 209 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 6 | 211 |
| 7 | GS-Umrichter | 229 |
| 7.1 | Direkte GS-Umrichter | 229 |
| 7.1.1 | Tiefsetzsteller mit passiver Last | 229 |
| 7.1.2 | Tiefsetzsteller mit Gegenspannung | 235 |
| 7.1.3 | Hochsetzsteller mit Gegenspannung | 236 |
| 7.2 | Indirekte GS-Umrichter | 237 |
| 7.2.1 | Durchflusswandler | 238 |
| 7.2.2 | Sperrwandler | 239 |
| 7.3 | Anwenden von Resonanzschaltungen in GS-Umrichtern | 239 |
| 7.3.1 | Resonanz-Schaltentlastung bei einem Tiefsetzsteller | 242 |
| | Aufgaben zu Kapitel 7 | 249 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 7 | 251 |
| 8 | WS-Umrichter, Wechselstromsteller | 255 |
| 8.1 | Einschalten von Wechselstrom | 255 |
| 8.2 | Wechselstromsteller | 256 |
| 8.3 | Drehstromsteller | 262 |
| | Aufgaben zu Kapitel 8 | 271 |
| | Lösungen der Aufgaben zu Kapitel 8 | 273 |
| | Formelzeichen, Indizes | 281 |
| | Literaturverzeichnis | 287 |
| | Kurvenblätter als Hilfsmittel für das Lösen der Aufgaben zu Kapitel 5 ... | 291 |
| | Sachverzeichnis | 293 |