

Franzis Ingenieur-Elektronik

Prof. Dipl.-Ing. Johannes Wolff

Drehstromgespeiste Leistungselektronik

Bauelemente, Berechnungen und Schaltungen

Mit 146 Abbildungen und 15 Tabellen

Franzis'

Inhalt

1	Einführung	11
1.1	Stromrichter am Drehstromnetz	11
1.2	Bauelemente	12
1.2.1	Übersicht über Bauelementarten	12
1.2.2	Einsatzbereiche der Leistungshalbleiter	13
2	Schaltungen ohne Kommutierung	15
2.1	Wechselstrom-Schalter und -Steller	15
2.1.1	Aufgaben und Steuerungsarten	15
2.1.2	Einfluß der Lastarten auf die Steuerbarkeit	16
2.1.2.1	Ohmsche Belastung	16
2.1.2.2	Induktive Belastung	20
2.1.2.3	Kapazitive Belastung	24
2.1.3	Leistungsbedarf	25
2.1.4	Oberschwingungen	29
2.2	Drehstrom-Schalter und -Steller	35
2.2.1	Aufgaben und Schaltungen	35
2.2.2	Grundsaltungen bei ohmscher Belastung	38
2.2.2.1	Verbraucher- und Ventilspannungen bei 4-Leiter-Anschluß	38
2.2.2.2	Verbraucher- und Ventilspannungen bei 3-Leiter-Anschluß	38
3	Schaltungen mit fremdgeführter Kommutierung	41
3.1	Ungesteuerte Gleichrichter	41
3.1.1	Grundsaltungen	41
3.1.1.1	Einweg-, Mittelpunkt- und zusammengesetzte Schaltungen	41
3.1.1.2	Gleichspannung und die Sperrspannung an einem Ventil	46
3.1.1.3	Ventilstrom und Leitungsstrom	47
3.1.1.4	Bauleistung des Stromrichter-Transformators	50
3.1.2	Belastungsarten	53
3.1.2.1	Ohmsche Belastung	55
3.1.2.2	Ohmisch-induktive Belastung	55
3.1.2.3	Kapazitive Belastung	59
3.1.2.4	Belastungen mit Gegenspannung	64
3.1.3	Belastungsverhalten	64
3.1.3.1	Ohmscher Gleichspannungsabfall	68
3.1.3.2	Induktiver Gleichspannungsabfall	70
3.1.3.3	Statisches Belastungsverhalten	70
3.1.3.4	Dynamisches Belastungsverhalten	72

Inhalt

3.2	Gesteuerte Gleichrichter	75
3.2.1	Steuerfähigkeit	76
3.2.1.1	bei ohmscher Belastung	76
3.2.1.2	bei gemischt ohmisch-induktiver Belastung	77
3.2.1.3	bei induktiver Belastung mit Gegenspannung	83
3.2.2	Wechselrichterbetrieb	87
3.2.2.1	Grundschtaltung	87
3.2.2.2	Polumschaltung	88
3.2.2.3	Kreuzschaltung ohne Kreisstrom	89
3.2.2.4	Kreuzschaltung mit Kreisstrom	91
3.3	Direktumrichter	95
3.3.1	Schaltungs- und Betriebsarten	95
3.3.2	Untersuchung eines Beispiels der optimalen Schaltungsbestimmung	97
3.4	Netzurückwirkungen	104
3.4.1	Leistungsbedarf	104
3.4.2	Blindleistungsarme Schaltungen	111
3.4.3	Oberschwingungen des Netzleitungsstromes	114
3.4.4	Oberschwingungen der Sternspannung im Netz	118
3.4.5	Entstörungsmaßnahmen	122
3.4.5.1	Folgen von Oberschwingungen der Ströme und Spannungen im Netz	122
3.4.5.2	Abhilfemaßnahmen	129
4	Hinweise für Inbetriebnahme und Störungssuche	132
4.1	Meß- und Hilfsmittel	132
4.1.1	Meßbedarf	132
4.1.2	Gebrauch des Oszilloskops	132
4.2	Ablauf der Inbetriebnahme	133
4.3	Fehlererkennung bei Störungsanalyse	137
5	Dimensionierung leistungselektronischer Schaltungen	138
5.1	Beschaltung von Leistungshalbleitern und Schaltungen	138
5.1.1	Schutzbeschaltung gegen Überspannung	138
5.1.1.1	Schutzbeschaltung gegen Ventilüberspannungen	140
5.1.1.2	Netzseitige RC-Beschaltung	146
5.1.1.3	Lastseitige Beschaltung	151
5.1.2	Schutzschaltung gegen Überstrom	154
5.1.2.1	Maßnahmen gegen zu hohe Stromspitzen	154
5.1.2.2	Maßnahmen gegen zu hohe Stromsteilheiten	156
5.1.3	Entlastungsnetzwerke gegen Übererwärmung	157
5.2	Drehstromgespeiste Schaltungen	160
5.2.1	Schaltungen ohne Kommutierung	161
5.2.1.1	Wechselstromsteller	161
5.2.1.2	Drehstromsteller	162
5.2.2	Schaltungen mit Kommutierung	162
5.2.2.1	Schaltungen ohne Stromrichtertransformator	163
5.2.2.2	Schaltungen mit Stromrichtertransformator	165

5.3	Gleichstromgespeiste Schaltungen	166
5.3.1	Durchflußwandler mit Transistoren	167
5.3.2	Einfach-Wechselrichter mit Thyristoren	172
6	Übungsaufgaben	186
7	Anhang	189
7.1	Tabellen und Diagramme	189
7.2	Lösungen der Übungsaufgaben	208
7.2.1	Lösung der Übungsaufgabe 1	208
7.2.2	Lösung der Übungsaufgabe 2	210
7.2.3	Lösung der Übungsaufgabe 3	215
7.2.4	Lösung der Übungsaufgabe 4	217
7.2.5	Lösung der Übungsaufgabe 5	217
7.2.6	Lösung der Übungsaufgabe 6	218
7.2.7	Lösung der Übungsaufgabe 7	219
7.2.8	Lösung der Übungsaufgabe 8	220
7.2.9	Lösung der Übungsaufgabe 9	223
7.2.10	Lösung der Übungsaufgabe 10	225
8	Verzeichnisse	228
8.1	Literatur	228
8.2	Sachverzeichnis	230