

Inhalt

1 Grundlagen	19
1.1 Allgemeines	19
1.2 Herleitung der Leistungsbegriffe	22
1.3 Leistungen bei Oberschwingungshaltigen Größen	25
1.4 Blindleistung, Verluste und Spannungsfall	28
1.5 Reihen- und Parallelresonanzen	34
1.6 Resonanzen in MS- und NS-Netzen	42
1.7 Literatur	44

2 Komponenten von Kompensationsanlagen	45
2.1 Allgemeines	45
2.2 Kondensatoren	45
2.3 Entladeeinrichtungen	52
2.4 Drosseln	55
2.5 Schalten von Kondensatoren	58
2.5.1 Allgemeines	58
2.5.2 Kondensatorschütze	60
2.5.3 Schalten von kompensierten Entladungslampen	61
2.5.4 Thyristorgeschaltete Kompensation	62
2.6 Mittelspannungskompensation	64
2.7 Literatur	67

3 Anlagentechnik	69
3.1 Planung von Kompensationsanlagen	69
3.1.1 Allgemeines	69
3.1.2 Arten der Kompensation	74
3.1.2.1 Allgemeines	74

3.1.2.2	Einzelkompensation _____	74
3.1.2.3	Gruppenkompensation _____	79
3.1.2.4	Zentralkompensation _____	80
3.1.2.5	Gemischte Kompensation _____	81
3.1.2.6	Dynamische Kompensation _____	82
3.1.2.7	Motoranlaufkompensation _____	84
3.1.3	Ermittlung der benötigten Kompensationsleistung _____	85
3.1.4	Aufstellung und Anschluss _____	88
3.1.5	Auswahl und Anordnung von Stromwandlern __	91
3.1.5.1	Auswahl der Stromwandler _____	91
3.1.5.2	Standardanordnung des Stromwandlers _____	92
3.1.5.3	Gemischte Messung zur Kompensation der Trafo-Blindleistung _____	94
3.1.5.4	Kaskadenschaltung für den gleichzeitigen Betrieb von Regelanlagen in Haupt- und Unterverteilungen _____	95
3.1.5.5	Stromwandleranordnung bei parallelen Einspeisungen _____	95
3.1.5.6	Parallelbetrieb von Anlagen _____	96
3.2	Betrieb von Kompensationsanlagen _____	99
3.2.1	Regelung _____	99
3.2.2	Installation und Inbetriebnahme _____	101
3.2.3	Betrieb und Wartung _____	106
3.2.4	Langzeitstabilität und Alterung _____	110
3.2.4.1	Einfluss der Umgebungstemperatur _	110
3.2.4.2	Einfluss der Betriebsspannung _____	112
3.2.4.3	Einfluss des Verdrosselungsgrades __	113
3.2.4.4	Einfluss der Schalzhäufigkeit _____	117

3.3	Kosten von Kondensatoranlagen _____	117
3.3.1	Auslegung und Kosten einer Kondensatoranlage _____	117
3.3.2	Einsparung durch Reduktion von Blindarbeitskosten _____	120
3.3.3	Einsparung durch Reduktion von Wirkarbeitskosten _____	121
3.3.4	Einsparung durch Reduktion der Leistungsspitze _____	121
3.3.5	Einsparung durch verringerte Investitionskosten _____	122
3.3.6	Einsparung durch Verringerung der Anschlusskosten _____	123
3.3.7	Beispiele aus der betrieblichen Praxis _____	124
	3.3.7.1 Die klassische Kompensation _____	124
	3.3.7.2 Anlage in einem Chemieunternehmen _____	125
	3.3.7.3 Eine Krananlage _____	125
3.4	Umwelt- und Klimaschutz _____	127
3.4.1	Hinweise für Kondensatoren mit PCB-haltiger Füllung _____	127
3.4.2	Klimaschutz durch Steigerung der Energieeffizienz _____	128
3.4.3	Steigerungen der Energie-Effizienz durch Blindleistungskompensation _____	130
3.5	Literatur _____	135
4	Bewertung der Versorgungsqualität _____	137
4.1	Grundsätzliches _____	137
4.2	Messberichte lesen und interpretieren _____	141
	4.2.1 Einführung _____	141

4.3	Messwerte	143
4.3.1	Frequenzmessung	143
4.3.2	Messung der Spannungshöhe	145
4.3.3	Messung der Spannungsform	152
4.4	Literatur	157
5	Passive und aktive Filteranlagen	158
5.1	Grundsätzliches	158
5.2	Oberschwingungserzeuger	161
5.3	Filterwirkung verdrosselter Kompensationsanlagen (verstimmte Filter)	163
5.4	Passive Filterkreise	167
5.5	Aktive Filter	175
5.6	Vergleich von passiven und aktiven Filtern	185
5.7	Besonderheiten der 3. Oberschwingung und Filterkonzepte	187
5.8	Blindleistungsbereitstellung mit Leistungselektronik	193
5.8.1	Blindleistung im Verbundnetz	193
5.8.2	Grundlegendes zur Energieübertragung über Leitungen	195
5.8.3	FACTS	201
5.8.3.1	Grundlegendes	201
5.8.3.2	Parallelkompensation	202
5.8.3.3	Reihenkompensation	205
5.8.3.4	Phasendrehendes Betriebsmittel (Schrägregler)	208
5.8.4	Winkel- und Spannungsstabilität	211
5.8.5	Flexible AC Transmission Systems	214
5.8.6	DGFACTS – Spannungsregelung und Blindleistungsbereitstellung im Verteilnetz	219
5.9	Literatur	222

	6	Begriffe und Berechnungsgleichungen zur Blindleistungskompensation _____	224
		Quellen und Literaturhinweise _____	230
		Normen _____	230
		Verzeichnis der im Buch erwähnten Gesetze, Verordnungen und Technischen Richtlinien _____	231
		Stichwortverzeichnis _____	233