

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Elektrische Energieversorgung</b>	<b>1</b>
1.1	Aufgabe	1
1.2	Zusammenfassung wichtiger Begriffe und Vereinbarungen	6
1.3	Aufbau der westdeutschen Energieversorgung	9
1.3.1	Energieerzeugung	9
1.3.2	Energieübertragung	11
1.3.3	Energieverbrauch	14
1.3.4	Bemerkungen zur zukünftigen Versorgung mit elektrischer Energie	15
1.4	Wirtschaftliche Energieversorgung	16
1.4.1	Leistungsabhängige und arbeitsabhängige Kostenanteile	16
1.4.2	Barwerte und Annuitäten	17
1.4.3	Jährlicher Leistungskostenanteil	19
1.4.4	Energiekostenanteil und Kraftwerkseinsatz	21
1.4.5	Gestehungskosten der elektrischen Energie	22
1.4.6	Verlustbewertung	24
1.4.7	Elektrizitätswirtschaft (V)	27
1.5	Drehstromsystem	29
1.5.1	Überblick	29
1.5.2	Symmetrisch aufgebaute und belastete Netze	37
1.5.3	Symmetrisch aufgebaute Netze bei beliebiger Belastung	39
1.5.4	Drehstromkomponenten	40
1.5.5	Messung der symmetrischen Komponenten	46
1.5.6	Ersatzschaltpläne für symmetrische Komponenten	52
1.5.7	Unsymmetrische Netzfehler in symmetrischen Komponenten	55
1.5.8	Leistungen in Oberschwingungsfreien Stromkreisen	62
1.5.9	Oberschwingungen (V)	68
1.5.10	Leistungswandlung in Drehfeldmaschinen	78
1.5.11	Leistungswandlung in Gleichstrommaschinen (V)	84

<b>2.</b>	<b>Elektrische Betriebsmittel</b>	<b>90</b>
2.1	Modelle	90
2.1.1	Basisgrößen und Modellmaßstäbe	90
2.1.2	Modell für Transformatoren und rotierende Maschinen	91
2.1.3	Wirtschaftliches Modell für Freileitungen	96
2.1.4	Modell für Mittel- und Hochspannungskabel bei natürlicher Kühlung	99
2.2	Ersatzschaltpläne	101
2.2.1	Einphasentransformatoren	101
2.2.2	Drehstromtransformatoren und deren Schaltungen	112
2.2.3	Meßtransformatoren (V)	121
2.2.4	Asynchronmotoren	123
2.2.5	Synchrongeneratoren	125
2.2.6	Leitungen	134
2.2.7	Verbrauchernachbildungen (V)	140
<b>3.</b>	<b>Betrieb elektrischer Versorgungsnetze</b>	<b>142</b>
3.1	Betriebsdiagramm und Betriebsbereich	142
3.1.1	Betriebsdiagramm von Zweitoren	142
3.1.2	Momentenkennlinie und Betriebsbereich von Turbogeneratoren	146
3.1.3	Momentenkennlinie und Betriebsdiagramm von Drehstrom-Asynchronmotoren	152
3.1.4	Momentenkennlinien von Gleichstrommaschinen (V)	158
3.1.5	Betriebsbereich langer Leitungen	162
3.1.6	Betriebsbereich kurzer verlustbehafteter Leitungen (V)	166
3.2	Parallelbetrieb von Drehstromtransformatoren	167
3.3	Spannungshaltung	171
3.4	Leistungsübertragung und statische Stabilität (V)	174
3.5	Verbundbetrieb, Frequenzhaltung und Frequenzregelung (V)	177
<b>4.</b>	<b>Überspannungen und Isolationsbemessung</b>	<b>183</b>
4.1	Überspannungen in Energieversorgungsnetzen	183
4.2	Zeitweilige Spannungserhöhung mit Netzfrequenz	183
4.3	Schaltüberspannungen (V)	187

4.4	Blitzüberspannungen	189
4.4.1	Wanderwellen (V)	189
4.4.2	Entstehung von Blitzüberspannungen (V)	197
4.5	Isolationsdurchschläge und Isolationsüberschläge	201
4.5.1	Stoßspannungskennlinie	201
4.5.2	Isolationsbemessung	203
4.6	Überspannungsbegrenzung durch Ventilableiter (V)	213
5.	<b>Sicherheitstechnik in Drehstromnetzen</b>	<b>218</b>
5.1	Grundsätze	218
5.2	Fehler, Störungen und Schäden in Drehstromnetzen	219
5.3	Grundzüge des Netzschutzes (V)	223
5.4	Kurzschlußstromberechnung	225
5.5	Körperströme	229
5.6	Schutz gegen gefährliche Körperströme in Niederspannungsnetzen	235
5.7	Sicherheitstechnische Normen und Prüfungen	243
	Literaturverzeichnis	245
	Sachverzeichnis	255