

Inhalt

1	Vorbemerkung	9
1.1	Die historische Entwicklung des Transformatoren	10
2	Aufbau des Dreiphasentransformators	15
2.1	Ausführungsformen der magnetischen Kreise des Dreiphasentransformators.....	15
2.2	Kernaufbau.....	18
2.3	Wicklungsaufbau	20
2.4	Erwärmung und Kühlung von Transformatoren	23
2.4.1	Belastungsgrenzen von Transformatoren	30
3	Magnetisierungserscheinungen beim Dreiphasen- transformator	35
3.1	Magnetisierungsströme und ihre Harmonischen.....	35
3.2	Schaltgruppen, Ausführung, Einsatz.....	37
3.3	Einfluss der Schaltgruppen auf die Magnetisierungsströme	38
3.3.1	Sternschaltung der Primärwicklung mit angeschlossenem Sternpunktleiter.....	39
3.3.2	Sternschaltung der Primärwicklung bei isoliertem Sternpunkt.....	43
3.3.3	Dreieckschaltung der Primärwicklung	45
3.4	Magnetische Durchflutung bei unsymmetrischer Belastung	48
4	Der Zweiwicklungstransformator bei sinusförmiger Speisung und Belastung	53
4.1	Symmetrischer Betrieb	53
4.1.1	Betrieb am starren Netz	55
4.1.2	Kenngrößen des Transformators.....	58
4.1.3	Kurzschlussspannung und Kurzschlussimpedanz	59
4.1.4	Leerlaufimpedanz	60
4.2	Unsymmetrische Belastung	61
4.2.1	Mathematische Grundlagen zur Anwendung der Symmetrischen Komponenten	62
4.2.2	Impedanzen des Dreiphasentransformators	65
4.2.3	Praktische Anwendung der Symmetrischen Komponenten bei der Untersuchung der unsymmetrischen Belastung des Dreiphasentransformators	68
4.2.3.1	Zweiphasige Belastung	69
4.2.3.2	Einphasige Belastung.....	72

5	Verluste und Wirkungsgrad des Transformators	75
6	Veränderung der Schwingungsform der Spannung und ihre Auswirkungen	81
6.1	Auswirkungen auf das Elektroenergiesystem allgemein	82
6.2	Auswirkungen auf Elektrische Betriebsmittel	83
6.3	Nicht sinusförmige Belastung in Niederspannungsnetzen durch Massengeräte	85
7	Dreiwicklungstransformatoren	89
8	Stromrichtertransformatoren	93
8.1	Dreipuls-Gleichrichterschaltungen	95
8.2	Sechspuls-Gleichrichterschaltungen	96
8.3	Zwölpuls-Gleichrichterschaltungen	98
8.4	Gleichrichterschaltungen höherer Pulszahl	101
9	Spartransformatoren und Drosselspulen	103
9.1	Spartransformatoren	103
9.2	Drosselspulen	107
9.2.1	Drosselspulen zur Strombegrenzung	107
9.2.2	Drosselspulen zur Sternpunktbehandlung	108
9.2.3	Kompensations-Drosselspulen	110
9.2.4	Drosselspulen für Saugkreisanlagen	110
10	Stelltransformatoren	113
10.1	Direkte Spannungseinstellung	114
10.2	Indirekte Spannungseinstellung	119
10.3	Lastflussteuerung	119
10.4	Längsregelung	120
10.5	Querregelung	121
10.6	Schrägregelung	123
10.7	Hochstromstelltransformatoren	124
10.8	Scott-Transformator	126
11	Betrieb von Leistungstransformatoren	129
11.1	Parallelbetrieb von Dreiphasentransformatoren	129
11.2	Parallelschaltung von Stufentransformatoren	132
11.3	Transformatorschutz	135
11.3.1	Aufgaben des Transformatorschutzes	136
11.3.2	Kurzschlussfestigkeit	136
11.3.3	Differentialschutz	137
11.3.4	Buchholzschutz	143

11.3.5	Überstromzeitschutz	145
11.3.6	Schutz durch Schmelzsicherungen	147
11.3.7	Überlastschutz	147
11.3.8	Überspannungsschutz	148
11.3.9	Monitoringssysteme	151
11.4	Geräuschentwicklung	153
11.5	Inbetriebnahme	156
11.6	Schaltgruppenprüfung	159
11.7	Instandhaltung	161
12	Nicht stationäre Betriebsvorgänge	163
12.1	Einschaltstrom des leerlaufenden Einphasentransformators	163
12.2	Resonanzüberspannung	166
12.3	Plötzlicher Klemmenkurzschluss des Transformators	167
12.4	Ausschalten des leerlaufenden Transformators	168
12.5	Wanderwellen in Transformatorwicklungen	170
13	Messwerterfassung	177
13.1	Spannungswandler	177
13.1.1	Schaltungen	180
13.1.2	Kapazitive Spannungswandler	181
13.2	Stromwandler	183
13.3	Schaltungen von Stromwandlern	188
13.4	Anordnung der Wandler in Schaltanlagen	188
14	Formelzeichen und Zählpfeile	191
14.1	Schreibweise physikalischer Größen	191
14.2	Verwendete Formelzeichen	191
14.3	Vorzeichenvereinbarung und Zählpfeilsystem	192
Literatur	195	
Stichwortverzeichnis	199	