

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen, Indizes	VII
1 Begriffe und Definitionen	1
1.1 Zeitlicher Verlauf des Kurzschlussstroms	3
1.2 Kurzschlussstromkreis im Mitsystem	4
1.3 Einteilung der Kurzschlussarten	5
1.4 Ersatzspannungsquelle	7
1.5 Berechnung mit Bezugsgrößen	8
2 Allgemeines zu DIN VDE 0102	10
3 Die Bedeutung von DIN VDE 0102	12
4 Versorgungsnetze	15
4.1 Berechnungsgrößen für Versorgungsnetze	15
4.2 Einseitig gespeiste Leitung	15
4.3 Strahlennetz	15
4.4 Ringnetz	16
4.5 Maschennetz	17
5 Netzformen bei der Kurzschlussstromberechnung	18
5.1 Netzformen für die Niederspannung	18
5.2 Netzformen für die Mittelspannung	20
5.3 Netzformen für die Hochspannung	25
6 Systeme bis 1 kV	29
6.1 TN-System	29
6.2 Berechnung des Fehlerstroms in der Praxis	31
6.3 TT-System	34
6.4 IT-System	35
6.5 Umwandlung der Netzformen	37
6.5.1 Einfach gespeiste Netze	38
6.5.2 Mehrfach gespeiste und vermaschte Netze	39
7 Sternpunktbehandlung in Drehstromnetzen	41
7.1 Netze mit isoliertem, freiem Sternpunkt	42
7.2 Netze mit Erdschlusskompensation	44
7.3 Netze mit niederohmiger Sternpunktbehandlung	46
8 Komplexe Rechnung	50
8.1 Rechenregeln für komplexe Zahlen	51
8.2 Komplexe Berechnung eines Wechselstromkreises	52

9 Methode der Symmetrischen Komponenten	54
9.1 Symmetrische Komponenten	55
9.2 Impedanzen der symmetrischen Komponenten	58
10 Impedanzen von Drehstrom-Betriebsmitteln	63
10.1 Netzeinspeisungen	63
10.2 Generatoren	66
10.3 Transformatoren	68
10.4 Stelltransformatoren	75
10.5 Kabel und Freileitungen	76
10.6 Kurzschlussstrom-Begrenzungsdrosselpulen	90
10.7 Asynchronmaschinen	91
10.8 Berücksichtigung von Kondensatoren und nichtrotierenden Lasten	93
10.9 Berücksichtigung von statischen Umrichtern	93
11 Impedanzkorrekturen	94
11.1 Korrekturfaktor von Generatoren K_G	94
11.2 Kraftwerksblock K_{KW}	95
11.3 Korrekturfaktor für Zwei- und Dreswicklungstransformatoren K_T	96
12 Berechnung der Kurzschlussströme	98
12.1 Dreipoliger Kurzschluss	98
12.2 Zweipoliger Kurzschluss mit Erdberührung	99
12.3 Zweipoliger Kurzschlussstrom ohne Erdberührung	100
12.4 Einpoliger Erdkurzschluss	102
12.5 Stoßkurzschlussstrom i_p	104
12.6 Ausschaltwechselstrom I_b	107
12.7 Dauerkurzschlussstrom I_k	110
13 Kurzschlüsse in unvermaschten Netzen	113
14 Kurzschlüsse in vermaschten Netzen	114
15 Berücksichtigung von Motoren in DS-Netzen	115
15.1 Kurzschluss an den Klemmen eines Asynchronmotors	115
15.2 Motorengruppen eingespeist über Zweiwicklungs- Transformatoren	117
15.3 Motorengruppen, eingespeist über Transformatoren mit verschie- denen Nennspannungen	118
16 Mechanische und thermische Kurzschluss- stromfestigkeit	120
16.1 Mechanische Kurzschlussstromfestigkeit	120
16.2 Thermische Kurzschlussstromfestigkeit	123
16.3 Kurzschlussstrom-Begrenzung	127

17 Berechnungsgrößen für die Kurzschlussfestigkeit	134
17.1 Kurzschlussfestigkeit der MS-Schaltanlagen	134
17.2 Kurzschlussfestigkeit der NS-Schaltanlagen	135
18 Überstrom-Schutzeinrichtungen	137
18.1 Sicherungen	138
18.2 Leitungsschutzschalter (MCB)	144
18.3 Leistungsschalter (MCCB)	146
19 Kurzschluss auf der NS-Seite eines Transformators	150
20 Kurzschlussströme in Gleichstromanlagen	157
20.1 Widerstände von Leitungsabschnitten	160
20.2 Stromrichter	161
20.3 Batterien	162
20.4 Kondensatoren	163
20.5 Gleichstrommotoren	164
21 Lastflussberechnung	166
22 Berechnungs-Programme	170
22.1 NEPLAN-Planungs- und Informationssystem	170
22.1.1 Kurzschlussstromberechnung	170
22.1.2 Lastflussberechnung	171
22.1.3 Oberschwingungsanalyse	172
22.1.4 Selektivitätsanalyse	173
22.1.5 Selektivitätsdiagramm	173
22.1.6 Motorhochlauf-Simulation	173
22.1.7 Spannungsfallberechnung	174
23 SIMARIS design: Dimensionierung von Energieverteilungs- und Sicherheitsanlagen	175
24 Beispiele: Berechnung der Kurzschlussströme	178
24.1 Beispiel 1: Nachweis der Schutzmaßnahmen	178
24.2 Beispiel 2: Hausanschlusskasten (HAK)	181
24.3 Beispiel 3: Parallelschaltung von Transformatoren	182
24.4 Beispiel 4: Anschluss eines Motors	184
24.5 Beispiel 5: Berechnung eines Abgangs	185
24.6 Beispiel 6: Berechnung einer Industrieanlage	188
24.7 Beispiel 7: Berechnung des dreipoligen Kurzschlussstroms	189
24.8 Beispiel 8: Vermaschtes Netz	191
24.9 Beispiel 9: Versorgung einer Fabrik	195
24.10 Beispiel 10: Berechnung mit Impedanzkorrekturen	197
24.11 Beispiel 11: Berechnung mit Impedanzkorrekturen	200
24.12 Beispiel 12: Anschluss eines Transformators über ein Fremdnetz	202

24.13Beispiel 13: Parallelschaltung von Motoren	204
24.14Beispiel 14: Nachweis der Kurzschlussfestigkeit von NS-Anlagen	206
24.15Beispiel 15: Kurzschlussfestigkeit von HS- und MS-Anlagen . . .	208
24.16 Beispiel 16: Berechnung mit p.u.-Größen	220
25 Programme zur Berechnung von Kurzschlussströmen	222