

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Allgemeines Gleichungssystem	3
3	Überlagerungsverfahren	7
3.1	Anfangs-Kurzschlusswechselstrom bei dreipoligem Kurzschluss	9
3.2	Anfangs-Kurzschlusswechselstrom bei einpoligem Kurzschluss	10
3.3	Anfangs-Kurzschlusswechselstrom bei zweipoligem Kurzschluss	10
4	Zweipoltheorie	13
5	Methode der Ersatzspannung an der Kurzschlussstelle	17
5.1	Kurzschlussimpedanzen der Betriebsmittel	19
5.1.1	Netzeinspeisungen	19
5.1.2	Zweiwicklungstransformatoren	20
5.1.3	Dreiwicklungstransformatoren	21
5.1.4	Synchrongeneratoren und –motoren	23
5.1.5	Kraftwerksblöcke mit Stufenschaltern	24
5.1.6	Kraftwerksblöcke ohne Stufenschalter	24
5.1.7	Windenergieanlagen mit Asynchrongenerator	24
5.1.8	Windenergieanlagen mit doppelt speisendem Asynchrongeneratoren	25
5.1.9	Windenergieanlagen mit Vollumrichter und Photovoltaikanlagen	25
5.1.10	Asynchronmotoren	25
5.1.11	Freileitungen und Kabel	26
5.2	Knotenimpedanzmatrizen	26
5.3	Berechnung der Anfangs-Kurzschlusswechselströme in <i>einer</i> Spannungsebene	29
5.3.1	Dreipoliger Kurzschluss	30
5.3.2	Einpoliger Kurzschluss	33
5.3.3	Zweipoliger Kurzschluss	33
5.3.4	Zusammenfassung	35
5.3.5	Umrechnung der Kurzschlussströme auf eine andere Spannungsebene	35
5.4	Berechnung der Anfangs-Kurzschlusswechselströme in Originalspannungsebenen	41
5.4.1	Gleichungen der Zweiwicklungstransformatoren	41
5.4.2	Gleichungen der Dreiwicklungstransformatoren	42
5.4.3	Knotenimpedanzmatrizen	44
5.4.4	Dreipoliger Kurzschluss	47
5.4.5	Einpoliger Kurzschluss	51
5.4.6	Spannungsabhängige Blindstromeinspeisung.....	57

6	Berechnung der Stoßkurzschlussströme	65
6.1	Maschenstromverfahren	68
6.1.1	Gleichungssystem	68
6.1.2	Lösung der Zustandsdifferentialgleichung	69
6.2	Erweitertes Knotenpunktverfahren	70
6.2.1	Gleichungssystem	70
6.2.2	Datenbereitstellung	73
6.3	Ersatz-Gleichstromzeitkonstante	74
6.4	Beispiele	74
6.4.1	Strahlennetz	74
6.4.2	IEC-Testnetz	79
7	Berechnung der Ausschaltwechselströme	87
7.1	Modell der Generatoren und Motoren	87
7.2	Einfach gespeister Kurzschluss	90
7.3	Mehrfach gespeister Kurzschluss	91
7.4	Vergleich mit der Berechnung nach IEC 60909-0 Gl. 77	94
7.5	Beispiele	97
7.5.1	3-Knoten-Netz	97
7.5.2	7-Knoten-Netz	103
8	Literatur	119
Anhang		
A.1	Impedanzen der verdrehten Freileitung	121
A.2	Fehlerbedingungen in symmetrischen Komponenten	122
A.3	Lösung der ZDGL bei verschwindenden Anfangswerten	123
A.4	Eigenwerte und Eigenvektoren für das Beispiel aus Abschnitt 6.4.1	125
A.5	Normierte Eigenvektoren der Matrix A_F für das Beispiel in 6.4.2	128
A.6	Fehlermatritzenverfahren	129
A.7	Gleichungen für Kurzschluss an K1 für das Beispiel in 7.5.1	131