

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines über Elektrizitätsversorgungseinrichtungen</b> .....	<b>9</b>
2.1	Kraftwerke .....	9
2.2	Netze .....	9
2.2.1	Transportnetze .....	10
2.2.2	Verteilernetze .....	10
2.3	Einrichtungen zur Verwendung der elektrischen Energie .....	11
<b>3</b>	<b>Bauformen der Netze</b> .....	<b>13</b>
3.1	Kraftwerkstandorte .....	13
3.2	Netze .....	13
<b>4</b>	<b>Anormale Funktionen – Störungen</b> .....	<b>15</b>
4.1	Allgemeines .....	15
4.2	Überlastungen .....	15
4.3	Isolationsfehler .....	15
<b>5</b>	<b>Selektivschutzeinrichtungen</b> .....	<b>19</b>
5.1	Allgemeines .....	19
5.2	Anforderungen an den Selektivschutz gegen Isolationsfehler .....	19
5.3	Schutzeinrichtung gegen Überlastungen .....	20
5.4	Meßwandler für Schutzeinrichtungen .....	20
<b>6</b>	<b>Betrachtungen zum Fehlerstrom und seine vereinfachte Berechnung</b> .....	<b>23</b>
6.1	Abhängigkeit des Fehlerstroms .....	23
6.2	Sammelschienenimpedanz im Fall des dreipoligen Fehlers .....	23
6.3	Rechnen mit bezogenen Größen .....	24
6.4	Sammelschienenimpedanzen bei den anderen Fehlerfällen .....	25
6.5	Methode der symmetrischen Komponenten für die Berechnung unsymmetrischer Belastungsfälle .....	25
6.6	Formeln für die verschiedenen Fehlerströme .....	28
<b>7</b>	<b>Die Behandlung des Netz-Sternpunkts</b> .....	<b>31</b>
7.1	Allgemeines .....	31
7.2	Netz mit isoliertem Sternpunkt .....	31
7.3	Netz mit Erdschlußlöschung .....	32
7.4	Netz mit unmittelbar (direkt) geerdetem Sternpunkt .....	32

7.5	Erdung des Sternpunkts über einen Widerstand oder über eine Reaktanz .....	33
7.6	Transformatoren für die Sternpunkt-Erdverbindung .....	33
<b>8</b>	<b>Mittelspannungsnetze</b> .....	<b>35</b>
8.1	Allgemeines .....	35
8.2	Überstromschutz .....	36
8.2.1	Selektivität .....	36
8.2.2	Selektivität über die Zeit .....	36
8.2.3	Selektivität durch Verriegelung .....	39
8.3	Differentialschutz .....	40
8.3.1	Stabilisierung des Differentialschutzes .....	41
8.3.2	Stromanschluß des Differentialschutzes .....	42
8.4	Gerichteter Überstromschutz .....	42
8.5	Erdschlußschutz .....	43
8.5.1	Betrachtungen zum Erdschluß-Fehlerstrom .....	44
8.5.2	Erdschluß im Netz mit großem Erdschlußstrom .....	46
8.5.3	Erdschluß im Netz mit kleinem Erdschlußstrom .....	46
8.5.3.1	Netze mit freiem Sternpunkt .....	47
8.5.3.2	Netze mit Erdschlußlöschung (Erdschluß-Löschspule) .....	47
8.4	Doppelerdschluß .....	48
<b>9</b>	<b>Hoch- und Höchstspannungsnetze</b> .....	<b>51</b>
9.1	Allgemeines .....	51
9.2	Distanzschutz .....	51
9.2.1	Überwachungs- und Anregeelemente .....	52
9.2.2	Leiterauswahlelemente und Auswahlhaltungen .....	52
9.2.3	Richtungsmeßglied .....	52
9.2.4	Distanzmeßglied .....	53
9.2.5	Auslöseelemente .....	53
9.2.6	Kennlinien des Distanzmeßglieds .....	54
9.2.7	Staffelplan für den Zeitstaffelschutz .....	55
9.2.8	Berechnung der Einstellungen am Distanzschutz .....	56
9.3	Phasenvergleichsschutz .....	58
9.3.1	Grundsätzliche Wirkungsweise .....	58
9.4	Sammelschienenschutz .....	59
<b>10</b>	<b>Kurzunterbrechung (KU)</b> .....	<b>61</b>
10.1	Allgemeines .....	61
10.2	Dreipolige Kurzunterbrechung .....	61
10.2.1	Einzel-Kurzunterbrechung .....	62
10.2.2	Gruppen-Kurzunterbrechung .....	62
10.3	Einpolige Kurzunterbrechung .....	62
10.4	Kurzunterbrechung und Netzschutz .....	62

10.5	Auswirkungen der dreipoligen Kurzunterbrechung auf die Betriebsmittel der Stromkunden .....	64
<b>11</b>	<b>Transformatoren</b> .....	65
11.1	Allgemeines .....	65
11.2	Schutz gegen Überlastung .....	65
11.3	Erdschlußschutz .....	65
11.4	Schutz gegen Wicklungsfehler .....	66
11.4.1	Buchholzschutz .....	66
11.4.2	Differentialschutz .....	66
<b>12</b>	<b>Generatorschutz</b> .....	69
12.1	Allgemeines .....	69
12.2	Schutz gegen Störungen, die von außen auf den Generator einwirken .....	69
12.2.1	Überlastungen von längerer Dauer .....	69
12.2.2	Schieflast .....	70
12.2.3	Überstrom als Folge externer Störungen .....	70
12.2.4	Überspannungen und Frequenzänderung .....	70
12.3	Schutz gegen innere Fehler .....	71
12.3.1	Ständererdschlußschutz .....	71
12.3.1.1	Generator arbeitet unmittelbar auf ein Netz .....	71
12.3.1.2	Generator arbeitet in Blockschaltung mit einem Transformator auf ein Netz .....	72
12.3.1.2.1	Überwachung der Verlagerungsspannung .....	72
12.3.1.2.2	Stromrelais in Verbindung mit einer Zusatzspannung .....	73
12.3.2	Läufererdschlußschutz .....	73
12.4	Windungs- und Wicklungsschluß in der Ständerwicklung .....	74
12.4.1	Windungsschluß in Spulen eines Strangs .....	74
12.4.2	Wicklungsschluß zwischen Spulen verschiedener Stränge .....	74
12.5	Störungen im Erregersystem .....	75
<b>13</b>	<b>Motorschutz</b> .....	77
13.1	Allgemeines .....	77
13.1.1	Synchronmotoren .....	77
13.1.2	Asynchronmotoren .....	78
13.1.3	Einfluß von Unsymmetrien — Dämpferkäfig .....	78
13.2	Schutz gegen Überlastung im Normalbetrieb .....	79
13.3	Schutz gegen innere Fehler .....	80
13.4	Schutz gegen die Auswirkungen eines zu langen Anlaufvorgangs .....	80
13.5	Schutz gegen die Auswirkungen zu vieler, aufeinander folgender Anlaufvorgänge im kalten oder betriebswarmen Zustand .....	81
13.6	Schutz gegen die Blockierung des Läufers .....	81
13.7	Schutz gegen Unsymmetrien .....	82

<b>14</b>	<b>Strom- und Spannungswandler</b> .....	83
14.1	Allgemeines .....	83
14.2	Stromwandler .....	83
14.2.1	Transientes Übertragungsverhalten eines Stromwandlers .....	84
14.2.2	Kurzschlußfestigkeit .....	85
14.2.3	Summenstromwandler für den Anschluß von Erdschluß-Richtungsrelais .....	85
14.2.4	Erdung der Stromwandler .....	86
14.3	Spannungswandler .....	86
14.3.1	Induktive Spannungswandler .....	86
14.3.2	Kapazitive Spannungswandler .....	87
14.3.3	Verlagerungsspannung .....	88
<b>15</b>	<b>Hilfseinrichtungen für Schutzgeräte</b> .....	91
15.1	Hilfsspannung .....	91
15.1.1	Bleibatterien .....	91
15.1.2	Nickel-Cadmium- und Nickel-Eisen-Batterien .....	91
15.1.3	Gegenzellen .....	92
15.1.4	Wandlerstromversorgung .....	92
15.2	Störwerterfassung — Fehlerorter — Störungsschreiber .....	92
15.2.1	Fehlerorter .....	93
15.2.2	Störungsschreiber .....	93
<b>16</b>	<b>Inbetriebnahme und Wartung von Schutzeinrichtungen</b> .....	97
16.1	Inbetriebnahme von Schutzeinrichtungen .....	97
16.1.1	Nachprüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit der Lieferung und Bestückung .....	97
16.1.2	Elektrische Prüfungen .....	97
16.2	Wartung von Schutzeinrichtungen .....	98
<b>Anhang A</b>	<b>Fallstudien für den Leitungsschutz</b> .....	101
<b>Anhang B</b>	<b>Beispiele für die Schutzplanung und Erstellung von Staffelplänen</b> .....	105
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	113