

2765-5607

Digitaler Distanzschutz

Grundlagen und Anwendung

Gerhard Ziegler

1	Einleitung	1
2	Definitionen	3
3	Wirkungsweise	7
3.1	Grundlagen des Distanzschutzes.....	7
3.1.1	Prinzip	7
3.1.2	Relaisimpedanz (Sekundärimpedanz)	8
3.1.3	Impedanzdiagramm	9
3.1.4	Distanzmessung	11
3.1.5	Richtungsbestimmung.....	14
3.1.6	Anregung (Fehlererkennung)	15
3.1.7	Distanzzonen (-stufen)	26
3.1.8	Ein- und mehrsystemiger Distanzschutz.....	29
3.1.9	Distanzschutz mit Signalübertragung	32
3.1.10	Pendelsperre, Pendelauslösung	44
3.1.11	Distanzschutz mit Automatischer Wiedereinschaltung (AWE)	49
3.1.12	Fehlerortung	57
3.1.13	Staffelplan.....	60
3.2	Numerische Distanzmessung.....	72
3.2.1	Definition der Fehlerschleife.....	72
3.2.2	Bestimmung der Schleifenimpedanz.....	76
3.2.3	Numerische Impedanzberechnung.....	78
3.3	Numerische Richtungsbestimmung	86
3.3.1	Prinzip der Richtungsbestimmung mit kurzschlußfremden Spannungen.....	86
3.3.2	Richtungscharakteristik im Impedanzdiagramm	89
3.3.3	Wahl der Kurzschlußfremden Spannungen	91
3.3.4	Einfluß der Lastübertragung	93
3.3.5	Einsatz von Spannungsspeichern	94

3.4	Distanzmessung, Einflußgrößen	97
3.4.1	Fehlerwiderstand	97
3.4.2	Zwischeneinspeisungen	117
3.4.3	Parallelleitungen	121
3.4.4	Distanzschutz an Transformatoren	135
3.4.5	Leitungsunsymmetrie	146
3.4.6	Serienkompensation	156
4	Geräteausführung	165
4.1	Multifunktionale Mikroprozessorgeräte	165
4.2	Konstruktiver Aufbau	167
4.3	Anschlußschaltung	169
4.4	Bedienung	171
4.5	Serielle Kommunikation	172
4.6	Hauptmerkmale und Integrierte Funktionen	173
5	Anwendung	175
5.1	Allgemeine Gesichtspunkte	175
5.1.1	Anwendungskriterien	175
5.1.2	Kürzeste Leitungslänge	175
5.1.3	Kommandozeit	177
5.1.4	Signalvergleichschutz, Wahl des Verfahrens	179
5.1.5	Wandleranforderungen	182
5.1.5.1	Stromwandler	182
5.1.5.2	Spannungswandler	200

5.2	Distanzschutz im Verteilungsnetz	208
5.2.1	Allgemeines	208
5.2.2	Distanzschutz im isolierten oder gelöschten Netz	215
5.2.3	Distanzschutz im Verteilungsnetz mit niederohmiger Sternpunkterdung	222
5.2.4	Distanzschutz im Industrienetz	225
5.3	Distanzschutz im Übertragungsnetz	227
5.3.1	Allgemeine Gesichtspunkte	227
5.3.2	Schutzkonzepte	231
5.3.2.1	Hochspannungleitung	231
5.3.2.2	Höchstspannungsleitung	233
5.3.2.3	1-1/2-Leistungsschalter-Anlage	235
5.3.2.4	Ringsammelschiene	237
5.3.2.5	Doppelleitung	238
5.3.2.6	Dreibeinleitung	239
5.3.2.7	Serienkompensierte Leitung	239
6	Schutzeinstellung	243
6.1	Allgemeine Gesichtspunkte	244
6.2	Anregung	244
6.2.1	Anregesicherheit	244
6.2.2	Phasenselektivität	245
6.2.3	Einstellung der $U-I-\varphi$ -Anregung	245
6.2.4	Einstellung der Impedanzanregung	247
6.3	Einstellung der Distanzzonen	252
6.3.1	Reichweite (X-Einstellung) und Staffelzeit	252
6.3.2	Lichtbogenkompensation (R-Einstellung)	254
6.3.3	Besonderheiten für die Zoneneinstellung im Kabelnetz	258
6.3.4	Anpassung der Zonenreichweite bei großen R/X-Einstellungen	260
6.3.5	Staffelung von Kreis- und Polygoncharakteristiken	262
6.3.6	Einstellung der Pendelsperre	262
7	Berechnungsbeispiele	267
7.1	Doppelleitung im geerdeten Netz	267

Inhaltsverzeichnis

7.2	Dreibeinleitung	275
8	Inbetriebnahme	285
8.1	Prüfen des Schutzsystems.....	285
8.2	Prüfung mit Last	286
9	Wartung.....	290
9.1	Selbstüberwachung	290
9.2	Wartungsstrategie.....	290
10	Literaturverzeichnis	292
10.1	Fachaufsätze	292
10.2	Fachbücher.....	296
11	Anhang	297
A.1	Algorithmus der Distanzmessung	297
A.1.1	Prinzip	297
A.1.2	Praktische Realisierung.....	297
A.1.3	Allgemeine Lösung der Differentialgleichung	298
A.1.4	Impedanz der Fehlerschleifen.....	298
A.1.5	Transientes Verhalten	300
A.1.6	Literatur	300
A.2	Kreischarakteristiken in numerischer Technik	300
A.2.1	MHO-Kreis.....	301
A.2.2	Polarisierter MHO-Kreis.....	302
12	Sachregister	306