

Inhalt

1	Einleitung	13
2	Installation, Programmupdate und Deinstallation	15
2.1	Installation	15
2.2	Programmupdate	17
2.3	Deinstallation	19
3	Programmbeschreibung	21
3.1	Berechnungsmöglichkeiten	21
3.1.1	Allgemeines	21
3.2	Kurzbeschreibung der Programme	22
3.2.1	Programm IkmaxminV1	28
3.2.2	Programm Ik1minZv	29
3.2.3	Programm IkmaxminV2	30
3.2.4	Programme NetzersatzV1 und NetzersatzV2	31
3.2.5	Programm Ik1minIn	31
3.2.6	Programm Lmax	31
3.2.7	Programme LeistungV1 und LeistungV2	32
3.3	Dateierweiterungen Projektdateien	32
3.4	Ländereinstellungen	33
4	Kurzschlussarten und Berechnungsverfahren im TN-System	35
4.1	Allgemeines	35
4.2	Kurzschlussarten	38
4.3	Berechnungsverfahren	39
4.3.1	Voraussetzungen für die Berechnung	42
4.4	Literatur zu Kapitel 4	44
5	Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System (Fehlerschutz) – Schutz bei indirektem Berühren	45
5.1	Allgemeines	45
5.2	Koordinierung von Überstromschutzeinrichtungen und Leiternennquerschnitten	48
5.3	Abschaltzeiten im TN-System in Verteilungsnetzen	53
5.4	Beleuchtungsanlagen im Freien	54
5.5	Notwendigkeit der Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms	55

5.6	Auswirkung der Abschaltzeiten für bestehende Elektroinstallationen	66
5.7	Literatur zu Kapitel 5	66
6	Überstromschutzeinrichtungen	69
6.1	Allgemeines	69
6.2	Auswahlkriterien	71
6.3	Niederspannungssicherungen	71
6.3.1	Einsatz von Niederspannungssicherungen – Schutzziele	73
6.3.1.1	Beispiel zur Ermittlung des Durchlassstroms	74
6.3.2	Zeit-Strom-Bereiche und Zeit-Strom-Kennlinien	78
6.3.3	Schmelz- I^2t -Kennlinien und I^2t -Werte	87
6.3.3.1	Berechnungsbeispiel Kurzschlussfestigkeit	92
6.4	Leitungsschutzschalter	93
6.4.1	Allgemeines	93
6.4.2	Durchlass- I^2t -Werte und I^2t -Kennlinien	94
6.4.3	Anwendungsgebiete	100
6.4.4	Auslösecharakteristiken	104
6.5	Selektiver Hauptleitungsschutzschalter (SH-Schalter)	109
6.6	Leistungsschalter	112
6.6.1	Allgemeines	112
6.6.2	Typen von Leistungsschaltern	113
6.7	Motorstarter	116
6.8	Selektivität	117
6.8.1	Allgemeines	117
6.8.2	Selektivitätsarten	119
6.8.3	Selektivität zwischen Schmelzsicherungen	120
6.8.3.1	Beispiele Selektivitätsbetrachtung	122
6.8.4	Selektivität zwischen Schmelzsicherung und Leitungsschutzschalter	123
6.8.4.1	Beispiele zur Selektivität	129
6.8.5	Selektivität zwischen Leistungsschaltern	133
6.8.5.1	Allgemeines	133
6.8.5.2	Stromselektivität (Stromstaffelung)	134
6.8.5.3	Zeitselektivität (Zeitstaffelung)	137
6.8.6	Selektivität zwischen Leistungsschalter und Schmelzsicherung ..	141
6.8.7	Selektivität zwischen Schmelzsicherung und Leistungsschalter ..	142
6.9	Literatur zu Kapitel 6	144

7	Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) – einfach gespeister, generatorferner einpoliger Kurzschluss	145
7.1	Kleinster einpoliger Kurzschlussstrom	145
7.1.1	Berechnungsverfahren	145
7.1.2	Betriebsmitteldaten – Kurzschlussimpedanzen elektrischer Betriebsmittel	149
7.1.2.1	Netzeinspeisung	150
7.1.2.2	Transformatoren	159
7.1.2.2.1	Berechnung der Impedanzen von Transformatoren	168
7.1.2.2.2	Impedanzkorrekturfaktor K_T für Netztransformatoren	177
7.1.2.2.3	Lastaufteilung bei Sammelschienen-Parallelbetrieb	179
7.1.2.3	Kabel und Leitungen	184
7.1.2.3.1	Berechnung der Impedanzen	202
7.1.2.4	Niederspannungssammelschienen	218
7.1.2.5	Niederspannungsfreileitungen	221
7.1.3	Beispiele zur Berechnung des Kurzschlussstroms	227
7.2	Größter einpoliger Kurzschlussstrom	278
7.3	Vereinfachte Berechnung – kleinster einpoliger Kurzschlussstrom	278
7.3.1	Allgemeine Hinweise	278
7.3.2	Berechnungsverfahren	280
7.3.2.1	Berechnungsbeispiel	284
7.4	Literatur zu Kapitel 7	299
8	Maximal zulässige Stromkreislänge für Endstromkreise im TN-System beim Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (Fehlerschutz)	301
8.1	Allgemeine Hinweise	301
8.2	Vereinfachte Berechnung	304
8.2.1	Berechnungsverfahren	304
8.3	Ausführliche Berechnung	312
8.3.1	Berechnungsverfahren	312
8.4	Vereinfachte Berechnung bei vermindertem PEN- oder Schutzleiterquerschnitt	316
8.5	Berechnungsbeispiele	317
8.6	Berechnung mit dem Programm	326
8.7	Berechnung bei parallel geschalteten Leitern	336
8.7.1	Allgemeines	336
8.7.2	Berechnungsverfahren	337
8.7.3	Zulässige Stromkreislänge von parallel geschalteten Leitern	343
8.7.4	Berechnungsbeispiel	344
8.8	Literatur zu Kapitel 8	356

9	Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) – einfach gespeiste drei- und zweipolige Kurzschlussströme ohne Erdberührung	357
9.1	Allgemeines	357
9.2	Berechnungsverfahren	359
9.2.1	Dreipoliger Kurzschlussstrom	359
9.2.1.1	Dreipoliger Stoßkurzschlussstrom	361
9.2.2	Zweipoliger Kurzschlussstrom	363
9.2.2.1	Zweipoliger Stoßkurzschlussstrom	364
9.3	Betriebsmitteldaten	365
9.4	Beitrag von Niederspannungs-Asynchronmotoren oder Gruppen von Asynchronmotoren (Ersatzmotoren) zum Anfangs- Kurzschlusswechselstrom	369
9.4.1	Allgemeines	369
9.4.2	Kurzschluss an den Anschlusspunkten von Niederspannungs-Asynchronmotoren	371
9.4.3	Berechnungsbeispiel	378
9.5	Berechnungsbeispiel Kurzschlussstromberechnung	384
9.5.1	Berechnung mit dem Programm	412
9.5.2	Erläuterung der Berechnungsergebnisse	418
9.6	Literatur zu Kapitel 9	420
10	Kurzschlussstromberechnung bei Netzersatzbetrieb	421
10.1	Allgemeine Hinweise	421
10.2	Abschaltbedingungen und Selektivität	421
10.3	Berechnungsverfahren	424
10.3.1	Berechnungsbeispiel Anfangs-Kurzschlusswechselströme	428
10.4	Dreipolige und kleinste einpolige Kurzschlussströme (nach Abklingen der Ausgleichsvorgänge – stationärer Zustand)	432
10.4.1	Allgemeine Hinweise	432
10.4.2	Berechnungsverfahren	434
10.4.3	Berechnungsbeispiel	437
10.5	Literatur zu Kapitel 10	462
11	Schutz bei Kurzschluss; Nachweis der Kurzschlussfestigkeit	463
11.1	Allgemeine Hinweise	463
11.2	Kurzschlussfestigkeit von Betriebsmitteln	464
11.2.1	Leistungstransformatoren (NS-Verteilungstransformatoren)	464
11.2.1.1	Thermische Kurzschlussfestigkeit	465
11.2.1.1.1	Berechnungsbeispiele	468
11.2.2	Leistungsschalter	475
11.2.3	Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	477
11.3	Thermische Wirkung auf Betriebsmittel und Leiter	479

11.3.1	Allgemeine Hinweise	479
11.3.2	Thermisch gleichwertiger Kurzzeitstrom	479
11.3.2.1	Elektrische Betriebsmittel	482
11.3.2.1.1	Berechnungsbeispiel	483
11.3.2.2	Leiter, Kabel und Leitungen	485
11.3.2.2.1	Berechnungsbeispiele	490
11.3.2.3	Stromwandler	495
11.4	Schutzeinrichtungen für Kabel und Leitungen	496
11.4.1	Allgemeines	496
11.4.2	Kenngößen von Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluss	499
11.5	Schutz parallel geschalteter Kabel und Leitungen	508
11.5.1	Allgemeine Hinweise	508
11.5.2	Schutz bei Überlast	509
11.5.3	Schutz bei Kurzschluss	514
11.5.3.1	Berechnungsbeispiele	515
11.5.4	Koordinierung des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss	527
11.6	Maximal zulässige Stromkreislänge	528
11.6.1	Allgemeine Hinweise	528
11.6.2	Berechnungsbeispiele	529
11.6.3	Kabel und Leitungen mit vermindertem PEN – oder Schutzleiterquerschnitt	538
11.6.3.1	Berechnungsbeispiel	539
11.7	Kurzschlusschutz elektrischer Anlagen in Gebäuden – TAB 2012	540
11.7.1	Allgemeine Hinweise	540
11.7.2	Anschluss an das Niederspannungsnetz	541
11.7.3	Einfluss der Betriebsmittel und Netzgestaltung auf die Impedanz	546
11.7.3.1	Berechnungsbeispiel – Nachweis der Kurzschlussfestigkeit	548
11.8	Literatur zu Kapitel 11	551
12	Berechnung Spannungsfall	553
12.1	Allgemeines	553
12.2	Berechnungsverfahren	561
12.2.1	Einfach gespeiste, endbelastete Kabel oder Leitungen	561
12.2.1.1	Berechnungsbeispiel	567
12.2.2	Einfach gespeiste, mehrfach punktweise endbelastete Kabel oder Leitungen	572
12.2.2.1	Berechnungsbeispiel	577
12.2.3	Zweifach gespeiste, mehrfach punktweise endbelastete Kabel oder Leitungen	587
12.2.3.1	Berechnungsbeispiel	590

12.2.4	Berechnung einseitig gespeister, unsymmetrisch belasteter Drehstromsysteme	595
12.2.4.1	Allgemeines	595
12.2.4.2	Berechnung eines Drehstromsystems	596
12.2.4.3	Berechnungsverfahren	602
12.3	Berechnung Spannungsfall auf der Basis des Bemessungsstroms der Überstromschutzeinrichtung	620
12.3.1	Berechnungsbeispiel	621
12.3.2	Spannungsfall im Brandfall	630
12.3.2.1	Berechnungsbeispiel 12.8	631
12.4	Maximal zulässige Stromkreislänge bei vorgegebenem prozentualen Spannungsfall	635
12.4.1	Berechnungsbeispiel	636
12.5	Literatur zu Kapitel 12	637
13	Planung elektrischer Anlagen – Ermittlung Leistungsbedarf	639
13.1	Allgemeines	639
13.2	Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor	645
13.2.1	Berechnung Leistungsbedarf	646
13.3	Bemessung von Hauptstromversorgungssystemen	654
13.4	Literatur zu Kapitel 13	657
14	Anhang	659
14.1	Anhang A: Auswirkungen von Oberschwingungsströmen auf symmetrisch belastete Drehstromsysteme	659
14.1.1	Allgemeines	659
14.1.2	Berechnung mit dem Programm	663
14.2	Anhang B: Symbolische Berechnung von Wechselstromkreisen	676
14.2.1	Allgemeines	676
14.2.2	Darstellung der Zeiger durch eine komplexe Zahl	676
14.2.3	Rechenregeln für komplexe Zahlen	679
14.2.4	Berechnungsbeispiele	680
14.3	Anhang C: Zusammenstellung von Kabeln und Leitungen	686
15	Begriffe	693
15.1	Literatur zu Kapitel 15	731
16	Weiterführende Literatur	733
17	Abkürzungsübersicht	735
18	Stichwortverzeichnis	737