

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 13 |
| 2 | Installation und Deinstallation | 15 |
| 2.1 | Installation | 15 |
| 2.2 | Deinstallation | 21 |
| 3 | Programmbeschreibung | 23 |
| 3.1 | Berechnungsmöglichkeiten | 23 |
| 3.1.1 | Allgemeines | 23 |
| 3.2 | Kurzbeschreibung der Programme | 26 |
| 3.2.1 | Programm Ikmaxmin | 31 |
| 3.2.2 | Programm Ik1minZv | 39 |
| 3.2.3 | Programm Spannungsfall_Ik | 42 |
| 3.2.4 | Programme NetzersatzV1 und NetzersatzV2 | 46 |
| 3.2.5 | Programm Spannungsfall_In | 46 |
| 3.2.6 | Programm Lmax | 46 |
| 3.3 | Programm aufrufen | 47 |
| 3.4 | Dateneingabe | 47 |
| 3.4.1 | Parameter für die Berechnung | 47 |
| 3.4.2 | Angaben für die Dokumentation | 48 |
| 3.5 | Speichern von Berechnungsergebnissen und Netzschaltplan | 48 |
| 3.6 | Editieren vor dem Ausdruck | 50 |
| 3.7 | Ausdruck von Berechnungsergebnissen und Angaben | 51 |
| 3.8 | Netzschaltplan erstellen | 52 |
| 3.9 | Seitenzahlen | 53 |
| 3.10 | Bildschirmdarstellung | 53 |
| 3.11 | Ländereinstellungen | 55 |
| 3.12 | Programmupdates | 55 |
| 4 | Kurzschlussarten und Berechnungsverfahren im TN-System | 57 |
| 4.1 | Allgemeines | 57 |
| 4.2 | Kurzschlussarten | 60 |
| 4.3 | Berechnungsverfahren | 61 |
| 4.3.1 | Voraussetzungen für die Berechnung | 64 |
| 4.4 | Literatur zu Kapitel 4 | 66 |
| 5 | Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-System (Fehlerschutz) – Schutz bei indirektem Berühren | 67 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.1 | Allgemeines | 67 |
| 5.2 | Koordinierung von Überstrom-Schutzeinrichtungen und Leiternennquerschnitten | 70 |
| 5.3 | Abschaltzeiten im TN-System in Verteilungsnetzen | 75 |
| 5.4 | Beleuchtungsanlagen im Freien | 76 |
| 5.5 | Notwendigkeit der Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms | 77 |
| 5.6 | Auswirkung der Abschaltzeiten für bestehende Elektroinstallationen | 88 |
| 5.7 | Literatur zu Kapitel 5 | 88 |
| 6 | Überstrom-Schutzeinrichtungen | 91 |
| 6.1 | Allgemeines | 91 |
| 6.2 | Auswahlkriterien | 93 |
| 6.3 | Niederspannungssicherungen | 93 |
| 6.3.1 | Einsatz von Niederspannungssicherungen – Schutzziele | 95 |
| 6.3.1.1 | Beispiel zur Ermittlung des Durchlassstroms | 96 |
| 6.3.2 | Zeit-Strom-Bereiche und Zeit-Strom-Kennlinien | 100 |
| 6.3.3 | Schmelz- I^2t -Kennlinien und I^2t -Werte | 109 |
| 6.3.3.1 | Berechnungsbeispiel | 114 |
| 6.4 | Leitungsschutzschalter | 115 |
| 6.4.1 | Allgemeines | 115 |
| 6.4.2 | Durchlass- I^2t -Werte und I^2t -Kennlinien | 116 |
| 6.4.3 | Anwendungsgebiete | 122 |
| 6.5 | Selektiver Hauptleitungsschutzschalter (SH-Schalter) | 131 |
| 6.6 | Leistungsschalter | 134 |
| 6.6.1 | Allgemeines | 134 |
| 6.6.2 | Typen von Leistungsschaltern | 135 |
| 6.7 | Motorstarter | 138 |
| 6.8 | Selektivität | 139 |
| 6.8.1 | Allgemeines | 139 |
| 6.8.2 | Selektivitätsarten | 141 |
| 6.8.3 | Selektivität zwischen Schmelzsicherungen | 142 |
| 6.8.3.1 | Beispiele Selektivitätsbetrachtung | 144 |
| 6.8.4 | Selektivität zwischen Schmelzsicherung und Leitungsschutzschalter | 145 |
| 6.8.4.1 | Beispiele zur Selektivität | 151 |
| 6.8.5 | Selektivität zwischen Leistungsschaltern | 155 |
| 6.8.5.1 | Allgemeines | 155 |
| 6.8.5.2 | Stromselektivität (Stromstaffelung) | 156 |
| 6.8.5.3 | Zeitselektivität (Zeitstaffelung) | 159 |
| 6.8.6 | Selektivität zwischen Leistungsschalter und Schmelzsicherung .. | 163 |
| 6.8.7 | Selektivität zwischen Schmelzsicherung und Leistungsschalter .. | 164 |
| 6.9 | Literatur zu Kapitel 6 | 166 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 7 | Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) – einfach gespeister, generatorferner einpoliger Kurzschluss | 167 |
| 7.1 | Kleinster einpoliger Kurzschlussstrom | 167 |
| 7.1.1 | Berechnungsverfahren | 167 |
| 7.1.2 | Betriebsmitteldaten – Kurzschlussimpedanzen elektrischer Betriebsmittel | 171 |
| 7.1.2.1 | Netzeinspeisung | 172 |
| 7.1.2.2 | Transformatoren | 181 |
| 7.1.2.2.1 | Berechnung der Impedanzen von Transformatoren | 189 |
| 7.1.2.2.2 | Impedanzkorrekturfaktor K_T für Netztransformatoren | 198 |
| 7.1.2.2.3 | Lastaufteilung bei Sammelschienen-Parallelbetrieb | 200 |
| 7.1.2.3 | Kabel und Leitungen | 205 |
| 7.1.2.3.1 | Berechnung der Impedanzen | 223 |
| 7.1.2.4 | Schienenverteiler | 239 |
| 7.1.2.5 | Niederspannungssammelschienen | 240 |
| 7.1.2.6 | Niederspannungsfreileitungen | 243 |
| 7.1.3 | Beispiele zur Berechnung des Kurzschlussstroms | 249 |
| 7.2 | Größter einpoliger Kurzschlussstrom | 300 |
| 7.3 | Vereinfachte Berechnung – kleinster einpoliger Kurzschlussstrom | 300 |
| 7.3.1 | Allgemeine Hinweise | 300 |
| 7.3.2 | Berechnungsverfahren | 302 |
| 7.3.2.1 | Berechnungsbeispiel | 306 |
| 7.4 | Literatur zu Kapitel 7 | 321 |
| 8 | Maximal zulässige Stromkreislänge für Endstromkreise im TN-System beim Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (Fehlerschutz) | 323 |
| 8.1 | Allgemeine Hinweise | 323 |
| 8.2 | Vereinfachte Berechnung | 326 |
| 8.2.1 | Berechnungsverfahren | 326 |
| 8.3 | Ausführliche Berechnung | 334 |
| 8.3.1 | Berechnungsverfahren | 334 |
| 8.4 | Vereinfachte Berechnung bei vermindertem PEN- oder Schutzleiterquerschnitt | 338 |
| 8.5 | Berechnungsbeispiele | 339 |
| 8.6 | Berechnung mit dem Programm | 348 |
| 8.7 | Berechnung bei parallel geschalteten Leitern | 358 |
| 8.7.1 | Allgemeines | 358 |
| 8.7.2 | Berechnungsverfahren | 359 |
| 8.7.3 | Zulässige Stromkreislänge | 365 |
| 8.7.4 | Berechnungsbeispiel | 366 |
| 8.8 | Literatur zu Kapitel 8 | 377 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 9 | Kurzschlussstromberechnung nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102) – einfach gespeiste drei- und zweipolige Kurzschlussströme ohne Erdberührung | 379 |
| 9.1 | Allgemeines | 379 |
| 9.2 | Berechnungsverfahren | 381 |
| 9.2.1 | Dreipoliger Kurzschlussstrom | 381 |
| 9.2.1.1 | Dreipoliger Stoßkurzschlussstrom | 383 |
| 9.2.2 | Zweipoliger Kurzschlussstrom | 385 |
| 9.2.2.1 | Zweipoliger Stoßkurzschlussstrom | 386 |
| 9.3 | Betriebsmitteldaten | 387 |
| 9.4 | Beitrag von Niederspannungs-Asynchronmotoren oder Gruppen von Asynchronmotoren (Ersatzmotoren) zum Anfangs- Kurzschlusswechselstrom | 391 |
| 9.4.1 | Allgemeines | 391 |
| 9.4.2 | Kurzschluss an den Anschlusspunkten von Niederspannungs-Asynchronmotoren | 393 |
| 9.4.3 | Berechnungsbeispiel | 400 |
| 9.5 | Berechnungsbeispiel Kurzschlussstromberechnung | 406 |
| 9.5.1 | Berechnung mit dem Programm | 434 |
| 9.5.2 | Erläuterung der Berechnungsergebnisse | 440 |
| 9.6 | Literatur zu Kapitel 9 | 442 |
| 10 | Kurzschlussstromberechnung bei Netzersatzbetrieb | 443 |
| 10.1 | Allgemeine Hinweise | 443 |
| 10.2 | Abschaltbedingungen und Selektivität | 443 |
| 10.3 | Berechnungsverfahren | 447 |
| 10.3.1 | Berechnungsbeispiel Anfangs-Kurzschlusswechselströme | 450 |
| 10.4 | Dreipolige und kleinste einpolige Kurzschlussströme (nach Abklingen der Ausgleichsvorgänge – stationärer Zustand) | 454 |
| 10.4.1 | Allgemeine Hinweise | 454 |
| 10.4.2 | Berechnungsverfahren | 456 |
| 10.4.3 | Berechnungsbeispiel | 459 |
| 10.5 | Literatur zu Kapitel 10 | 484 |
| 11 | Schutz bei Kurzschluss; Nachweis der Kurzschlussfestigkeit | 485 |
| 11.1 | Allgemeine Hinweise | 485 |
| 11.2 | Kurzschlussfestigkeit von Betriebsmitteln | 486 |
| 11.2.1 | Leistungstransformatoren (NS-Verteilungstransformatoren) | 486 |
| 11.2.1.1 | Thermische Kurzschlussfestigkeit | 487 |
| 11.2.1.1.1 | Berechnungsbeispiele | 490 |
| 11.2.2 | Leistungsschalter | 497 |
| 11.2.3 | Niederspannungs-Schaltanlagen | 499 |
| 11.3 | Thermische Wirkung auf Betriebsmittel und Leiter | 501 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 11.3.1 | Allgemeine Hinweise | 501 |
| 11.3.2 | Thermisch gleichwertiger Kurzzeitstrom | 501 |
| 11.3.2.1 | Elektrische Betriebsmittel | 504 |
| 11.3.2.1.1 | Berechnungsbeispiel | 505 |
| 11.3.2.2 | Leiter, Kabel und Leitungen | 507 |
| 11.3.2.2.1 | Berechnungsbeispiele | 512 |
| 11.3.2.3 | Stromwandler | 517 |
| 11.4 | Schutzeinrichtungen für Kabel und Leitungen | 518 |
| 11.4.1 | Allgemeines | 518 |
| 11.4.2 | Kenngrößen von Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluss | 521 |
| 11.5 | Schutz parallel geschalteter Kabel und Leitungen | 531 |
| 11.5.1 | Allgemeine Hinweise | 531 |
| 11.5.2 | Schutz bei Überlast | 531 |
| 11.5.3 | Schutz bei Kurzschluss | 536 |
| 11.5.3.1 | Berechnungsbeispiel | 537 |
| 11.5.4 | Koordinierung des Schutzes bei Überlast und Kurzschluss | 547 |
| 11.6 | Maximal zulässige Stromkreislänge | 547 |
| 11.6.1 | Allgemeine Hinweise | 547 |
| 11.6.2 | Berechnungsbeispiele | 549 |
| 11.6.3 | Kabel und Leitungen mit vermindertem PEN – oder Schutzleiterquerschnitt | 558 |
| 11.6.3.1 | Berechnungsbeispiel | 559 |
| 11.7 | Kurzschlusschutz elektrischer Anlagen in Gebäuden – TAB 2007 | 560 |
| 11.7.1 | Allgemeine Hinweise | 560 |
| 11.7.2 | Anschluss an das Niederspannungsnetz | 562 |
| 11.7.3 | Einfluss der Betriebsmittel und Netzgestaltung auf die Impedanz | 566 |
| 11.7.3.1 | Berechnungsbeispiel – Nachweis der Kurzschlussfestigkeit | 568 |
| 11.8 | Literatur zu Kapitel 11 | 571 |
| 12 | Berechnung Spannungsfall | 573 |
| 12.1 | Allgemeines | 573 |
| 12.2 | Berechnungsverfahren | 580 |
| 12.2.1 | Einfach gespeiste, endbelastete Kabel oder Leitung | 580 |
| 12.2.1.1 | Berechnungsbeispiel | 586 |
| 12.2.2 | Einfach gespeiste, mehrfach punktweise endbelastete Kabel oder Leitung | 591 |
| 12.2.2.1 | Berechnungsbeispiel | 596 |
| 12.2.3 | Zweifach gespeiste, mehrfach punktweise endbelastete Kabel oder Leitungen | 606 |
| 12.2.3.1 | Berechnungsbeispiel | 609 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 12.2.4 | Berechnung einseitig gespeister, unsymmetrisch belasteter Drehstromsysteme | 614 |
| 12.2.4.1 | Allgemeines | 614 |
| 12.2.4.2 | Berechnung eines Drehstromsystems | 615 |
| 12.2.4.3 | Berechnungsverfahren | 621 |
| 12.3 | Berechnung Spannungsfall auf der Basis des Bemessungsstroms der Überstrom-Schutzeinrichtung | 639 |
| 12.3.1 | Berechnungsbeispiel | 640 |
| 12.4 | Maximal zulässige Stromkreislänge bei vorgegebenem prozentualen Spannungsfall | 650 |
| 12.4.1 | Berechnungsbeispiel | 651 |
| 12.5 | Literatur zu Kapitel 12 | 652 |
| 13 | Planung elektrischer Anlagen – Ermittlung Leistungsbedarf | 653 |
| 13.1 | Allgemeines | 653 |
| 13.2 | Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor | 659 |
| 13.2.1 | Berechnung Leistungsbedarf | 660 |
| 13.3 | Bemessung von Hauptstromversorgungssystemen | 668 |
| 13.4 | Literatur zu Kapitel 13 | 671 |
| 14 | Anhang | 673 |
| 14.1 | Anhang A: Zusammenstellung von Kabeln und Leitungen | 673 |
| 14.2 | Anhang B: Symbolische Berechnung von Wechselstromkreisen | 679 |
| 14.2.1 | Allgemeines | 679 |
| 14.2.2 | Darstellung der Zeiger durch eine komplexe Zahl | 679 |
| 14.2.3 | Rechenregeln für komplexe Zahlen | 682 |
| 14.2.4 | Berechnungsbeispiele | 683 |
| 15 | Begriffe | 689 |
| 15.1 | Literatur zu Kapitel 15 | 727 |
| 16 | Weiterführende Literatur | 729 |
| 17 | Abkürzungsübersicht | 731 |
| 18 | Stichwortverzeichnis | 733 |