

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Vorbereitung, Ausführung und Richtlinien elektrischer Anlagen</b>	<b>11</b>
1.1	Zusammenbau von Maschinen, Geräten und Anlagen .....	13
1.1.1	Montageverfahren und Fertigungsanweisungen .....	13
1.1.2	Elektrische Übertragungssysteme .....	17
1.1.3	Spannungsnetze zur Energieverteilung .....	20
1.1.4	Kupfer als Leiterwerkstoff .....	23
1.1.5	Elektrische Leitfähigkeit .....	26
1.1.6	Mechanische Eigenschaften von Kupfer .....	28
1.2	Verbindungstechnik .....	31
1.2.1	Löttechnik .....	31
1.2.2	Schweißtechnik .....	33
1.2.3	Klemm- und Schraubverbindungen .....	35
1.2.4	Quetsch- und Steckverbindungen .....	38
1.2.5	Gequetschte Steckverbindungen .....	40
1.2.6	Spezielle Verbindungstechniken .....	46
1.3	Elektrische Leitungen .....	47
1.3.1	Aufbau von Kabeln, Leitungen und Wickeldrähten .....	47
1.3.2	Isolierte Leitungen .....	49
1.3.3	Harmonisierung von elektrischen Leitungen .....	52
1.3.4	Leitungen und Kabel .....	58
1.3.5	Starkstromkabel für besondere Anforderungen .....	60
1.3.6	Starkstromleitungen für ortswandlerliche Betriebsmittel .....	63
1.3.7	Kabel für besondere Anwendungen .....	64
1.3.8	Fernmeldeleitungen .....	67
1.3.9	Hochfrequenzkabel .....	68
1.3.10	Wellenwiderstand .....	72
1.4	Aufbau elektrischer Anlagen .....	76
1.4.1	Kabel und Leitungen im Niederspannungsnetz .....	78
1.4.2	Umgebungs- und Störeinflüsse .....	79
1.4.3	Verdrahtungsverfahren in Schaltanlagen .....	83
1.4.4	Kabelverlegungsverfahren im Außenbereich .....	85
1.4.5	Kabelverlegungsverfahren im Innenbereich .....	88
1.4.6	Zuleitungen für ortswandlerliche Verbraucher .....	93
1.5	Schutzmaßnahmen .....	95
1.5.1	Schutz gegen elektrischen Schlag .....	98

1.5.2	Berührungsschutz . . . . .	102
1.5.3	Netzsysteme . . . . .	107
1.5.4	Schutz bei indirektem Berühren . . . . .	109
1.5.5	Schutzisolierung und Schutztrennung . . . . .	115
1.5.6	Schutz gegen direktes und indirektes Berühren . . . . .	119
1.5.7	IP-Schutzarten . . . . .	122
<b>2</b>	<b>Anfertigen von Schaltungsunterlagen mit einem CAD/CAE-System . . . . .</b>	<b>125</b>
2.1	Anfertigen von Schaltungsunterlagen . . . . .	131
2.1.1	Grundlagen elektrotechnischen Zeichnens . . . . .	132
2.1.2	Genormte Stromlaufpläne . . . . .	136
2.1.3	Schaltzeichen für Stromlaufpläne . . . . .	138
2.1.4	Genormte Installationspläne . . . . .	141
2.1.5	Übersichtsschaltpläne . . . . .	142
2.1.6	Netzpläne . . . . .	147
2.1.7	Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel . . . . .	147
2.2	Arbeiten mit WSCAD . . . . .	150
2.2.1	Leistungsmerkmale in der Basic-Version (Grundversion) . . . . .	152
2.2.2	Leistungsmerkmale in der Compact-Version (Automatikversion) . . . . .	153
2.2.3	Leistungsmerkmale in der Professional-Version (Mega-Version) . . . . .	154
2.3	Zeichnen mit WSCAD . . . . .	156
2.3.1	Grafische Bedienungsoberfläche . . . . .	160
2.3.2	Datei-Menü . . . . .	165
2.3.3	Zeichnungsmakros . . . . .	171
2.3.4	Laden von Symbolen . . . . .	174
2.3.5	Integrierter Symboleditor . . . . .	179
2.3.6	Symbolkörper . . . . .	183
2.3.7	Symbolbibliothek . . . . .	187
2.3.8	Schaltplanseite . . . . .	191
2.3.9	Blattkonfiguration . . . . .	198
2.3.10	Laden von Klemmen . . . . .	211
2.3.11	Leitungsverbindungen . . . . .	219
2.3.12	Elektrische Verbindungen . . . . .	228
2.3.13	Motorschutzschalter . . . . .	238
2.3.14	Verdrahtung . . . . .	243
2.3.15	Schützbrowser . . . . .	244
2.3.16	Zeichnen des Not-Aus-Kreises . . . . .	250
2.3.17	Motoren und Leistungsteil . . . . .	257
2.4	SPS-Anschluss . . . . .	260

2.4.1	SPS-Manager . . . . .	262
2.4.2	Zielverdrahtung . . . . .	270
2.4.3	Leitungsnamen . . . . .	272
2.4.4	Kabelverwaltung . . . . .	274
2.4.5	Automatikfunktionen . . . . .	276
2.5	Erstellen eines Schaltschranks . . . . .	278
2.5.1	Störquellen in Niederspannungsnetzen . . . . .	278
2.5.2	EMV-gerechter Gehäuseaufbau . . . . .	283
2.5.3	Erstellung eines Übersichtsschaltplans . . . . .	285
2.5.4	Erstellen eines Installationsplans . . . . .	290
2.5.5	Schaltschrankmanager . . . . .	292
<b>3</b>	<b>Elektromotoren, Antriebsverfahren und Sicherheitstechnik . . . . .</b>	<b>305</b>
3.1	Drehstrommotor . . . . .	307
3.1.1	Wirkungsweise des Asynchronmotors . . . . .	307
3.1.2	Schlupf, Moment und Drehzahl . . . . .	312
3.1.3	Wirkungsgrad und Verluste . . . . .	315
3.1.4	Magnetfeld . . . . .	317
3.1.5	Ersatzschaltbild für Asynchronmotoren . . . . .	318
3.1.6	Motordaten . . . . .	320
3.1.7	Belastungscharakteristik . . . . .	325
3.1.8	Reluktanzmotor . . . . .	328
3.2	Praxis der Antriebstechnik . . . . .	330
3.2.1	Drehstromantriebe mit einer oder mehreren festen Drehzahlen . . . . .	331
3.2.2	Wärmeklassen . . . . .	333
3.2.3	Dimensionierung aus Lastmoment, Schwungmasse und Schalthäufigkeit . . . . .	335
3.2.4	Sanftanlauf und Sanftumschaltung . . . . .	337
3.2.5	Mechanische Verstellgetriebe . . . . .	338
3.2.6	Auswahl für ein Unterstellungsgetriebe . . . . .	342
3.2.7	Bremsmotoren . . . . .	345
3.3	Servoantriebe . . . . .	348
3.3.1	Antriebssysteme im Vergleich . . . . .	350
3.3.2	Komponenten eines Servosystems . . . . .	354
3.3.3	AC-Motoren für Servosysteme . . . . .	356
3.3.4	DC-Motoren für Servosysteme . . . . .	361
3.4	Elektrische Sicherheitstechnik . . . . .	366
3.4.1	Ermittlung des Sicherheitsniveaus . . . . .	368
3.4.2	Verriegelungseinrichtungen mit und ohne Zuhaltung . . . . .	372

3.4.3	Not-Aus-Einrichtungen . . . . .	375
3.4.4	Motorschutzrelais . . . . .	378
3.4.5	Befehlsgeräte . . . . .	383
3.4.6	Ansteuerung mit erhöhtem Sicherheitsanspruch . . . . .	391
3.4.7	Selbsthalteschaltung . . . . .	396
3.4.8	Schutzschaltung mit Redundanz . . . . .	399
3.4.9	Schutz durch Positionsschalter . . . . .	405
<b>4</b>	<b>Hinweise zu den CD-ROM . . . . .</b>	<b>413</b>
4.1	CD-ROM 1 . . . . .	413
4.2	CD-ROM 2 . . . . .	413
	<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>415</b>