

# 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 ortsveränderliche 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 ortsveränderliche 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 Schalzhäufigkeit. ....	335
3.2.4	Sanftanlauf und Sanftumschaltung. ....	337
3.2.5	Mechanische Verstellgetriebe. ....	338
3.2.6	Auswahl für ein Untersetzungsgetriebe. ....	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>