

5 Energieversorgung und Sicherheit

5.1	Kurzschluss in einer Energieverteilung	9
5.2	Energieverteilanlage planen	12
5.2.1	Energieverteilanlage analysieren ...	12
5.2.2	Arbeitsschritte planen	14
5.2.3	Energieversorgung analysieren	16
5.2.3.1	Versorgungsnetze	16
5.2.3.2	Drehstromtransformatoren	19
5.2.3.3	Elektrische Arbeit und Leistung	23
5.2.3.4	Energietransport	25
5.2.3.5	TN-Systeme	28
5.2.3.6	TT-Systeme	31
5.2.3.7	IT-Systeme	32
5.2.3.8	Verteilungssysteme – Übersicht	34
5.3	Verteilanlage errichten	35
5.3.1	Struktur der Verteilanlage	35
5.3.2	Dimensionieren der Leitung	36
5.3.2.1	Ermitteln des Leiterquerschnitts	36
5.3.2.2	Korrektur der Strombelastbarkeit	37
5.3.2.3	Ermitteln der Bemessungsstromstärke I_N	38
5.3.2.4	Überprüfen des Spannungsfalls	39
5.3.3	Dimensionieren der Schutzeinrichtungen	40
5.3.3.1	Schutz bei Überlast	40
5.3.3.2	Schutz bei Kurzschluss	41
5.3.3.3	Selektivität	43
5.3.4	Personenschutz	44
5.3.4.1	Spannungsbereiche	44
5.3.4.2	Schutzklassen	45
5.3.4.3	Basisschutz und Fehlerschutz	46
5.3.4.4	Basisschutz	48
5.3.4.5	Fehlerschutz	50
5.3.5	Besondere Räume	54
5.3.6	Anlagenschutz	56
5.3.7	Brandschutz	58
5.4	Prüfen und Messen	59
5.4.1	Erstprüfung	59

5.4.2	Besichtigung	61
5.4.3	Niederohmmessung	61
5.4.4	Messen des Isolationswiderstandes	61
5.4.5	Spannungspolarität	62
5.4.6	Messen des Erdungswiderstandes	63
5.4.7	Messen der Schleifenimpedanz	64
5.4.8	Messen des Netzzinnenwiderstandes	65
5.4.9	Prüfen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	66
5.4.10	Prüfen der Drehrichtung	67
5.4.11	Funktionsprüfung	67
5.4.12	Prüfen des Spannungsfalls	67
5.4.13	Dokumentation	68
5.4.14	Prüfplan	70
5.4.15	Wiederkehrende Prüfungen	71
5.5	Nutzer einweisen	74

6 Anlagen, Geräte und Baugruppen

6.1	Elektroinstallation und EDV-Vernetzung	77
6.1.1	Analysieren von Energieversorgungssystemen	77
6.1.2	EDV-gerechte Energieversorgung	81
6.1.3	Differenzstromüberwachung	84
6.1.4	Filter zur Störungsbegrenzung	85
6.1.5	Nichtlineare Belastungen	87
6.1.6	Oberschwingungen	89
6.1.7	Frequenzabhängige Widerstände ...	94
6.1.7.1	Spulen	94
6.1.7.2	Spulen im Wechselstromkreis	96
6.1.7.3	Kondensator im Wechselstromkreis	98
6.1.7.4	Ströme und Spannungen bei Widerständen	99
6.1.7.5	Parallelschaltung mit R und X_L	100
6.1.7.6	Parallelschaltung mit R und X_C	102
6.1.7.7	Parallelschaltung mit R , X_L und X_C	103

6.1.8	Sperrkreis	105
6.1.9	Saugkreis	106
6.1.10	Reihenschaltung mit R und X_L	107
6.1.11	Reihenschaltung mit R und X_C	109
6.1.12	Reihenschaltung mit R , X_L und X_C	110
6.2	Instandsetzung einer Maschinensteuerung	111
6.2.1	Auftragsannahme	111
6.2.2	Arbeitsfreigabe	112
6.2.3	Systemanalyse	114
6.2.4	Fehlersuche	117
6.2.5	Instandsetzung	123
6.3	Schalten in Steuerungen	124
6.3.1	Mechanisches Schalten mit Relais	124
6.3.1.1	Relaisverhalten	124
6.3.1.2	Relaisauswahl	127
6.3.2	Elektronisches Schalten	129
6.3.2.1	Elektronisches Relais	129
6.3.2.2	Optokoppler	130
6.3.2.3	Feldeffekttransistor (FET)	131
6.3.2.4	Thyristor	134
6.3.2.5	Triac	135
6.3.2.6	Zusatzfunktionen elektronischer Relais	136
6.3.2.7	Auswahl elektronischer Relais	136
6.3.3	Stetige Ein- und Ausgänge	137

7 Steuerungstechnik

7.1	Steuern einer Wintergartenbeschattung mit programmierbarem Steuerrelais	142
7.1.1	Aufgabenanalyse	142
7.1.2	Hardware-Projektierung	143
7.1.3	Software-Projektierung	145
7.1.4	Inbetriebnahme	147
7.1.5	Erweiterung der Steuerung auf Automatikbetrieb	149
7.2	Steuern einer Schrankenanlage mit SPS	155
7.2.1	Analysieren der Schrankenanlage	155

7.2.1.1	Funktion der neuen Anlage	155
7.2.1.2	Auswahl der Steuerung	157
7.2.2	Aufbau und Funktion einer SPS	158
7.2.2.1	Struktur	158
7.2.2.2	Baugruppen der SPS	158
7.2.2.3	Aufbaurichtlinien für ein S7-Steuergerät	160
7.2.2.4	Auswahl der SPS	160
7.2.2.5	Erstellung des Pflichtenheftes	162
7.2.3	Programmieren einer SPS	163
7.2.3.1	Bearbeiten eines Steuerprogramms	163
7.2.3.2	Grundlagen der SPS-Programmierung	166
7.2.4	Erstellen des Steuerprogramms	175
7.2.4.1	Projekt anlegen	176
7.2.4.2	Hardwarekonfiguration	177
7.2.4.3	Schranke aufwärts	180
7.2.4.4	Schranke abwärts	184
7.2.4.5	Zählen der Parkplätze	186
7.2.5	Inbetriebnahme und Kundenübergabe	187
7.2.5.1	Programmsimulation mit S7-PLCSIM	187
7.2.5.2	Installation	188
7.2.5.3	Inbetriebsetzung der SPS	188
7.2.5.4	Dokumentation	190
7.3	Projektierung mit STEP 7 im TIA-Portal	191
7.3.1	STEP 7 installieren und starten	191
7.3.2	TIA Portalansicht	192
7.3.3	Projektsicht	193
7.4	Erstellen und Testen von Steuerprogrammen im TIA-Portal	195
7.4.1	Einfügen eines Programmbausteins	195
7.4.2	PLC-Variablentabelle erstellen	196
7.4.3	Programmbaustein FC programmieren	196
7.4.4	Programme testen mit S7-PLCSIM	198
7.4.5	Programme übertragen zu S7-PLCSIM	199

7.4.6	Programme zu SIMATIC übertragen	199
7.5	Bussysteme in der Auto- matisierungstechnik	200
7.5.1	ASI-Bus	201
7.5.2	Profibus	203
7.5.3	Industrial Ethernet	204

8 Antriebssysteme

8.1	Modernisieren eines Lasten- aufzuges	205
8.2	Analyse der Anlage	207
8.2.1	Bestandteile der Aufzugsanlage	207
8.2.2	Betriebsarten	209
8.2.3	Schutzarten	209
8.2.4	Isolierstoffklassen und Kühlung	210
8.2.5	Bauformen	211
8.3	Gleichstrommotor	212
8.3.1	Motorprinzip	212
8.3.2	Motoraufbau	213
8.3.3	Gegenspannung	215
8.3.4	Ankerrückwirkung	216
8.3.5	Motorschaltungen	217
8.3.6	Steuerung	219
8.3.6.1	Änderung der Klemmen- spannung	219
8.3.6.2	Erregerfeldschwächung	221
8.3.6.3	Ankerfeldschwächung	221
8.3.7	Bremsen von Motoren	222
8.3.8	Universalmotor	223
8.4	Festlegen des Auftrages	224
8.5	Drehstrommotoren	225
8.5.1	Aufbau	225
8.5.2	Drehfelderzeugung	225
8.5.3	Synchronmotor	227
8.5.3.1	Aufbau	227
8.5.3.2	Wirkungsweise	227
8.5.3.3	Anlaufverfahren	228
8.5.3.4	Anwendungen	228
8.5.3.5	Synchronreluktanzmotor	228
8.5.4	Asynchronmotor	229

8.5.4.1	Kurzschlussläufer	229
8.5.4.2	Schleifringläufer	232
8.5.5	Energieeffizienz	234
8.5.6	Drehstrommotor an Wechselspannung	236
8.5.7	Kondensatormotor	237
8.6	Auswahl des Motortyps	238
8.7	Planen der Steuerung	239
8.7.1	Motorschutz	239
8.7.2	Anlassen von Drehstrom- motoren	242
8.7.2.1	Vorwiderstände	243
8.7.2.2	Stern-Dreieck-Anlassen	244
8.7.2.3	Sanftanlaufgerät	246
8.7.2.4	Frequenzumrichter	249
8.7.3	Drehrichtung	254
8.7.4	Drehzahl	256
8.8	Auswählen der Steuerung	258
8.9	Errichten der Anlage	259
8.9.1	Montage des Frequenz- umrichters	259
8.9.2	Montage des Motors	263
8.9.3	Prüfen	264
8.10	Inbetriebnahme und Kunden- übergabe	266
8.11	Servuantriebe	268
8.11.1	Servomotoren	268
8.11.1.1	Synchron-Servomotor	268
8.11.1.2	Asynchron-Servomotor	270
8.11.1.3	Linear-Servomotor (Linearmotor) ...	271
8.11.1.4	Bremsen von Servomotoren	272
8.11.2	Gebersysteme	273
8.11.2.1	Gebersystem für rotatorische Bewegungen	273
8.11.2.2	Absolutwertgeber	274
8.11.2.3	Messsysteme für lineare Servomotoren	275
8.11.2.4	Geberauswahl	276
8.11.3	Servo-Umrichter	277
8.11.4	Antriebsauswahl	278
8.11.4.1	Auswahl des Motors	279
8.11.4.2	Auswahl des Rotorlagegebers	283

8.11.4.3	Auswahl des Servo-Umrichters	283
8.12	Sondermotoren	285
8.12.1	Spaltnotor	285
8.12.2	Schrittmotor	286

9 Gebäudetechnische Anlagen

9.1	Gebäudesystemtechnik mit KNX	287
9.1.1	Planungsgrundlagen	287
9.1.2	Planen des KNX-Systems	289
9.1.2.1	Auswählen der KNX-Objekte	289
9.1.2.2	Technologie des KNX	290
9.1.3	Installieren des KNX-Systems	292
9.1.4	Programmieren	295
9.1.4.1	Aufbau der ETS	295
9.1.4.2	Programmerstellung	296
9.1.5	Inbetriebnehmen	300
9.1.6	Smart Home	302
9.2	Telekommunikationsanlagen	303
9.2.1	Telekommunikation	303
9.2.2	IP-basierte Telekommunikation	304
9.2.3	Datenübertragung im TK-Netz	306
9.2.4	VDSL	307
9.2.5	Analoge Telefonstecker und Dosen	309
9.2.6	ISDN	311
9.3	Gefahrenmeldeanlagen	313
9.3.1	Planung einer Einbruchmeldeanlage	313
9.3.2	Sicherheitstechnische Begriffe	314
9.3.3	Objekte von Einbruchmeldeanlagen	316
9.3.3.1	Melder zur Außenhautsicherung	316
9.3.3.2	Melder zur Innenraumsicherung	318
9.3.3.3	Überfallmelder	319
9.3.3.4	Brandmelder	320
9.3.3.5	Meldelinien	322
9.3.3.6	Schalteinrichtungen	326
9.3.3.7	Einbruchmeldezentrale	327
9.3.4	Installation der Einbruchmeldeanlage	328
9.4	Fernsehempfang	331
9.4.1	TV-Standards	331

9.4.2	Terrestrische Anlagen	333
9.4.3	Nutzung bestehender Antennenanlagen	335
9.4.4	DVB-C	337
9.4.5	DVB-S	338
9.4.6	Installation einer Satelliten-Empfangsverteilanlage	340
9.4.7	Videosignal-Anschlüsse	343
9.4.8	HbbTV	344

10 Haustechnik

10.1	Beratung über Hausgeräte	346
10.1.1	Elektroherde	346
10.1.2	Backöfen	349
10.1.3	Mikrowellengeräte	351
10.1.4	Kühlgeräte	352
10.1.5	Geschirrspüler	355
10.1.6	Waschmaschinen	356
10.1.7	Wäschetrockner	357
10.2	Installation von Hausgeräten	358
10.3	Beratung über Hausanlagen	360
10.3.1	Warmwassergeräte	360
10.3.2	Heizung	365
10.3.2.1	Nachtspeicherheizung	365
10.3.2.2	Direktheizgeräte	368
10.3.3	Lüftung	369
10.4	Installation von Hausanlagen	371
10.4.1	Anschluss von Warmwassergeräten	371
10.4.2	Anschluss von Speicherheizungen	372
10.4.3	Einbau von Lüftungsanlagen	375
10.5	Service	377
10.5.1	Instandsetzen	377
10.5.2	Prüfen	378
10.6	Planen von Beleuchtungsanlagen	381
10.6.1	Energie sparen	381
10.6.2	Einflussgrößen	382
10.6.3	Kennzeichen von Leuchten	385
10.6.4	Lampenarten	386
10.6.4.1	Glühlampen	386

10.6.4.2	Halogenlampen	386
10.6.4.3	Leuchtstofflampen	388
10.6.4.4	Hochdrucklampen	391
10.6.4.5	LED-Lampen	392
10.6.4.6	Entsorgung und Energieeffizienz	394
10.6.5	Beleuchtungssysteme	395
10.6.5.1	Helligkeitssteuerung bei LED-Lampen	396
10.6.5.2	Regelung in Beleuchtungs- systemen	397
10.6.6	Beleuchtung in einer Montagehalle	398
10.6.7	Beleuchtung im Büro	400
10.6.8	Sicherheitsbeleuchtung	401
10.6.8.1	Energieversorgung der Sicherheitsbeleuchtung	402
10.6.8.2	Anforderungen an Sicherheitsbeleuchtungen	403
10.6.8.3	Übersicht	405
10.7	Errichten von Beleuchtungs- anlagen	406
10.7.1	Installationsgeräte	406
10.7.2	Befestigungssysteme für Leuchten	406
10.7.2.1	Montagehalle	406
10.7.2.2	Büro	408
10.7.3	Wartung und Prüfung	409
10.8	Überspannungsschutz herstellen	410
10.8.1	Auswirkungen von Über- spannungen	410
10.8.2	Äußerer Blitzschutz	411
10.8.3	Innerer Blitzschutz	414
10.8.4	Prüfung und Wartung	417

11 Energietechnische Anlagen

11.1	Regenerative Energiequellen	419
11.1.1	Stellenwert der regenerativen Energien	419
11.1.2	Photovoltaik	422
11.1.2.1	Planen einer Photovoltaikanlage ...	422
11.1.2.2	Typen von Solarzellen	423

11.1.2.3	Kenndaten von Solarzellen	424
11.1.2.4	Modulschaltungen	425
11.1.2.5	Komponenten einer Photo- voltaikanlage	426
11.1.2.6	Montage der Photovoltaikanlage	428
11.1.2.7	Blitz- und Überspannungsschutz	431
11.1.2.8	Inbetriebnahme	432
11.1.2.9	Wartung	433
11.1.3	EEG	433
11.1.4	Wasserstoff-Brennstoffzellen	434
11.1.5	Kraft-Wärme-Kopplung	435
11.2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung	437
11.2.1	Klassifizierung der USV	438
11.2.2	Auswahl der USV	439
11.2.3	USV-Management	441
11.3	Schaltanlagen	442
11.3.1	Analyse einer Anlage	442
11.3.2	Schaltgeräte	444
11.3.3	Transformatoren	447
11.3.4	Messeinrichtungen	448
11.3.5	Schalthandlungen	450
11.4	Kompensationsanlagen	453
11.4.1	Anlagenerweiterung	453
11.4.2	Kompensation bei sinus- förmiger Belastung	454
11.4.2.1	Kompensationsprinzip	454
11.4.2.2	Praktische Kompensation	455
11.4.2.3	Kompensationsschaltungen	456
11.4.3	Kompensation bei nicht- sinusförmiger Belastung	457
11.4.4	Kompensation und Rund- steuersignale	460

12 Planen und Realisieren

12.1	Ausstellungs- und Präsentationsraum	461
12.1.1	Anforderungen des Kunden	461
12.1.2	Projektplanung	463
12.1.3	Energieversorgung	467
12.1.3.1	Mechanische Installation	467
12.1.3.2	Elektrische Installation	468

12.1.4	Beschattung	471
12.1.4.1	Projektstruktur	471
12.1.4.2	Eingangsgeräte	472
12.1.4.3	Ausgangsgeräte	473
12.1.4.4	Windwächter	474
12.1.4.5	Inbetriebnahme	475
12.1.5	Beleuchtung	477
12.1.5.1	Projektstruktur	477
12.1.5.2	Installation	478
12.1.5.3	Inbetriebnahme	480
12.1.6	Meldung	481
12.1.7	Heizung	482
12.1.8	Prüfung und Projekt- dokumentation	483
12.1.9	Überwachen und Steuern	485
12.2	Bürovernetzung	488
12.2.1	Kundenauftrag	488
12.2.2	Planung und Installation	488
12.2.3	Messungen	492
12.2.4	Strukturierte Verkabelung	495
12.2.5	Ethernet	496
12.2.6	WLAN	497
12.2.7	Kabelführungssysteme	498

13 Instandhalten und Ändern

13.1	Instandhaltungsgründe	499
13.2	Merkmale der Instandhaltung	501
13.3	Instandhaltungsmaßnahmen	504
13.3.1	Inspektion	504
13.3.2	Wartung	506
13.3.3	Instandsetzung und Verbesserung ...	506
13.4	Instandhaltungsstrategien	507
13.4.1	Strategieauswahl	509
13.5	Planen der Instandhaltung	511
13.5.1	Planen entsprechend berufs- genossenschaftlicher Vorgaben	512
13.5.2	Planen der zeitabhängigen Instandhaltung	515
13.5.3	Planen nach Betriebs- sicherheits-Verordnung	516

13.6	Sicherstellen vertraglicher Pflichten	519
13.6.1	Brandversicherung	519
13.6.2	Qualitätssicherung	521
13.7	Optimierung des betriebs- wirtschaftlichen Nutzens	525
13.7.1	USV-Anlage verbessern	525
13.7.2	Sicherheitsbeleuchtung verbessern	527

Anhang:

Projekt	530
Projektmanagement	531
Zeit- und Arbeitsplanung	532
Kostenkalkulation	533
Materialbeschaffung	534
Kommunikation	535
Moderation	536
Konflikt	537
Wissensmanagement	538
Verkaufsgespräch	539
Kundenberatung	540
Wie verwende ich Präsentationssoftware?	541
Was muss ich bei meiner Arbeit beachten?	542
Was muss bei Bauvorhaben beachtet werden?	543
Was muss ich bei der Nutzer- einweisung beachten?	544
Was finde ich in der Anlagen- dokumentation?	545
Wie lese ich Schaltpläne?	546
Wie lassen sich sinus- und cosinus- förmige Größen darstellen	547
Wie interpretiere ich Linien- und Zeigerdiagramme?	548
Wie lassen sich Wechselspannungen addieren?	549
Womit lassen sich rechtwinklige Dreiecke berechnen?	550
Wie werden Steuerungen sicher?	551
Wie kann ich Energiekosten sparen?	552
Wie erkenne und behebe ich Störungen am Motor?	553
Sachwortverzeichnis	554
Bildquellenverzeichnis	571