

Inhaltsverzeichnis Contents

Lernfelder, Hauptabschnitte des Buches, Prüfungsteile	U2	Feldeffektransistoren, IGBTs	56
Literaturverzeichnis	10	Bipolare Transistoren	57
Teil G: Mathematik, Physik, Schaltungstheorie, Bauэлеmente	11	Thyristor	58
Formelzeichen dieses Buches	12	Thyristorarten und Triggerdiode	59
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches	13	Gleichrichterbegriffe	60
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen	14	Gehäuseformen von Dioden, Transistoren und IC	61
Größen und Einheiten	15	Magnetfeldabhängige Bauelemente	62
Mathematische Zeichen	17	Fotoelektronische Bauelemente	63
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung	18	Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren	64
Logarithmisches Maß Dezibel	19	Bauelemente für Überspannungsschutz	65
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen	20	Kühlung von Halbleiter-Bauelementen	66
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen	21	Teil TM: Technische Dokumentation, Messen ...	67
Längen und Flächen	22	Grafische Darstellung von Kennlinien	68
Körper und Masse	23	Allgemeines technisches Zeichnen	69
Masse, Kraft, Druck, Drehmoment	24	Zeichnerische Darstellung von Körpern	70
Bewegungslehre	25	Maßpeile, besondere Darstellungen	71
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie	26	Maßeintragung	72
Übersetzungen	27	Maßeintragung, Schraffur	73
Rollen, Keile, Winden	28	Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente ..	74
Wärme	29	Weitere funktionsbezogene Dokumente	75
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand ...	30	Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente	76
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit	31	Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) in Schaltplänen	77
Elektrisches Feld, Kondensator	32	Kennzeichnungen in Schaltplänen	78
Wechselgrößen, Wellenlänge	33	Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen	80
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls	34	Stromkreise und Schaltzeichen	81
Magnetisches Feld, Spule	35	Allgemeine Schaltzeichen	82
Strom im Magnetfeld, Induktion	36	Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen ..	83
Schaltungen von Widerständen	37	Messinstrumente und Messgeräte	84
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler	38	Halbleiterbauelemente	85
Potenzimeter	39	Binäre Elemente	86
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung	40	Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte	88
Grundsaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten	41	Audiumsetzer, Videoumsetzer und Antennenanlagen	89
Schalten von Kondensatoren und Spulen	42	Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne	90
Reihenschaltung von R, L, C	43	Installationschaltpläne	92
Parallelschaltung von R, L, C	44	Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne	93
Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz- Parallelschaltung	45	Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren ..	94
Einfache Filter	46	Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser ..	95
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	47	Drehstrommotoren und Anlasser	96
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung	48	Motoren mit Stromrichterspeisung	97
Unsymmetrische gleichartige Belastung bei Dreiphasenwechselstrom	49	Vergleich von Schaltzeichen	98
Widerstände und Kondensatoren	50	Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln (Beispiele)	100
Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	51	Hydraulische und pneumatische Elemente	101
Bauarten von Widerständen und Kondensatoren ..	52	Symbole der Verfahrenstechnik	102
Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren	53	Kennzeichnung in elektropneumatischen Steuerungen	103
Halbleiterwiderstände	54	Elektropneumatische Grundsaltungen	104
Dioden	55	Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen	105
		Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung	106
		Elektrische Messgeräte und Messwerke	107
		Piktogramme für die Messtechnik	108
		Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung ..	109
		Messbereichserweiterung	110

Inhaltsverzeichnis Contents

Messungen in elektrischen Anlagen	111	Gebäudeautomation über bestehende	
Niederspannungs-Leistungsmessgeräte	114	Stromleitungen	169
Elektrizitätszähler	115	Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich	170
Elektronische kWh-Zähler	116	Fundamenterder im Beton oder in Erde	171
Elektronische Haushaltszähler eHz EDL	117	Hauptleitungen in Wohnanlagen	172
Oszilloskope	118	Zählerplatzinstallation	173
Messen mit dem Oszilloskop	119	Elektrische Mindestausstattung in	
Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren	120	Wohngebäuden, Zählerplätze	174
Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren	121	Mindestausstattung an Kommunikationsanlagen	
Bewegungsmessung mit Sensoren	122	in Wohngebäuden	175
Temperaturmessung mit Sensoren	123	Leitungsführung in Wohngebäuden	176
Optoelektronische Näherungsschalter		Leitungsberechnung ohne Verzweigung	177
(Lichtschranken)	124	Leitungsberechnung mit Verzweigung	179
Näherungsschalter (Sensoren)	125	Induktivitätsbelag und Spannungsfall	180
Ultraschall-Sensoren	126	Überlastschutz und Kurzschlusschutz von	
Weitere Sensoren	127	Leitungen	181
Anschluss von Sensoren der Steuerungstechnik .	128	Verlegearten für feste Verlegung	182
Teil EI: Elektrische Installation	129	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen	
Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten ...	130	bei $\vartheta_U = 25^\circ\text{C}$	183
Arbeiten in elektrischen Anlagen	131	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen	
Werkstattausrüstung	132	bei $\vartheta_U = 30^\circ\text{C}$	184
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung	133	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen für	
Ausschaltungen, Serienschaltung	134	feste Verlegung	185
Wechselschaltung, Kreuzschaltung	135	Ergänzungen zur Strombelastbarkeit	186
Reale Ausführung von Installationsschaltungen .	136	Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	
Treppenchaltzeitgeber, Hausklingelanlage mit		Leitungsberechnung bei Oberschwingungen	188
Türöffner	137	Verteilernetzstromkreis bei Oberschwingungen OS ..	189
Schaltungen mit Stromstoßschaltern	138	Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit	
Jalousieschaltungen	139	von Starkstromkabeln	190
Zweidraht-Türsprechanlagen	141	Überstrom-Schutzeinrichtungen	
Videoanlagen für Hauskommunikation	142	(Niederspannungssicherungen)	191
Türsprechanlagen	143	Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte	194
Dimmen konventioneller Lampen	144	Räume mit Badewanne oder Dusche	195
Konventionelle Tasterdimmer, Dimmertypen	145	Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten	
Dimmen von LED-Lichtquellen	146	unter Spannung	196
Lichtmanagement mit DALI	147	Saunaanlagen, Schwimmbecken, begehbare	
Automatikschalter mit Wärmesensor	148	Becken	197
Automatikschalter mit Ultraschall-		Elektroinstallation in feuergefährdeten	
Bewegungssensor	149	Betriebsstätten	198
Elektroinstallation mit Niedervolt-		Elektroinstallation in landwirtschaftlichen	
Halogenleuchtstofflampen	150	Betriebsstätten	199
Feldarme Elektroinstallation	151	Elektroinstallation in medizinisch genutzten	
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik .	152	Bereichen	200
Linien und Bereiche beim Installationsbus		Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit	
KNX-TP	153	Experimentiereinrichtungen	202
Schaltzeichen des KNX	154	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten	
Systemkomponenten für den KNX-TP	155	Bereichen	203
Sensoren für den KNX-TP	156	Energieversorgung von Werkstätten und	
Aktoren für den KNX-TP	157	Maschinenhallen	204
Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL	158	Aufbau von Schaltschränken	205
Projektierung einer Smart-Home-Anlage	159	Lichttechnik	206
Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX ...	160	Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in	
Smart Home mit Busch-free@home	162	Innenräumen	207
LON	163	Wartungsfaktoren von	
LON-Komponenten	164	Arbeitsstättenbeleuchtungen	208
LCN	165	Berechnung von Beleuchtungsanlagen	209
Elektroinstallation mit Funksteuerung	166	Beleuchtung und Blendung	210
Komponenten zur Funksteuerung	168	Leuchtstofflampen für 230 V	211
		Temperaturstrahler, Gasentladungslampen	212
		Energiesparlampen, Farbwideregabe	213
		Induktionslampen und Lichtwellenleiter	214
		EVG für Leuchtstofflampen	215

Inhaltsverzeichnis Contents

LED-Beleuchtung	216	Notstromversorgung und Notbeleuchtung	274
LED-Leuchtmittel	217	Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV-Anlagen)	275
LED-Leuchtröhren, LED-Module	218	USV-Systeme (Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme)	276
Lichttechnische Daten von Leuchten	219	Energieversorgung für Baustellen	277
Leuchtstofflampenersatz	220	Ladestationen für Elektrofahrzeuge	278
Lichtwerbeanlagen mit Niederspannung	221	Elektrische und magnetische Feldstärken	279
Leuchtröhrenanlagen	222	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	280
Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung	223	Elektromagnetische Störungen EMI	281
Erste Hilfe am Arbeitsplatz	224	Maßnahmen gegen EMIs	282
Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben	225	Innerer Blitzschutz	283
Zeichen zur Unfallverhütung	226	Äußerer Blitzschutz	284
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit	230	Fangeinrichtungen und Ableitungen	286
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten	231	Qualität der Stromversorgung	287
Weitere Stromgefährdungen	232	Oberschwingungen OS	288
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen	233	Messen von Oberschwingungen OS	289
Verteilungssysteme	234	THD-Werte von Oberschwingungen	290
Schutz gegen elektrischen Schlag	235	Regelung der Netzspannung	291
Differenzstromgeräte	236	Regelung der Netzfrequenz	292
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	237	Kompensation	293
Weitere Schutzmaßnahmen	239	Kompensation der Blindleistung	294
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen	240	Überwachung der Endstromkreise	296
Leiter für Schutzmaßnahmen	241	Melde- und Überwachungsanlagen	297
Prüfung der Schutzmaßnahmen	242	Sicherheitstechnik in Gebäuden	298
Wiederkehrende Prüfungen	243	Rauchwarnmelder RWM	299
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte	244	Brandschutzschalter	300
Geräteprüfung nach Instandsetzung oder Änderung	246	Gefahrenmeldeanlagen	301
Transformatoren und Drosselspulen, Prüfung der Isolation	247	Einbruchmeldeanlage EMA	302
Berechnung von Transformatoren	248	Brandmeldeanlagen	303
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren	249	Video-Überwachung	304
Kleintransformatoren	250	Ermittlung des Energieverbrauchskennwertes von Gebäuden	305
Kraftwerksarten	251	Raumheizung	306
Drehende Generatoren	252	Umgeschlossene Heizungssysteme	307
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von Transformatoren	253	Klimatisierung	308
Transformatoren für Drehstrom	254	Klimatisierung von Schaltschränken	309
Transformatoren in Parallelbetrieb	255	Kochstellen für Elektroherde	310
Netze der Energietechnik	256	Warmwassergeräte	311
Freileitungen	257	Hausgeräte	312
Freileitungsnetze	258	CE-Kennzeichnung	313
Kabel für die Energieverteilung	259	Energieeffizienzklassen	314
Verlegen von Erdkabeln	260	Energie-Einsparpotenziale	316
Eigenerzeugungsanlagen	261	Wärmepumpe	317
Windkraftanlagen	263	Stromtarife	318
Fotovoltaik	264	Teil IK: Informations- und kommunikationstechnische Systeme	319
Fotovoltaikanlagen	265	Dualzahlen und Binärcores	320
Intelligente Stromnetze	266	Sedezimalzahlen und Oktalzahlen	321
Brennstoffzellen	267	ASCII-Code und Unicode	322
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	268	Binäre Verknüpfungen	323
Elektrochemie	269	Schaltalgebra	324
Primärelemente (Batterien)	270	Entwicklung von Schaltnetzen	325
Akkumulatoren (Sekundärelemente)	271	Codeumsetzer	326
Ladetechniken für Akkumulatoren	272	Komparatoren und bistabile Kippschaltungen	327
Energie ernten für Sensoren und Aktoren	273	Digitale Zähler und Schieberegister	328
		DA-Umsetzer und AD-Umsetzer	329
		Mikrocomputer	330

Inhaltsverzeichnis Contents

Bildschirmgeräte	331	Glättung und Spannungsstabilisierung	386
3D-Drucker	332	Grundlagen der Schaltnetzteile	387
Schnittstellen und Steckverbinder des PC	333	Schaltnetzteile	388
Schnittstellenkopplungen, Schnittstellenkonverter	334	Schalttransistor und Kippschaltungen	389
Betriebssystem Windows	335	Halbleiterrelais und Sicherheitsrelais	390
Elemente von Windows-Benutzeroberflächen	336	Steuerungstechnik	391
Netze der Informationstechnik	337	Kleinststeuerung easy	392
Netzwerkcommunication	338	Kleinststeuerung LOGO!	393
Komponenten für Datennetze	339	Speicherprogrammierbare Steuerung SPS	394
Leitungen in Datennetzen	340	Struktogramme und Programmablaufpläne (PAP)	395
Kommunikation bei Ethernet	341	Signalkopplungen für SPS und Mikrocomputer ..	396
Errichten eines Ethernet-Netzwerkes	342	Steueranweisungen für SPS	397
Industrial Ethernet	343	SPS-Programmierung nach DIN EN 61131-3	399
Signalübertragung	344	Zähler und Zeitglieder in SPS	400
Modulation und Demodulation	345	Programmiersprachen Strukturierter Text ST, Ablaufsprache AS	401
Datenübertragung mittels Funk	346	Programmstruktur für SPS	402
Funk-LAN	347	Wortverarbeitung bei SPS	403
Störungen bei Funkübertragungen in Werkstätten	348	Bibliotheksfähige SPS-Bausteine	404
Identifikationssysteme	349	Ablaufsteuerungen mit GRAFCET	405
AS-i-Bussystem	350	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen	407
Querkommunikation bei Feldbussen	351	Architekturen von Steuerungen	408
PROFIBUS	352	Funktionale Sicherheit nach SIL	409
Fernwirkssysteme	353	Sicherheitsfunktionen bei Antrieben	410
Fernwirken, Fernwarten mittels Kurznachrichten ..	354	EU-Maschinenrichtlinie	411
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen	355	Elektrische Niederspannungs-Ausrüstung von Maschinen	412
Anschluss an das Telefonnetz	357	Grenztaster, Befehlsgeräte	413
Internet-Telefonie (VoIP)	358	Elektronische Grenztaster	414
Internet-Zugänge	359	Schütze	415
Anwendungen des Internets	360	Spezielle Schützarten	416
Sichern und Schützen von Daten	361	Kennzeichnung und Antriebe der Schütze	417
Antennen, Betriebsmittel für Antennenanlagen ..	362	Gebrauchskategorien und Prüfbedingungen von Schützen	418
SAT-Anlagen	363	Schützschaltungen	419
Satellitenantennenanlagen	364	Schützschaltung mit Steuereinrichtung	421
Digitales Fernsehen über terrestrische Antenne, DVB-T2	365	Motorschutz	422
Gemeinschaftsantennenanlagen	366	Elektronischer Motorschutz	423
Errichtung von Antennenanlagen	367	Steuerung durch Motorschalter	424
Breitbandkommunikationsanlagen (BK-Anlagen) ..	368	Regelungstechnik	425
Teil AS: Automatisierungs- und Antriebssysteme, Steuern und Regeln	369	Unstetige Regelglieder	426
Verstärker-Grundschalungen	370	Digitale stetige Regelglieder	427
Grundlagen des Operationsverstärkers	371	Analoge stetige Regelglieder	428
Schalungen mit Operationsverstärkern	372	Digitale Regelung	429
Aufgaben von Stromrichtern	374	Einstellung von Regelkreisen	430
Benennung von Stromrichterschaltungen	375	Betriebsarten und Grenzübertemperaturen bei Maschinen	433
Schalungen für Gleichrichter und Stromrichter ..	376	Effizienz von elektrischen Antrieben	434
Wechselwegschaltungen, Steuerkennlinien	377	Drehstrommotoren für Stromrichterspeisung ..	435
Betriebsquadranten bei Antrieben, Linearmotoren	378	Oberflächengekühlte Käfigläufermotoren (Normmotoren)	436
Halbgesteuerte Stromrichter	379	Betriebsdaten von Käfigläufermotoren	437
Vollgesteuerte Stromrichter	380	Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen	438
Wechselrichter	381	Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse	439
Gleichstromsteller, U-Umrichter	382	Elektronische Steuerungen von Verbrauchsmitteln	440
U-Umrichter mit Zwischenkreis	383	Grenzwerte der Anschlussleistung im öffentlichen Netz	441
Frequenzumrichter auswählen und einrichten ..	384		
Ansteuerschaltungen für Halbleiter	385		

Inhaltsverzeichnis Contents

Hilfsstromkreise	442	Steckverbinder	487
Berechnungsformeln für drehende elektrische Motoren	443	Steckverbinder RJ45 und RJ11	488
Konventionelle Gleichstromantriebe	444	Lötfreie Anschlusstechnik	489
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen	445	Installationsrohre	490
Drehstrommotoren	446	Dübel	491
Polumschaltbare Motoren	447	Bezeichnungsbeispiele für Schrauben und Muttern	492
Fehlerbeseitigung bei Drehstrom-Asynchronmotoren	448	Metrische ISO-Gewinde	493
Einphasen-Wechselstrommotoren	449	Toleranzen und Passungen	494
Gleichstrommotoren	450		
Servomotoren	451	Teil BU: Betrieb und sein Umfeld, Umwelttechnik, Anhang	495
Ansteuerung von Servomotoren	452	Organisationsformen in Unternehmen	496
Schrittmotoren	453	Organisation der Arbeit	497
Kleinstmotoren	454	Computerunterstützte Planung einer Elektroinstallation	498
Daten von Kleinstantrieben, Getriebe von Kleinstmotoren	455	Planung von Automatisierungsanlagen	499
Linearantriebe	456	Arbeitsplanung, Netzplantechnik	500
Piezo-Aktoren und Piezo-Antriebe	457	Arbeiten im Team	501
Prüfung elektrischer Maschinen	458	Umgang mit Konflikten	502
Antriebstechnik	459	Business-Etikette	503
Wahl des Antriebsmotors	460	Prozesse analysieren und gestalten	504
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren	461	Vorbereitung einer Präsentation	505
Sanftanlasser	462	Präsentation eines Projektes	506
		Diagramme für Präsentationen	507
Teil W: Werkstoffe, Verbindungstechnik	463	Durchführung von Projekten	508
Periodensystem, chemische Bindung	464	Lastenheft, Pflichtenheft	509
Stoffwerte	465	Systematisches Marketing	510
Stahlnormung	466	Kommunikation mit Kunden	511
Leitende Werkstoffe der Elektrotechnik (Nichteisenmetalle)	467	Durchführung von Kundens Schulungen	512
Magnetisierungskennlinien	468	Bestandteile eines Tarifvertrages	513
Magnetwerkstoffe	469	Rechtsgeschäfte im Betrieb	514
Lote, Thermobimetalle, Kohlebürsten	470	Kosten und Kennzahlen	515
Kontaktwerkstoffe, Freileitungen	471	Kalkulation der Kosten	516
Isolierstoffe	472	Erstellen eines Angebotes	517
Kunststoffe als Isolierstoffe	474	Zertifizierung, Auditierung	518
Weitere Isolierstoffe	475	Statistische Auswertung im Qualitätsmanagement	519
Hilfsstoffe	476	Gefährliche Stoffe	520
Leitungen und Kabel	477	Risikosätze (H-Sätze) für Gefahrstoffe	521
Isolierte Starkstromleitungen	478	Sicherheitsratschläge (P-Sätze) für Gefahrstoffe	522
Starkstromleitungen	479	Umgang mit Elektroschrott	523
Weitere Leitungen für feste Verlegung	480	Normen	524
Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel	481	Wichtige Normen	525
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen	482	VDE-Normen	528
Leitungen für Kleinspannungsbeleuchtung	483	Glossar	532
Multimediaverkabelung im Heimbereich	484	Kurzformen von Fachbegriffen	537
Codes zur Farbkennzeichnung, Starkstromkabel	485	Fachliches Englisch (Englisch-Deutsch)	543
Steckvorrichtungen der Energietechnik	486	Sachwortverzeichnis (mit fachlichem Englisch)	552
		Unterstützende Firmen und Dienststellen	573
		Bildquellenverzeichnis	576