

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik</b>	<b>1.7.3</b>	Parallelschaltung aus $R$ und $X_L$	80
<b>1 1 1</b>	<b>1.1 Elektrizität in Natur und Technik</b>	<b>1.8</b>	<b>Kondensatoren im Wechselstromkreis</b>	<b>82</b>
<b>1 1 1</b>	<b>1.2 Größen der Elektrotechnik</b>	<b>1.8.1</b>	Widerstand des Kondensators	82
	1.2.1 Grundgrößen	1.8.2	Reihenschaltung aus $R$ und $X_C$	83
	1.2.2 Elektrischer Strom	1.8.3	Parallelschaltung aus $R$ und $X_C$	84
	1.2.3 Elektrische Ladung	<b>1.9</b>	<b>Spulen, Kondensatoren und Wirkwiderstände im Wechselstromkreis</b>	<b>86</b>
	1.2.4 Elektrische Stromstärke	1.9.1	Reihenschaltung aus $R$ , $X_C$ und $X_L$	86
	1.2.5 Stromleitung in Metallen, Flüssigkeiten und Gasen	1.9.2	Parallelschaltung aus $R$ , $X_C$ und $X_L$	88
	1.2.6 Elektrische Spannung	<b>2.1.10</b>	<b>Drei-Phasen-Wechselspannung</b>	<b>90</b>
	1.2.7 Wechselspannung	1.10.1	Spannungserzeugung	90
	1.2.8 Messen von Spannung und Stromstärke	1.10.2	Belastetes Drehstromnetz	92
	1.2.9 Anzeige bei Messgeräten	1.10.2.1	Sternschaltung	92
	1.2.10 Elektrischer Widerstand	1.10.2.2	Dreieckschaltung	93
	1.2.11 Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke	1.10.2.3	Unsymmetrische Belastung	94
	1.2.12 Zusammenhang zwischen Widerstand und Stromstärke	<b>2</b>	<b>Elektrische Installationen</b>	
	1.2.13 Elektrische Leistung	<b>2.1</b>	<b>Gefahren durch elektrischen Strom</b>	<b>95</b>
	1.2.14 Leistung und Widerstand	<b>2.2</b>	<b>Arbeitsschutz und Sicherheit</b>	<b>97</b>
	1.2.15 Elektrische Arbeit und Energie	<b>2.3</b>	<b>Hausverteilung</b>	<b>99</b>
	1.2.16 Elektrische Energie und Wärme	2.3.1	Hausanschlussraum	99
	1.2.17 Leiterwiderstand	2.3.2	Zähler	103
	1.2.18 Widerstand und Temperatur	2.3.3	Stromkreisverteiler	106
<b>1 1 1</b>	<b>1.3 Schaltungen</b>	2.3.4	Schaltpläne	110
	1.3.1 Schaltungen mit Widerständen	<b>2.4</b>	<b>Leitungsverlegung</b>	<b>113</b>
	1.3.1.1 Parallelschaltung	2.4.1	Leitungsarten	113
	1.3.1.2 Reihenschaltung	2.4.2	Überstrom-Schutzorgane	115
	1.3.1.3 Gruppenschaltungen	2.4.2.1	Leitungs-Schutzsicherung	115
	1.3.1.4 Brückenschaltung	2.4.2.2	Leitungsschutz-Schalter	117
	1.3.1.5 Vorwiderstand, Spannungsteiler	2.4.2.3	Bemessung und Anordnung von Überstrom-Schutzorganen	119
	1.3.1.6 Spannungsfall auf Leitungen	2.4.3	Auswahl von Leitungen	120
	1.3.2 Schaltungen mit Spannungsquellen	2.4.3.1	Einflüsse	120
	1.3.2.1 Innenwiderstand	2.4.3.2	Ermittlung des Leiterquerschnitts	122
	1.3.2.2 Ideale Spannungs- und Stromquellen	2.4.3.3	Korrektur der Strombelastbarkeit	124
	1.3.2.3 Anpassung	<b>2.5</b>	<b>Kalkulation und Angebot</b>	<b>127</b>
	1.3.2.4 Reihenschaltung	<b>2.6</b>	<b>Installationsdurchführung</b>	<b>129</b>
	1.3.2.5 Parallelschaltung	2.6.1	Installationsformen	129
	1.3.2.6 Elektrochemische Spannungsquellen	2.6.2	Installationsarten	130
<b>1 1 1</b>	<b>1.4 Elektrisches Feld</b>	2.6.3	Installationszonen	132
	1.4.1 Elektrische Feldeigenschaften	2.6.4	Elektroinstillation in der Küche	133
	1.4.2 Kondensatoren	2.6.5	Elektroinstillation im Bad	134
	1.4.3 Schaltungen mit Kondensatoren	<b>2.7</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b>	<b>136</b>
<b>8 8 8</b>	<b>1.5 Magnetisches Feld</b>	2.7.1	Fehlerstromkreis	136
	1.5.1 Magnetische Feldeigenschaften	2.7.2	Spannungsbereiche, Schutzklassen und Schutzarten	137
	1.5.2 Stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld	2.7.3	Schutzmaßnahmen – Überblick	139
	1.5.3 Kräfte im Magnetfeld	2.7.4	Basisschutz und Fehlerschutz	140
	1.5.4 Spannung durch Magnetfelder	2.7.5	Basisschutz	142
	1.5.4.1 Induktion der Bewegung	2.7.6	Fehlerschutz	144
	1.5.4.2 Induktion der Ruhe	2.7.6.1	Doppelte oder verstärkte Isolierung	144
	1.5.5 Spulen	2.7.6.2	Schutztrennung	145
<b>2 2 2</b>	<b>1.6 Wechselspannung</b>	2.7.6.3	Nicht leitende Umgebung	146
	1.6.1 Wechselspannungserzeugung	2.7.6.4	Erdfreier örtlicher Schutzzpotenzialausgleich	146
	1.6.2 Darstellung und Kenngrößen	2.7.6.5	Abschaltung im TN-System	147
	1.6.3 Effektivwerte	2.7.6.6	Abschaltung im TT-System	150
	1.6.4 Nichtsinusförmige Wechselspannungen	2.7.6.7	Abschaltung im IT-System	151
<b>6 6 6</b>	<b>1.7 Spulen im Wechselstromkreis</b>	2.7.6.8	Übersicht: Verteilungssysteme	152
	1.7.1 Widerstand der Spule	2.7.7	Schutzzpotenzialausgleich und Erdung	153
	1.7.2 Reihenschaltung aus $R$ und $X_L$			

					<b>4</b>	<b>Informationstechnik</b>	
					<b>4.1</b>	<b>Nachricht, Information und Kommunikation</b>	<b>227</b>
					<b>4.2</b>	<b>Computertechnik</b>	<b>228</b>
					4.2.1	Aufbau und Arbeitsweise eines PCs	228
					4.2.2	Hardware	230
					4.2.2.1	Hauptplatine	230
					4.2.2.2	Interne Speicher	231
					4.2.2.3	Festplatten	232
					4.2.2.4	Optische Speicher	234
					4.2.2.5	Akustikeinheit	235
					4.2.2.6	Grafikkarte	236
					4.2.3	Schnittstellen	237
					4.2.3.1	Serielle und parallele Schnittstellen	237
					4.2.3.2	Interne PC-Schnittstellen	238
					4.2.3.3	Externe PC-Schnittstellen	240
					4.2.4	Software	242
					4.2.4.1	Übersicht	242
					4.2.4.2	Betriebssysteme	243
					4.2.4.3	Anwendungssoftware	245
					4.2.5	Peripheriegeräte	246
					4.2.5.1	Eingabegeräte	246
					4.2.5.2	Ausgabegeräte	250
					<b>4.3</b>	<b>Netzwerke</b>	<b>253</b>
					4.3.1	Arten	253
					4.3.2	Netzwerkkomponenten	254
					4.3.3	Netzwerkprotokolle	255
					4.3.4	Ethernet	256
					4.3.5	Netzwerk-Hardware	257
					4.3.6	Strukturierte Verkabelung	259
					4.3.7	Verkabelung von Kommunikationsanlagen	260
					<b>Internet</b>	<b>261</b>	
					4.4.1	Aufbau und Dienste	261
					4.4.2	Adressen (IP-Adressen)	262
					4.4.3	Informationsbeschaffung im Internet	264
					4.4.4	Internetnutzung	265
			<b>3</b>	<b>Steuerungstechnik</b>			
			<b>3.1</b>	<b>Steuerungsprinzip</b>	<b>189</b>	<b>4.4</b>	
			3.1.1	Steuern	189	4.4.1	
			3.1.2	Steuerungsarten	191	4.4.2	
			3.1.3	GRAFCET	192	4.4.3	
			3.1.4	Signale	193	4.4.4	
			3.1.5	Bedienelemente	194		
			<b>3.2</b>	<b>Sensoren</b>	<b>195</b>	<b>5</b>	<b>Elektroenergieversorgung</b>
			3.2.1	Übersicht	195	5.1	<b>Kraftwerke</b>
			3.2.2	Temperatursensoren	196	5.2	<b>Brennstoffzellen</b>
			3.2.3	Druck- und Kraftsensoren	197	5.3	<b>Kraft-Wärme-Kopplung</b>
			3.2.4	Durchflusssensoren	198	5.4	<b>Energieverteilung</b>
			3.2.5	Füllstandssensoren	199	5.4.1	Verbundnetz
			3.2.6	Positionssensoren	200	5.4.2	Niederspannungsnetz
			3.2.7	Näherungssensoren	200	5.5	<b>Transformatoren</b>
			<b>3.3</b>	<b>Aktoren</b>	<b>203</b>	5.5.1	Einphasentransformator
			3.3.1	Übersicht	203	5.5.2	Sondertransformatoren
			3.3.2	Aktoren mit elektrischer Hilfsenergie	204	5.5.3	Drehstromtransformatoren
			3.3.3	Thermische Aktoren	205	5.6	<b>Photovoltaik</b>
			3.3.4	Aktoren für Strömungen	206	5.6.1	Solarmodule
			<b>3.4</b>	<b>Digitaltechnik</b>	<b>207</b>	5.6.2	Komponenten einer PV-Anlage
			3.4.1	Logische Grundschaltungen	207	5.6.3	Installation einer PV-Anlage
			3.4.2	Schaltnetze	209	5.7	<b>Unterbrechungsfreie Stromversorgung</b>
			3.4.3	Speicherschaltungen	211	5.7.1	Einsatz und Klassifizierung
			3.4.4	Monostabile Kippstufen	213	5.7.2	USV-Auswahl
			3.4.5	Zähler	214	5.7.3	USV-Management
			<b>3.5</b>	<b>Steuerrelais</b>	<b>215</b>		
			<b>3.6</b>	<b>Relais und Schütze</b>	<b>219</b>		
			3.6.1	Relais	219	5.8	<b>Kompensationsanlagen</b>
			3.6.2	Schütze	221	5.8.1	Kompensationsarten
			3.6.3	Anwendungen	222	5.8.2	Kompensation bei sinusförmiger Belastung
			<b>3.7</b>	<b>Pneumatik</b>	<b>224</b>		

		<b>5.8.3</b>	Kompensation bei nichtsinus-förmiger Belastung	297		<b>7.4.4</b>	Schranke abwärts	382	
		<b>5.8.4</b>	Kompensation und Rundsteuer-signale	300		<b>7.4.5</b>	Zählen der Parkplätze	384	
		<b>5.8.5</b>	Aktive Filter	301		<b>7.4.6</b>	Programmsimulation	385	
<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>5.9</b>	<b>Schaltanlagen</b>	<b>302</b>		<b>7.4.7</b>	Installation und Inbetriebnahme	386
			5.9.1	Aufbau	302	<b>8</b>	Dokumentation und Rechnung	388	
			5.9.2	Schaltgeräte	304	<b>8</b>	<b>Antriebstechnik</b>		
			5.9.3	Antriebe von Leistungsschaltern	307	<b>8</b>	<b>Drehstrommotoren</b>	<b>389</b>	
			5.9.4	Zähleranschluss	308	<b>8.1</b>	Drehfeld	389	
			5.9.5	Schalthandlungen	310	<b>8.1.1</b>	Leistung und Drehmoment	391	
			5.9.6	Schutzsysteme	312	<b>8.1.2</b>	Asynchronmotoren	391	
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>5.10</b>	<b>Fehlersuche</b>	<b>318</b>	<b>8.1.3</b>	Übersicht	391	
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>5.11</b>	<b>Instandhaltung</b>	<b>324</b>	<b>8.1.3.2</b>	Kurzschlussläufer-Motor	392	
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>5.12</b>	<b>Funktionserhalt</b>	<b>327</b>	<b>8.1.3.3</b>	Schleifringläufer-Motor	395	
						<b>8.1.4</b>	Drehstrommotor an Wechselspannung	397	
						<b>8.1.5</b>	Kondensatormotor	398	
						<b>8.1.6</b>	Synchronmotoren	399	
						<b>8.1.7</b>	Motorauswahl	401	
						<b>8.2</b>	<b>Steuerung von Drehstrom-motoren</b>	<b>405</b>	
						<b>8.2.1</b>	Motorschutz	405	
						<b>8.2.2</b>	Anlassverfahren	409	
						<b>8.2.2.1</b>	Grundsätzliche Probleme	409	
						<b>8.2.2.2</b>	Vorwiderstände	409	
						<b>8.2.2.3</b>	Anlasstransformator	409	
						<b>8.2.2.4</b>	Stern-Dreieck-Anlassen	410	
						<b>8.2.2.5</b>	Sanftanlaufgeräte	412	
						<b>8.2.2.6</b>	Frequenzumrichter	415	
						<b>8.2.3</b>	Bremsbetrieb	419	
						<b>8.2.4</b>	Drehrichtung	420	
						<b>8.2.5</b>	Drehzahländerung	421	
						<b>8.3</b>	<b>Stromwendermaschinen</b>	<b>423</b>	
						<b>8.3.1</b>	Gleichstromgeneratoren	423	
						<b>8.3.2</b>	Gleichstrommotoren	426	
						<b>8.3.2.1</b>	Arbeitsweise	426	
						<b>8.3.2.2</b>	Motorschaltungen	428	
						<b>8.3.2.3</b>	Motorsteuerung	430	
						<b>8.3.2.4</b>	Bremsbetrieb	433	
						<b>8.3.3</b>	Universalmotor	434	
						<b>8.4</b>	<b>Sondermotoren</b>	<b>435</b>	
						<b>8.4.1</b>	Spaltpolmotor	435	
						<b>8.4.2</b>	Linearmotor	436	
						<b>8.4.3</b>	Servoantriebe	438	
						<b>8.4.4</b>	Schrittmotor	440	
						<b>9</b>	<b>Kommunikationstechnik</b>		
						<b>9.1</b>	<b>Gebäudesystemtechnik</b>	<b>441</b>	
						<b>9.1.1</b>	EIB/KNX-System	441	
						<b>9.1.2</b>	KNX-Technik	442	
						<b>9.1.3</b>	KNX-Installation	444	
						<b>9.1.4</b>	Programmierung	446	
						<b>9.1.5</b>	Inbetriebnahme	450	
						<b>9.1.5</b>	Programmierumgebung ETS 4	452	
						<b>9.1.7</b>	Gebäudevisualisierung	454	
						<b>9.2</b>	<b>Telekommunikationsanlagen</b>	<b>457</b>	
						<b>9.2.1</b>	Analoges Telekommunikationssystem	458	
						<b>9.2.2</b>	ISDN	460	
						<b>9.2.3</b>	IP-basierte Telekommunikation	463	
						<b>9.2.4</b>	Datenübertragung im TK-Netz	464	
						<b>9.2.5</b>	VDSL	466	
						<b>9.2.6</b>	Mobile Kommunikationstechnik	468	
						<b>9.2.7</b>	Videokonferenzsysteme	469	
						<b>9.2.7.1</b>	Desktopsysteme	469	

9	9	9.2.7.2 Gruppen-Videokonferenzsysteme	471		11.1.2 Regelkreis	556
		<b>9.3 Gefahrenmeldeanlagen</b>	<b>472</b>		11.1.3 Regelstrecken	558
		9.3.1 Sicherheitstechnik	472		11.1.4 Regelkreisverhalten	561
		9.3.2 Begriffe	473		11.1.5 Grundschaltungen stetiger Regler	562
		9.3.3 Objekte für Einbruchmeldeanlagen	475		11.1.6 Zusammengesetzte Regler	564
		9.3.3.1 Melder zur Außenhautsicherung	475		11.1.7 Reglereinstellungen mit Tabellen	566
		9.3.3.2 Melder zur Innenraumsicherung	476		11.1.8 Digitale PID-Regler	567
		9.3.3.3 Überfallmelder	477		11.1.9 Unstetige Regler	568
		9.3.3.4 Brandmelder	478	7	<b>11.2 Bussysteme</b>	<b>569</b>
		9.3.3.5 Meldelinien	480		11.2.1 Übersicht Bussysteme	569
		9.3.3.6 Schalteinrichtungen	484		11.2.2 Multi Point Interface	572
		9.3.3.7 Einbruchmeldezenterale	485		11.2.3 ASI-Bus	573
		9.3.4 Installation	486		11.2.4 PROFIBUS	576
		9.3.5 Videoüberwachung	488		11.2.5 PROFINET	580
9	9	<b>9.4 Empfangsverteilanlagen</b>	<b>491</b>	7	11.2.6 Switching-Technologie	583
		9.4.1 Möglichkeiten des Fernsehempfangs	491	11.3	<b>Steuern in automatisierten Anlagen</b>	<b>586</b>
		9.4.2 Terrestrische Anlagen	493		11.3.1 Bibliotheksfähige Funktionen (FC)	586
		9.4.3 DVB-T	497		11.3.2 Bibliotheksfähige Funktionsbausteine (FB)	589
		9.4.4 DVB-C	498		11.3.3 Ablaufsteuerung mit Schrittmerkern	592
		9.4.5 DVB-S	499		11.3.4 Ablaufsteuerung mit S7-GRAFH	593
		9.4.6 Installation einer Satelliten-Empfangsverteilanlageanlage	501		11.3.5 Standardisierte Ablaufsteuerung	595
		<b>10 Haustechnik</b>		11.4	<b>Sicherheit in Steuerungen</b>	<b>598</b>
10	10.1 Hausgeräte und -anlagen	503			11.4.1 Risikobewertung	598
	10.1.1 Elektroherde und Backöfen	503			11.4.2 Performance Level	599
	10.1.2 Mikrowellengeräte	506			11.4.3 Elektrische Ausrüstung von Maschinen	603
	10.1.3 Kühl- und Gefriergeräte	507			11.4.4 Sicherheits-Lichtvorhänge und -Lichtgitter	605
	10.1.4 Geschirrspüler	508			11.4.5 ASIsafe	606
	10.1.5 Waschmaschinen	509			11.4.6 PROFIsafe	607
	10.1.6 Warmwassergeräte	510		10	11.5 EMV	608
	10.1.7 Nachspeicherheizung	514				
	10.1.8 Prüfen und Messen	516				
10	10.2 Beleuchtungsanlagen	518		12	<b>Betrieb und Umfeld</b>	
	10.2.1 Einflussgrößen	518	*		<b>12.1 Betriebliche Arbeit</b>	<b>611</b>
	10.2.2 Kennzeichnung von Leuchten	520	*		12.1.1 Arbeitsschutz	611
	10.2.3 Lampen	521	*		12.1.2 Arbeitsorganisation	612
	10.2.3.1 Lamparten	521	*		12.1.3 Teamarbeit	614
	10.2.3.2 Glühlampen	521	*		12.1.4 Kommunikation	615
	10.2.3.3 Halogenlampen	522	*		12.1.5 Konflikt	615
	10.2.3.4 Leuchtstofflampen	524	*		12.1.6 Projekt	616
	10.2.3.5 Hochdrucklampen	527	*		12.1.7 Qualität und Qualitätssicherung	617
	10.2.3.6 LED-Lampen	528	*	12.2	<b>Umgang mit Kunden</b>	<b>619</b>
	10.2.3.7 Entsorgung und Energieeffizienz	531	*		12.2.1 Kundenberatung	619
	10.2.4 Beleuchtungsbeeinflussung	532	*		12.2.2 Auftragsbearbeitung	620
	10.2.4.1 Steuerung	532	*		12.2.3 Kostenkalkulation	621
	10.2.4.2 Regelung	534	*	12.3	<b>Darstellung von Ergebnissen</b>	<b>622</b>
	10.2.5 Sicherheitsbeleuchtung	536	*		12.3.1 Präsentation	622
10	10.3 Installation von Beleuchtungsanlagen	539	*		12.3.2 Visualisierung	624
	10.3.1 Hallenbeleuchtung	539	*		12.3.3 Berichte	625
	10.3.2 Bürobeleuchtung	544	*		12.3.4 Lastenheft und Pflichtenheft	625
	10.3.3 Prüfung und Wartung	546	*		12.3.5 Moderation	626
10	10.4 Überspannungsschutz	547	*	12.4	<b>Lernen und Weiterbildung</b>	<b>627</b>
	10.4.1 Auswirkungen von Überspannungen	547	*		12.4.1 Informationsaufbereitung	627
	10.4.2 Äußerer Blitzschutz	548	*		12.4.2 Informationsbeschaffung	628
	10.4.3 Innerer Blitzschutz	551				
	10.4.4 Prüfung und Wartung	554				
	<b>11 Automatisierungstechnik</b>				Sachwortverzeichnis deutsch/englisch	630
7	11	11.1 Regelungstechnik	555		Bildquellenverzeichnis	648
	11.1.1 Steuern und Regeln	555				

\* Übergreifende Themen für unterschiedliche Lernfelder