

1 Wechselstrom	12
1.1 Kenngrößen der Wechselstromtechnik	12
1.2 Erzeugung von Wechselstrom	14
1.3 Verbraucher im Wechselstromkreis	14
1.3.1 Widerstand im Wechselstromkreis (ohmscher Verbraucher)	15
1.3.2 Spule im Wechselstromkreis (induktiver Verbraucher)	15
1.3.3 Kondensator im Wechselstromkreis (kapazitiver Verbraucher)	16
1.4 Phasenverschiebungswinkel φ („Phi“)	16
1.5 Zeigerdarstellung von Wechselgrößen	17
1.6 Leistung im Wechselstromkreis	18
1.6.1 Leistungsfaktor $\cos \varphi$	19
1.7 Verbraucherschaltungen im Wechselstromkreis	20
1.7.1 Grundsaltungen mit idealen Bauelementen	20
1.7.2 Resonanz	21
1.8 Schwingkreise	21
1.8.1 Reihenschwingkreis	21
1.8.2 Parallelschwingkreis	21
1.9 Messen von Wechselgrößen (Oszilloskop)	22
2 Drehstrom (Dreiphasenwechselstrom)	23
2.1 Spannungserzeugung und Spannungsarten	23
2.2 Verbraucher im Drehstromnetz	25
2.2.1 Sternschaltung (Y-Schaltung)	25
2.2.2 Dreieckschaltung (Δ -Schaltung)	26
2.2.3 Unsymmetrische Belastung im Drehstromsystem	27
2.2.4 Leiterbruch im Drehstromsystem	28
2.3 Drehstromleistung	29
3 Planen von Energieversorgungen	30
3.1 Spannungsebenen	30
3.2 Netzsysteme (Verteilungssysteme)	35
3.3 Schutz durch automatische Abschaltung im Fehlerfall	32
3.3.1 Schutz im TN-System	32
3.3.2 Schutz im TT-System	33
3.3.3 Schutz im IT-System	34
3.4 Planen von Niederspannungs-Energieverteilungen	35
3.4.1 Hausanschluss	36
3.4.2 Hausanschlusskasten (HAK)	37
3.4.3 Hauptleitung	37
3.4.4 Zählerplätze	38
3.4.5 Stromkreisverteiler	39
3.4.6 Planung von Verteilstromkreisen	41

3.4.7	Kurzschlusschutz	43
4	Betriebsstätten und Anlagen besonderer Art	44
4.1	Baustellen	44
4.2	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	45
4.3	Feuergefährdete Betriebsstätten	45
4.4	Gesetzliche Vorschriften zur Sicherheit von Anlagen	46
4.5	Bestimmungen der DGUV Vorschrift 3	47
4.6	Prüfungen nach DIN VDE	48
4.6.1	Prüfung ortsfester Anlagen (Anlagenprüfung DIN VDE 0100-600)	48
4.6.2	Wiederholungsprüfung elektrischer Anlagen (wiederkehrende Prüfung DIN VDE 0105-100)	52
4.6.3	Prüfung ortsveränderlicher Betriebsmittel (Geräteprüfung DIN VDE 0701 und DIN VDE 0702)	52
4.6.4	Prüfung elektrischer Maschinen DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1)	55
4.6.5	Zugelassene Messgeräte	55
4.6.6	Dokumentation der Prüfergebnisse	57
1	Halbleiterbauelemente	60
1.1	Grundsätzlicher Aufbau	60
1.2	Halbleiterwiderstände	60
1.3	PN-Übergang	62
1.4	Dioden	63
1.4.1	Aufbau und Kenndaten	63
1.4.2	Leuchtdioden (LEDs)	65
1.4.3	Z-Dioden	66
1.5	Transistoren	67
1.5.1	Bipolare Transistoren	67
1.5.2	Transistor als Schalter	69
1.5.3	Unipolare Transistoren (Feldeffekttransistoren)	70
1.6	Optokoppler	72
2	Leistungselektronik	73
2.1	Bauelemente der Leistungselektronik	73
2.1.1	Leistungsdioden	73
2.1.2	Diac	74
2.1.3	Thyristoren	75

2.1.4	Triacs	76
2.1.5	IGBTs	78
2.2	Gleichrichter	79
2.2.1	Prinzip der Gleichrichtung	79
2.2.2	Ungesteuerte Gleichrichterschaltungen	79
2.2.3	Einpuls-Mittelpunktschaltung (M1U)	80
2.2.4	Zweipuls-Brückenschaltung (B2U)	81
2.2.5	Dreipuls-Mittelpunkt-Schaltung (M3U)	81
2.2.6	Sechspuls-Brückenschaltung (B6U)	82
2.2.7	Glättung von gleichgerichteten Spannungen	83
2.2.8	Gesteuerte Gleichrichterschaltungen	83
2.3	Wechselrichter	85
2.3.1	Pulsweitenmodulation (PWM)	86
2.4	Netzteile	87
2.4.1	Lineares Netzteil (Trafonetzteil)	87
2.4.2	Schaltnetzteile	89
3	Digitale Baugruppen	90
3.1	Flipflops	90
3.1.1	RS-Flipflop	91
3.1.2	D-Flipflop	91
1	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	94
1.1	Aufbau einer SPS	94
1.2	Signalformen	95
1.3	Arbeitsweise einer SPS	95
1.4	Bauarten von speicherprogrammierbaren Steuerungen	96
1.5	Herstellerspezifische Merkmale	96
1.6	Programmiersprachen	97
2	Kleinststeuerungen	97
2.1	Anschlussplan und Zuordnungsliste	98
2.2	Funktionale Sicherheit	99
2.2.1	Not-Halt-Abschaltung mit Sicherheitsschaltgerät	100
2.3	Programmieren von Kleinststeuerungen	101
2.3.1	Kontaktplan KOP	101
2.3.2	Programmieren im Kontaktplan (KOP) mit EATON easySoft 8	103

2.3.3	Easy Device Programmierung (EDP) mit EATON easySoft 8	105
2.3.4	Funktionsplan (FUP)	107
2.3.5	Programmieren im Funktionsplan (FUP) mit EATON easy Soft 8	108
2.3.6	Programmieren im Funktionsplan (FUP) der Siemens LOGO!	110

3 Sensoren 112

3.1 Einteilung von Sensoren 112

3.2 Näherungsschalter 113

3.2.1 Induktive Sensoren (Näherungsschalter) 113

3.2.2 Kapazitive Sensoren (Näherungsschalter) 114

3.2.3 Optische Sensoren (Näherungsschalter) 115

3.2.4 Magnetfeldsensoren 116

3.2.5 Akustische Sensoren (Ultraschallsensoren) 116

3.3 Analoge Sensoren 117

3.3.1 Messung von Temperaturen 117

3.3.2 Widerstandsthermometer 117

3.3.3 Thermistoren 118

3.3.4 Thermoelemente 118

3.4 Messung von Kraft, Druck, Dehnung und Drehmoment 119

3.5 Analoge und digitale Sensoren zur Weg- und Winkelmessung 120

3.5.1 Linearpotentiometer 120

3.5.2 Drehpotentiometer 120

3.5.3 Lasersensoren 120

3.5.4 Inkrementalgeber 121

3.5.5 Absolutwertgeber 121

4 Einführung in die Regelungstechnik 122

4.1 Steuern und Regeln 122

4.2 Regelstrecken 123

4.2.1 Übertragungsbeiwert und Regelbarkeit 124

4.3 Regler 125

4.3.1 Zweipunktregler 125

4.3.2 PID-Regler 126

4.3.3 Ziel der Regelung 127

1 Elektrische Maschinen 130

1.1 Physikalische Grundlagen 130

1.1.1	Strom- und Magnetfeld	130
1.1.2	Magnetfeld und Induktion	131
1.2	Transformator	132
1.2.1	Einphasentransformator	132
1.2.2	Übersetzungsverhältnis	134
1.2.3	Transformator Kenngößen	136
1.2.4	Verluste und Wirkungsgrad (Realer Transformator)	137
1.2.5	Sondertransformatoren	138
1.2.6	Kleintransformatoren	140
1.3	Grundlagen elektrischer Motoren	141
1.3.1	Physikalische Grundlagen	141
1.3.2	Leistung und Drehmoment	142
1.3.3	Arbeitspunkt eines Motors mit Last	143
1.3.4	Verluste und Wirkungsgrad	144
1.3.5	Bauformen und Baugrößen	145
1.3.6	Betriebsarten	146
1.3.7	Kühlung und Isolierstoffklassen	147
1.4	Drehstrommotoren	148
1.4.1	Funktionsprinzip eines Drehstrommotors (Drehfeldmotor)	148
1.4.2	Asynchronmotor mit Kurzschlussläufer (Käfigläufermotor)	150
1.4.3	Anlassverfahren	151
1.4.4	Drehzahlsteuerung von Drehstrommotoren	155
1.5	Wechselstrommotoren	156
1.5.1	Kondensatormotor	156
1.5.2	Spaltnotor	157
1.6	Gleichstrommotor	158
1.6.1	Universalmotor	159
1.7	Bremsverfahren	160
1.8	Motorschutz	160
1.8.1	Thermisches Überlastrelais (Motorschutzrelais)	161
1.8.2	Motorschutzschalter	162
1.8.3	Motorvollschutz (Thermistorschutz)	163
1.9	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	164
1.9.1	Querschnitte, Farben und Symbole	164
1.9.2	Not-Halt und Stopp-Kategorien	165
1.9.3	Schutz von Steuerstromkreisen	165
1.10	Betriebsstörungen	166
1.11	Antriebsauslegung	166
2	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	168
2.1	Störquellen und Störsenken	160
2.2	Störmechanismen	169
2.3	Praktische EMV-Maßnahmen	170
2.3.1	EMV-Maßnahmen bei der Leitungsverlegung	170
2.3.2	EMV-Maßnahmen im Schaltschrank	170

Anhang	171
Sachwortverzeichnis	177
Bildquellenverzeichnis	183