INHALTSVERZEICHNIS - THEORIE

1 Elektrische Grundlagen 11

1.1 Elektrischer Stromkreis 11
1.2 Elektrische Spannung 12
1.3 Elektrischer Strom 14
1.4 Elektrischer Widerstand 15
1.5 Ohmsches Gesetz 16
1.6 Elektrische Leistung 19
1.7 Elektrische Arbeit 20
1.8 Elektrischer Wirkungsgrad 21

2 Elektrotechnische Bauelemente 23

2.1 Widerstände 23
2.1.1 Widerstandsschaltungen 24
2.1.1.1 Reihenschaltung 24
2.1.1.2 Parallelschaltung 25
2.1.2 Festwiderstände 27
2.1.2.1 Kennzeichnung von Festwiderständen 27
2.1.2.2 Kennwerte von Widerständen 28
2.1.3 Veränderbare Widerstände 28
2.1.4 Veränderliche Widerstände 29
2.1.4.1 Temperaturabhängige Widerstände 30
2.1.4.2 Lichtabhängige Widerstände 31
2.2 Kondensatoren 32
2.3 Spulen 33
2.4 Transformatoren 35
2.5 Relais und Schütze 36

3 Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) 39

3.1 Einführung 39
3.2 Erzeugung und Darstellung 39
3.3 Verkettung 40

4 Elektroinstallationstechnik 42

4.1 Leitungen und Kabel in der Elektroinstallation 42
4.2 Grundregeln der Leitungsverlegung 44
4.3 Einfache Installationsschaltungen 45
4.3.1 Ausschaltung 46
4.3.2 Serienschaltung 46
4.3.3 Wechselschaltung 47
4.3.4 Sparwechselschaltung 47
4.3.5 Stromstoßschaltung 48
4.4 Schaltzeichen 48

5 Errichten und Prüfen elektrischer Anlagen und Geräte 51

5.1 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Bestimmungen 51
5.1.2 Das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) 54
5.1.3 Prüf- und Zertifizierungszeichen 54
5.1.4 Häufig verwendete Abkürzungen 55
5.1.5 Begriffe und ihre Bedeutung nach DIN VDE 0100-200:2006-06 55
5.1.5.1 Spannungen im Fehlerfall 57
5.1.5.2 Fehlerarten und deren Auswirkung für die elektrische Anlage 58
5.2 Gefahren des elektrischen Stromes 59
5.2.1 Allgemeines 59
5.2.2 Stromfluss über den menschlichen Körper 59
5.2.3 Der elektrische Strom ist durch seine Wirkung gefährlich 60
5.2.4 Wann ist der elektrische Strom über den menschlichen Körper gefährlich? 60
5.2.5 Einwirkungsdauer des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper 61
5.2.6 Erste Hilfe bei Elektrounfällen 62
5.3 Die »5 Sicherheitsregeln« nach DIN VDE 0105 63
5.4 Netzsysteme (Netzformen) nach DIN VDE 0100 -Teil 300 66
5.5 Überstrom-Schutzeinrichtungen 68
5.5.1 Allgemeines 68
5.5.2 Schmelzsicherungen 68
5.5.3 Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) 70
5.6 Querschnittsermittlung für Leitungen und Kabel 72
5.6.1 Querschnittsermittlung entsprechend der Strombelastbarkeit 72
5.7 Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme 75
5.7.1 Schutz durch Kleinspannung 76
5.7.2 Schutz gegen direktes Berühren 77
5.7.2.1 Schutz durch Isolierung aktiver Teile 78
5.7.2.2 Schutz durch Abdeckung und Umhüllung 78
5.7.2.3 Schutz durch Hindernisse und Abstand 79
5.7.3 Schutzisolierung 79
5.7.4 Schutztrennung 80
5.8 Schutz gegen elektrischen Schlag unter Fehlerbedingungen 81
5.8.1 Schutzmaßnahmen im TN-System 82
5.8.2 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen im TT-System 84
5.9 Niederspannungs-Erdungsanlagen 87
5.9.1 Erdungsanlagen 87
5.9.2 Aufbau und Ausführungsarten des Potentialausgleichs 88
5.9.3 Der Hauptpotentialausgleich (HPA) 88
5.10 Prüfen der Schutzmaßnahmen 91
5.10.1 Erstprüfung nach DIN VDE 0100 Teil 610 91
5.10.2 Erforderliche Prüfungen im TN- und TT-System mit Schutz durch Überstrom-Schutzeinrichtungen 93
5.10.3 Erforderliche Prüfungen im TN- und TT-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) 93
5.10.4 Messung des Potentialausgleichs 94
5.10.5 Messen der Isolationswiderstände 95
5.11 Geräteprüfung und Messung nach DIN VDE 0701 Teil 1 99
5.11.1 Besichtigung 100

5.11.2 Schutzleiterwiderstandsmessung 100
5.11.3 Isolationswiderstandsmessung 101
5.11.4 Ersatzableitstrommessung 102
5.11.5 Messung des Schutzleiterstromes 102
5.11.6 Messung des Berührungsstromes 103
5.11.7 Funktionsprüfung 104
5.11.8 Prüfung der Aufschriften 104
5.11.9 Rückgabe geprüfter Geräte an den Benutzer 104
5.12 Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten nach DIN VDE 0702 Teil 1 105

6 Elektrische Maschinen und Steuerungstechnik 109

6.1 Elektrische Maschinen 109
6.1.1 Allgemeines 109
6.1.2 Anschluss von Motoren 112
6.1.2.1 Drehstrommotoren 112
6.1.2.2 Einphasen-Wechselstrommotoren 114
6.1.3 Motorschutz 114
6.1.3.1 Motorschutzschalter 114
6.1.3.2 Motorschutzrelais 116
6.1.3.3 Motorvollschutz durch Thermistoren 117
6.2 Steuerungstechnik 118
6.2.1 Eingabe 118
6.2.2 Verarbeitung 121
6.2.2.1 Relais 121
6.2.2.2 Schütze 122
6.2.2.3 Anschlussbezeichnungen von Schützen und Relais 123
6.2.2.4 Zusammenfassung: Kennzeichnung von Schaltgliedern 124
6.2.3 Steuerstromkreise und Steuerfunktion 125
6.2.3.1 Steuertransformator 125
6.2.3.2 Geerdeter Steuerstromkreis 126
6.2.3.3 Ungeerdeter Steuerstromkreis mit Isolationsüberwachung 126
6.2.3.4 Steuerfunktion (nach DIN VDE 0113 / EN 60204) 127
6.2.4 Auswahl von Schützen 128
6.2.4.1 Allgemeines 128
6.2.4.2 Gebrauchskategorien 128

6.2.5 Schaltungsunterlagen 130
6.2.5.1 Allgemeines 130
6.2.5.2 Stromlaufplan in zusammenhängender Darstellung 130
6.2.5.3 Stromlaufplan in aufgelöster Darstellung 131
6.2.5.4 Übersichtsplan 134
6.2.5.5 Betriebsmittelkennzeichnung 134
6.2.6 Grundschaltungen der Steuerungstechnik 137
6.2.7 Kontaktlose Steuerungen 140

INHALTSVERZEICHNIS - FACHPRAXIS

P1 Einweisung auf den Laborarbeitsplatz 144

P1.1 Allgemeines 144
P1.2 Der Laborarbeitsplatz 144
P1.3 Gefahrenhinweise 145
P1.4 Hinweise zum Umgang mit Messgeräten 146

P2 Spannungs- und Widerstandsmessungen am Arbeitsplatz 147

P2.1 Ermitteln Sie die Spannungsart und den Spannungswert folgender Spannungsquellen 147
P2.2 Direkte Widerstandsmessung 148
P2.3 Messtechnische Untersuchungen an elektrischen Bauelementen 148
P2.4 Zusammenfassung der direkten Widerstandsmessung 149

P3 Spannungs- und Strommessungen im einfachen Stromkreis 150

P3.1 Allgemeines 150
P3.2 Aufgabenstellung 150
P3.3 Zusammenfassung 150
P3.4 Indirekte Messung der elektrischen Leistung 151
P3.5 Aufgabenstellung 151
P3.6 Zusammenfassung 151

P4 Reihenschaltung von Widerständen 152

P4.1 Direkte Widerstandsmessung 152
P4.1.1 Allgemeines 152
P4.1.2 Messtechnische Untersuchung an ohmschen Widerständen 152
P4.1.3 Zusammenfassung 153
P4.2 Indirekte Widerstandsermittlung 153
P4.2.1 Allgemeines 153
P4.2.2 Messtechnische Untersuchung an ohmschen Widerständen 153
P4.2.3 Zusammenfassung 155
P4.3 Reihenschaltung von Glühlampen 155
P4.3.1 Allgemeines 155
P4.3.2 Messtechnische Untersuchung von Lichterketten (I) 155
P4.3.4 Messtechnische Untersuchung von Lichterketten (II) 156
P4.3.4 Zusammenfassung 156
P4.4 Schaltungen mit Vorwiderstand 157
P4.4.1 Allgemeines 157
P4.4.2 Messtechnische Untersuchung an Vorwiderstandsschaltungen 157
P4.4.3 Zusammenfassung 158

P5 Parallelschaltung von Widerständen 159

P5.1 Direkte Widerstandsmessung 159
P5.1.1 Allgemeines 159
P5.1.2 Messtechnische Untersuchung von Widerständen in Parallelschaltung 159
P5.1.3 Zusammenfassung 160
P5.2 Indirekte Widerstandsermittlung 160
P5.2.1 Allgemeines 160
P5.2.2 Messtechnische Untersuchung an ohmschen Widerständen 160
P5.2.3 Zusammenfassung 162
P5.3 Parallelschaltung von Glühlampen 162
P5.3.1 Allgemeines 162
P5.3.2 Messtechnische Untersuchung an den Glühlampen 162
P5.3.3 Zusammenfassung 163

P6 Brückenschaltung 164

P6.1 Brückenschaltung mit Festwiderständen 164
P6.1.1 Allgemeines 164
P6.1.2 Messtechnische Untersuchung an der Brückenschaltung 164
P6.1.3 Zusammenfassung 165
P6.2 Brückenschaltung mit einstellbarer Brückenspannung 165
P6.2.1 Allgemeines 165
P6.2.2 Messtechnische Untersuchung an der Brückenschaltung 165
P6.2.3 Zusammenfassung 167
P6.3 Brückenschaltung mit temperaturabhängiger Brückenspannung 167
P6.3.1 Allgemeines 167
P6.3.2 Messtechnische Untersuchung an der Brückenschaltung 167
P6.3.3 Zusammenfassung 169

P7 Transformator 170

P7.1 Direkte Widerstandsmessung am Transformator 170
P7.1.1 Allgemeines 170
P7.1.2 Messtechnische Untersuchung der Widerstandswerte am Transformator 170
P7.1.3 Zusammenfassung 170
P7.2 Strom- und Spannungsmessungen am Transformator 171
P7.2.1 Allgemeines 171
P7.2.2 Messtechnische Untersuchung am Transformator 171
P7.2.3 Zusammenfassung 172

P8 Drehstromtechnik 173

P8.1 Spannungsverhältnisse 173
P8.1.1 Allgemeines 173
P8.1.2 Messtechnische Untersuchung der Spannungen am Drehstromsystem 173
P8.1.3 Zusammenfassung 174

P8.2 Sternschaltung 174
P8.2.1 Allgemeines 174
P8.2.2 Messtechnische Untersuchung der Sternschaltung 174
P8.2.3 Zusammenfassung 175
P8.3 Dreieckschaltung 175
P8.3.1 Allgemeines 175
P8.3.2 Messtechnische Untersuchung der Dreieckschaltung 175
P8.3.3 Zusammenfassung 176

P9 Schaltungstechnik 177

P9.1 Installationsschaltungen 177
P9.1.1 Allgemeines 177
P9.1.2 Ausschaltung mit Steckdose 178
P9.1.3 Serienschaltung 179
P9.1.4 Wechselschaltung 180
P9.1.5 Wechselschaltung mit Steckdosen 181
P9.1.6 Sparwechselschaltung 182
P9.1.7 Stromstoßschaltung 183

P10 Errichten und Prüfen elektrischer Anlagen und Geräte 185

P10.1 Einführung 185
P10.2 Aufbau und Installation eines TN-C-S-Systems 185
P10.3 Aufbau und Installation eines TN-C-S-Systems mit RCD 189
P10.4 Aufbau und Installation eines TT-Systems mit RCD 192
P10.5 Prüfung elektrischer Betriebsmittel und Maschinen 196
P10.6 Prüfungen nach DIN VDE 0701/0702 197
P10.6.1 Prüfung von Geräten nach DIN VDE 0701/0702 198
P10.6.2 Messungen bei VDE 0113 / EN 60204 / IEC 204 201

P11 Schützschaltungen - Elektrische Maschinen und Steuerungstechnik 203

P11.1 Einführung 203
P11.1.1 Schützschaltung mit Selbsthaltung 203
P11.2 Folgeschaltung von zwei Motoren 211
P11.3 Wendeschützschaltung 219
P11.4 Automatische Stern-Dreieck-Schaltung 227
P11.5 Direkte Widerstandsmessungen am Drehstrommotor 235
P11.5.1 Allgemeines 235
P11.5.2 Messtechnische Untersuchung am Drehstrommotor 235
P11.6 Unbelasteter Drehstrommotor 236
P11.6.1 Allgemeines 236
P11.6.2 Schaltübungen am unbelasteten Drehstrommotor 237
P11.7 Belasteter Drehstrommotor 238
P11.7.1 Allgemeines 238
P11.7.2 Messtechnische Untersuchung am belasteten Drehstrommotor 238
P11.8 Motorbemessungsströme von Drehstrommotoren 239