

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>1 Grundsätzliches</b> .....	11
<b>2 Grundregeln für Steuerstromkreise</b> .....	17
2.1 Methoden der Stromversorgung für Steuerstromkreise .....	17
2.1.1 Steuerstromkreis, der direkt vom Hauptstromkreis versorgt wird .....	17
2.1.2 Steuerstromkreis, der über einen Transformator versorgt wird .....	18
2.1.3 Steuerstromkreis, der über einen Transformator mit Gleichrichter versorgt wird .....	19
2.1.4 Steuerstromkreis, der über einen Gleichrichter direkt vom Hauptstromkreis versorgt wird .....	19
2.1.5 Steuerstromkreis, der von einer Batterie versorgt wird .....	20
2.1.6 Steuerstromkreis, der von einem Generator versorgt wird .....	20
2.2 Beginn eines Steuerstromkreises .....	21
2.2.1 Direkter Anschluss am Hauptstromkreis .....	21
2.2.2 Anschluss an einem Transformator .....	22
2.2.3 Anschluss an einem Gleichrichter .....	23
2.2.4 Anschluss an einer Batterie .....	25
2.2.5 Anschluss an einem Generator .....	25
2.3 Leiterkennzeichnung .....	26
2.3.1 Kennzeichnung mit Farbe .....	26
2.3.1.1 Leiterfarbe für Steuerstromkreise, die mit Wechselstrom versorgt werden .....	27
2.3.1.2 Leiterfarbe für Steuerstromkreise, die mit Gleichstrom versorgt werden .....	28
2.3.1.3 Leiterfarbe für Steuerstromkreise, die direkt vom Hauptstrom versorgt werden .....	28
2.3.1.4 Leiterfarbe von Steuerstromkreisen, die als Sonderstromkreise gelten. .	30
2.3.2 Kennzeichnung durch alphanumerische Zeichen .....	32
2.4 Bezeichnung „gemeinsamer Leiter“ und „geschalteter Leiter“ .....	33
<b>3 Planung der Stromversorgung für einen Steuerstromkreis</b> .....	37
3.1 Bestimmung der Spannungshöhe und der Stromart .....	37
3.2 Geerdete oder ungeerdete Hilfsstromversorgung? .....	40
3.3 Schutzleitersystem im Hilfsstromkreis .....	42

3.4	Steuerstromkreisversorgungen direkt vom Hauptstromkreis . . . . .	44
3.4.1	Grundsätzliches . . . . .	44
3.4.2	Systeme nach Art ihrer Erdverbindungen . . . . .	44
3.4.2.1	TN-System. . . . .	44
3.4.2.2	TT-System . . . . .	45
3.4.2.3	IT-System. . . . .	46
3.4.3	Grenzen der direkten Stromversorgung vom Hauptstromkreis . . . . .	46
3.4.3.1	Spannungsbegrenzung . . . . .	46
3.4.3.2	Anzahl der Steuerelemente . . . . .	46
3.4.4	Aufbau von Steuerstromkreisen mit direkter Versorgung vom Hauptstromkreis. . . . .	47
3.4.4.1	Direkte Stromversorgung vom Hauptstromkreis als TN-System . . . . .	47
3.4.4.2	Direkte Stromversorgung vom Hauptstromkreis als TT-System. . . . .	48
3.4.4.3	Direkte Stromversorgung vom Hauptstromkreis als IT-System . . . . .	49
3.5	Stromversorgung von Steuerstromkreisen über einen Transformator . . . . .	50
3.5.1	Auswahl des Steuertransformators . . . . .	50
3.5.2	Geregelter Transformatorausgang . . . . .	56
3.5.3	Steuerstromkreis mit Transformator und geerdetem Sekundärstromkreis . . . . .	58
3.5.4	Steuerstromkreis mit Transformator und ungeerdetem Sekundärstromkreis . . . . .	59
3.6	Überstromschutz . . . . .	61
3.6.1	Fehlerstellen in einem geerdeten Hilfsstromkreis . . . . .	61
3.6.2	Fehlerstellen in einem ungeerdeten Hilfsstromkreis . . . . .	62
3.6.3	Überstromschutzeinrichtungen für den Steuerstromkreis . . . . .	62
3.6.3.1	Auswahl der Überstromschutzeinrichtung . . . . .	63
3.6.3.2	Schutzeinrichtung ein- oder zweipolig? . . . . .	63
3.6.3.3	Schutz auf der Primär- oder Sekundärseite . . . . .	64
3.6.3.4	Selektivität bei Schutzeinrichtungen . . . . .	65
3.6.3.5	Backup-Schutz für Schutzeinrichtungen . . . . .	66
3.6.3.6	Kurzschlussfeste Schutzeinrichtungen . . . . .	66
3.6.3.7	Rush-Effekt/Einschalt-Rush . . . . .	68
3.7	Automatische Abschaltung zum Schutz gegen elektrischen Schlag . . . . .	68
3.7.1	Abschaltzeiten in Abhängigkeit der Bemessungsspannung $U_N$ . . . . .	68
3.7.2	Auswahl von Leitungsschutzschaltern bei hohen Fehlerschleifenimpedanzen . . . . .	69
3.7.3	Schutz gegen elektrischen Schlag durch SELV-Stromkreise. . . . .	70
3.8	Schutzbeschaltung von Schützspulen . . . . .	71
3.8.1	Schutz der Kontakte. . . . .	71
3.8.2	Schutz der Isolation . . . . .	71

3.8.3	Schutzbeschaltungen in Abhängigkeit der Stromart . . . . .	72
3.9	Handlungen im Notfall . . . . .	74
3.9.1	Not-Halt . . . . .	78
3.9.2	Not-Aus . . . . .	79
3.10	Mechanisch verriegelte Schaltgeräte . . . . .	79
3.10.1	Schützwendekombination . . . . .	79
3.10.2	Verklinktes Hilfsschütz . . . . .	81
3.11	Zusammenfassung der Vor- und Nachteile verschiedener Stromversorgungs-konzepte . . . . .	82
3.11.1	Methoden der Stromversorgung von Steuerstromkreise entsprechend DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1) . . . . .	82
3.11.2	Methoden der Stromversorgung von Hilfsstromkreisen entsprechend DIN VDE 0100-557 . . . . .	93
<b>4</b>	<b>Errichtung von Steuerstromkreisen . . . . .</b>	<b>99</b>
4.1	Leiterquerschnitte . . . . .	99
4.2	Kurzschlussfeste Verdrahtung . . . . .	101
4.3	Schutz gegen ultraviolette Strahlungen (UV) . . . . .	103
4.4	Gemeinsame Verlegung von Haupt- und Steuerstromkreisen . . . . .	103
4.5	Errichten von Bus-Leitungen . . . . .	103
4.5.1	KNX-Stromkreise . . . . .	104
4.5.2	Errichten von Ethernet-Stromkreisen . . . . .	107
<b>5</b>	<b>Messstromkreise . . . . .</b>	<b>109</b>
5.1	Überspannungsschutz, Spannungsfestigkeit . . . . .	109
5.2	Spannungswandler . . . . .	111
5.2.1	Induktive Spannungswandler . . . . .	111
5.2.2	Kapazitive Spannungswandler . . . . .	113
5.3	Stromwandler . . . . .	114
5.4	Messverstärker . . . . .	117
<b>6</b>	<b>EMV-Maßnahmen . . . . .</b>	<b>121</b>
6.1	Phänomene der EMV . . . . .	121
6.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen . . . . .	122
6.3	Festlegung des (EMV-)Bereichs . . . . .	123
6.3.1	Industriebereich . . . . .	124
6.3.2	Wohnbereich . . . . .	126
6.4	EMV-Anforderungen von Geräteherstellern . . . . .	127
6.5	EMV-Maßnahmen-Checkliste . . . . .	128
6.6	Arten von Kopplungen . . . . .	129

6.6.1	Galvanische Kopplung . . . . .	129
6.6.2	Induktive Kopplung . . . . .	130
6.6.3	Kapazitive Kopplung . . . . .	131
6.7	Magnetisches Wechselfeld bei Kabeln und Leitungen . . . . .	132
6.8	Vagabundierende Ströme (Streuströme) . . . . .	133
6.9	Entkopplung von elektrischen Anlagen . . . . .	133
6.9.1	Entkopplung durch Abstand . . . . .	133
6.9.2	Entkopplung durch Trennung . . . . .	134
6.9.3	Entkopplung durch Schirmung . . . . .	138
6.9.3.1	Arten von Schirmen . . . . .	139
6.9.3.2	Anschlüsse von Schirmen . . . . .	140
6.9.3.3	Erdung von Schirmen . . . . .	141
6.9.3.4	Entlastungsleiter für Schirme . . . . .	143
6.9.3.5	Leiterschleifen durch Erdung von Schirmen . . . . .	148
6.10	EMV-Dokumentation . . . . .	151
	<b>Literatur</b> . . . . .	157
	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	163