

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 Allgemeine Anforderungen	21
4.1 Allgemeine Betrachtungen	21
4.2 Auswahl der Ausrüstung.....	21
4.3 Elektrische Versorgung	21
4.4 Physikalische Umgebungs- und Betriebsbedingungen.....	22
4.5 Transport und Lagerung	22
4.6 Handhabungsvorrichtungen	23
4.7 Errichtung	23
5 Anschluss der Stromversorgung und Geräte für Trennung und Abschaltung	23
5.1 Anschluss der Stromversorgung	23
5.2 Klemme für den Anschluss an das externe Schutzerdungssystem	24
5.3 Netztrenneinrichtung	24
5.4 Zusätzliche Trenneinrichtungen	26
5.5 Schutz gegen unbefugten, versehentlichen und/oder falschen Anschluss von Stecker/Steckdosen-Kombinationen	27
6 Schutz gegen elektrischen Schlag	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Schutz gegen direktes Berühren	27
6.3 Schutz bei indirektem Berühren	29
6.4 Schutz durch PELV	31
6.5 Schutz von Elektrofachkräften und unterwiesenen Personen gegen unbeabsichtigtes Berühren gefährlicher aktiver Teile	32
7 Schutz der Ausrüstung	32
7.1 Allgemeines	32
7.2 Überstromschutz	33
7.3 Schutz von Motoren gegen Überhitzung	36
7.4 Motor-Überdrehzahlschutz	37
7.5 Anormale Temperaturerfassung.....	37
7.6 Schutz bei Unterbrechung der Versorgung oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr.....	37
7.7 Erdschluss-/Fehlerstrom-Schutz	37
7.8 Drehfeldüberwachung	38
7.9 Schutz gegen Überspannungen durch Blitzschlag und durch Schalthandlungen	38
7.10 Elektrolytkondensatoren	38
8 Potentialausgleich	38

	Seite
8.1	Allgemeines.....38
8.2	Schutzleitersystem41
8.3	Funktionspotentialausgleich.....44
8.4	Maßnahmen zur Begrenzung hoher Ableitströme44
9	Steuerstromkreise, Not-Abschaltung (EMO) und Schutzverriegelungskreise44
9.1	Steuerstromkreise44
9.2	Not-Abschaltung (EMO).....46
9.3	Andere Betätigungen als EMO.....46
9.4	Schutzverriegelungen48
9.5	Aufhebung von Sicherheitsfunktionen und/oder Schutzmaßnahmen.....50
10	Bedienerschnittstellen50
10.1	Allgemeines.....50
10.2	Drucktaster51
10.3	Anzeigeleuchten.....53
10.4	Leuchtdrucktaster.....54
10.5	Drehbare Bedienelemente54
10.6	Starteinrichtungen54
10.7	Geräte für Not-Abschaltung54
10.8	Geräte für Not-Halt.....55
10.9	Zustimmeinrichtungen55
11	Schaltgeräte: Anordnung, Aufbau und Gehäuse55
11.1	Allgemeine Anforderungen.....55
11.2	Anordnung und Aufbau56
11.3	Schutzart57
11.4	Gehäuse, Türen und Öffnungen57
12	Leiter, Kabel und Leitungen59
12.1	Allgemeine Anforderungen.....59
12.2	Isolierung.....60
12.3	Strombelastbarkeit60
12.4	Spannungsfall in Leitern, Kabeln und Leitungen61
12.5	Flexible Leitungen61
13	Verdrahtungstechnik62
13.1	Anschlüsse und Leitungsverlauf62
13.2	Mehrfachsteckdosen63
13.3	Stecker/Steckdosen-Kombinationen.....64
13.4	Identifizierung von Leitern64
13.5	Verdrahtung außerhalb von Gehäusen.....66
13.6	Leitungskanäle, Anschlusskästen und andere Kästen68
14	Elektromotoren und zugehörige Ausrüstung.....69

	Seite
14.1	Allgemeine Anforderungen 69
14.2	Separat installierte Motoren 70
14.3	Motor-Abmessungen 70
14.4	Motoranordnung und Einbauräume..... 70
15	Zubehör und Beleuchtung 70
15.1	Zubehör 70
15.2	Arbeitsplatzbeleuchtung der Fertigungseinrichtung 70
16	Kennzeichnung, Warnschilder und Referenzkennzeichen..... 71
16.1	Allgemeines 71
16.2	Warnschilder für die Gefahr des elektrischen Schlags 71
16.3	Funktionskennzeichnung..... 72
16.4	Typenschild der Ausrüstung 72
16.5	Referenzkennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen) 72
17	Technische Dokumentation 72
17.1	Allgemeines 72
17.2	Mitzuliefernde Informationen 73
17.3	Anforderungen an alle Unterlagen 74
17.4	Unterlagen für die Errichtung 74
17.5	Übersichtspläne und Funktionspläne 74
17.6	Stromlaufpläne 75
17.7	Betriebsanleitung 75
17.8	Instandhaltungsdokumentation 75
18	Prüfungen 76
18.1	Allgemeines 76
18.2	Durchgängigkeit der Erdung und Prüfung der Durchgängigkeit des Schutzleiters 76
18.3	Prüfung des Berührungstromes an elektrischen Ausrüstungen mit Stecker/Steckdosen- Kombination..... 77
18.4	Isolationsprüfung 78
18.5	Zugentlastungsprüfung..... 79
18.6	Kurzschlussprüfung der Stromversorgung 79
18.7	Funktionsprüfung der Schutzverriegelungsstromkreise 80
18.8	Entladeprüfung von Kapazitäten (siehe 6.2.4) 80
18.9	Temperaturprüfung 81
18.10	Festigkeitsprüfung der elektrischen Umhüllung; Prüfung mit gleichmäßigem Druck von 30 N 82
18.11	Festigkeitsprüfung der elektrischen Umhüllung; Prüfung mit gleichmäßigem Druck von 250 N 83
18.12	Prüfung mit der Fingersonde 83
18.13	Drahtbiegeprüfung 83
19.14	Prüfung des Isolationswiderstandes 84
18.15	Funktionsprüfung der Not-Abschaltung (EMO) 84

	Seite
18.16	Eingangsstrom-Prüfung 84
18.17	Weitere Prüfungen von Sicherheitsstromkreisen 85
18.18	Motortemperaturprüfung 85
Anhang A (normativ)	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Kontakt) in TN-Systemen 86
Anhang B (normativ)	Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Kontakt) in TT-Systemen 90
Anhang C (normativ)	Stromtragfähigkeit des Leiters, Kriech- und Luftstrecken 92
Anhang D (normativ)	Standard-Prüffinger 100
Anhang E (informativ)	Systeme nach Art der Erdverbindungen 102
Literaturhinweise 118
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen 121
Anhang ZZ (informativ)	Zusammenhang mit grundlegenden Anforderungen von EG-Richtlinien 123
 Bilder	
Bild 1	– Beispiel des Potentialausgleichs für die elektrische Ausrüstung einer Maschine 40
Bild 2	– Abstand vor Gehäusen 59
Bild A.1	– Typische Anordnung für die Messung einer Fehlerschleifenimpedanz 89
Bild D.1	– Starrer Prüffinger 100
Bild D.2	– Gelenkiger Prüffinger 101
Bild E.1	– TN-S-System mit getrenntem Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System 103
Bild E.2	– TN-S-System mit getrenntem geerdetem Außenleiter und Schutzleiter im gesamten System 104
Bild E.3	– TN-S-System mit geerdetem Schutzleiter und ohne Neutralleiter im gesamten System 104
Bild E.4	– TN-C-S-System mit 4-Leiter-Dreiphasen-Anordnung, wobei der PEN-Leiter an irgendeiner Stelle der Anlage in PE- und N-Leiter aufgeteilt ist 105
Bild E.5	– TN-C-S-System mit 4-Leiter-Dreiphasen-Anordnung, wobei der PEN-Leiter am Speisepunkt der Anlage in PE-Leiter und N-Leiter aufgeteilt ist 106
Bild E.6	– TN-C-S-System mit 2-Leiter-Einphasen-Anordnung, wobei der PEN-Leiter am Speisepunkt der Anlage in PE-Leiter und N-Leiter aufgeteilt ist 106
Bild E.7	– TN-C-System mit Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion kombiniert in einem einzigen Leiter im gesamten System 107
Bild E.8	– TN-C-S-System mit Mehrfacheinspeisung mit getrenntem Schutzleiter und Neutralleiter zu elektrischen Verbrauchsmitteln 108
Bild E.9	– TN-System mit Mehrfacheinspeisung mit Schutzleiter und keinem Neutralleiter in dem gesamten System zur Versorgung von 2-Phasen- oder 3-Phasen-Lasten 109
Bild E.10	– TT-System mit getrenntem Neutralleiter und Schutzleiter in der gesamten Anlage 110
Bild E.11	– TT-System mit geerdetem Schutzleiter und ohne Neutralleiter in der gesamten Anlage 110
Bild E.12	– IT-System, in dem alle Körper miteinander durch einen Schutzleiter verbunden sind, der gemeinsam geerdet ist 111
Bild E.13	– IT-System – Körper geerdet in Gruppen oder einzeln 112
Bild E.14	– TN-S-DC-System 113
Bild E.15	– TN-C-DC-System 114
Bild E.16	– TN-C-S-DC-System 115

	Seite
Bild E.17 – TT-DC-System	116
Bild E.18 – IT-DC-System.....	117
Tabellen	
Tabelle 1 – Schutz von Transformatoren ohne thermischen Schutz.....	35
Tabelle 2 – Schutz von Transformatoren mit thermischem Schutz.....	35
Tabelle 3 – Farbkodierung für Drucktaster-Bedienteile und ihre Bedeutung	52
Tabelle 4 – Symbole für Drucktaster	52
Tabelle 5 – Farben von Anzeigeleuchten und ihre Bedeutung in Bezug auf den Zustand der Fertigungseinrichtung.....	53
Tabelle 6 – Akzeptierbare Temperaturen für Teile der Ausrüstung	82
Tabelle A.1 – Maximale Abschaltzeiten in TN-Systemen.....	86
Tabelle B.1 – Maximale Abschaltzeiten.....	91
Tabelle C.3 – Reduzierte Stromtragfähigkeit von Leitern (entsprechend Tabellen C.1 und C.2) von 0,05 mm ² bis 4 mm ²	95
Tabelle C.4 – Umgebungstemperatur-Korrekturfaktoren	95
Tabelle C.5 – Nichtisolierte Stromschienen.....	96
Tabelle C.6 – Kriech- und Luftstrecken in einem Reinraum Klasse 1000 oder niedriger.....	97
Tabelle C.7 – Kriechstecken auf Leiterplatten	98
Tabelle C.8 – Kriech- und Luftstrecken in einem Reinraum mit einer höheren Klasse als Klasse 1000.....	99