

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	13
1 Anwendungsbereich	16
2 Normative Verweisungen	16
3 Begriffe und Abkürzungen	19
3.1 Begriffe	19
3.2 Abkürzungen	30
3.3 Vereinbarungen für Installationsprofile	32
4 Planung der Installation	32
4.1 Allgemeines	32
4.2 Planungsanforderungen	36
4.3 Leistungsfähigkeit des Netzes	39
4.4 Auswahl und Anwendung von Verkabelungskomponenten	44
4.5 Dokumentation der Verkabelungsplanung	72
4.6 Überprüfung der Verkabelungsplanungs-Spezifikation	73
5 Ausführung der Installation	73
5.1 Allgemeine Anforderungen	73
5.2 Kabelverlegung	74
5.3 Montage von Steckverbindern	81
5.4 Montage des Abschlusswiderstands	82
5.5 Gerätemontage	83
5.6 Kennzeichnungen und Beschriftungen	83
5.7 Erdung und Potentialausgleich der Betriebsmittel, der Geräte und der geschirmten Verkabelung	83
5.8 Dokumentation des Verkabelungs-Istzustandes	90
6 Überprüfung der Installation und Abnahmeprüfung der Installation	90
6.1 Allgemeines	90
6.2 Überprüfung der Installation	91
6.3 Abnahmeprüfung der Installation	97
7 Systemverwaltung der Installation	102
7.1 Allgemeines	102
7.2 Tätigkeitsfelder der Systemverwaltung	103
7.3 Grundsätze der Systemverwaltung	103
7.4 Arbeitsabläufe	103
7.5 Kennzeichnung der Einbauorte	104
7.6 Kennzeichnung der Verkabelungskomponenten	104
7.7 Dokumentation	105
7.8 Besondere Anforderungen an die Systemverwaltung	105

	Seite
8	106
8.1	106
8.2	106
8.3	109
8.4	114
Anhang A (informativ) Übersicht über die anwendungsneutrale Verkabelung von Industrieanlagen	115
Anhang B (informativ) Die Beschreibungsmethodik MICE	116
B.1	116
B.2	116
B.3	117
B.3.1	117
B.3.2	118
B.4	119
B.5	122
Anhang C (informativ) Netztopologien	124
C.1	124
C.2	124
C.3	124
C.4	124
C.5	124
C.5.1	124
C.5.2	124
C.5.3	124
C.6	125
C.7	125
Anhang D (informativ) Tabellen der Steckverbinder	126
Anhang E (informativ) Stromversorgungsnetz im Hinblick auf elektromagnetische Störungen – TN-C- und TN-S-Netze	139
Anhang F (informativ) Leitergrößen in elektrischen Leitungen	141
Anhang G (informativ) Checkliste zur Überprüfung der Kabelinstallation	142
G.1	142
G.2	142
G.3	145
Anhang H (normativ) Geräteanschlussleitungen	147
H.1	147
H.2	147
H.2.1	147
H.2.2	148
H.2.3	148

	Seite
H.2.4 8-polige modulare gekreuzte Anschlussleitungen	149
H.2.5 Direkte Umsetzung einer Steckverbinderfamilie auf eine andere	150
H.2.6 Gekreuzte Umsetzung einer Steckverbinderfamilie auf eine andere	150
Anhang I (informativ) Anleitung zum Anschluss von Kabeln	152
I.1 Allgemeines	152
I.2 Anleitung zum Anschluss geschirmter, verdrehter Kabel an 8-polige modulare Steckverbinder	152
I.3 Anleitung zum Anschluss ungeschirmter, verdrehter Kabel an 8-polige modulare Steckverbinder	155
I.4 Anleitung zum Anschluss von M12-4 D-kodierten Steckverbindern	156
I.5 Anleitung zum Anschluss von Lichtwellenleiterkabeln	158
Anhang J (informativ) Empfehlungen zur Leistungscharakteristik von Wanddurchführungen und von Übertragungstrecken mit mehr als 4 Steckverbindungen	159
J.1 Allgemeines	159
J.2 Empfehlungen	159
Anhang K (informativ) Prüfen der Datenübertragung in Feldbussen	160
K.1 Hintergrund	160
K.2 Erlaubte Fehlerraten für Steuerungssysteme	160
K.2.1 Bit-Fehler	160
K.2.2 Burst-Fehler	160
K.3 Prüfen der Übertragungstrecke	161
K.4 Prüfen von Kabelparametern	161
K.4.1 Allgemeines	161
K.4.2 Prüfen anwendungsneutraler Verkabelung	162
K.4.3 Prüfen der Feldbusverkabelung	162
K.5 Prüfen der Datenübertragungsrate für Feldbusse	162
K.5.1 Allgemeines	162
K.5.2 Feldbusprüfung	162
K.5.3 Planung der Prüfungen der Datenübertragungsrate für Feldbusse	162
K.5.4 Formular für den Prüfbericht	163
K.5.5 Akzeptierte Werte der Leistungsfähigkeit für Feldbusse	163
Anhang L (informativ) Verantwortlichkeit bei der Installation von Kommunikationsnetzen	164
L.1 Allgemeines	164
L.2 Verantwortlichkeiten für die Installationsarbeiten	164
L.3 Verantwortlichkeitstabelle für die Installationsarbeit	164
Anhang M (informativ) Handelsnamen der Kommunikationsprofile	165
Anhang N (informativ) Messtechnische Überprüfungen	168
N.1 Allgemeines	168
N.2 Messungen des Gleichstromwiderstands	168
N.2.1 Zweck der Prüfung	168

	Seite
N.2.2 Annahmen	168
N.2.3 Messungen	168
N.2.4 Berechnungen	170
N.2.5 Messergebnisse	170
Anhang O (informativ) End-zu-End Verbindung	174
O.1 Allgemeines	174
O.2 End-zu-End Verbindung	174
O.3 Zu erstellende Unterlagen	175
O.4 Prüfpläne und Methoden für eine End-zu-End Verbindung	176
O.4.1 End-zu-End Verbindung Prüfmethode 1	176
O.4.2 End-zu-End Verbindung Prüfmethode 2	176
Literaturhinweise	177
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	179
Bilder	
Bild 1 – Lebenszyklus der Installation eines industriellen Netzes	14
Bild 2 – Netzinstallation: Beziehungen zwischen den europäischen Normen.....	15
Bild 3 – Struktur einer anwendungsneutralen Kommunikationsverkabelung mit Anschluss an eine Automatisierungszelle	33
Bild 4 – Anschluss einer Automatisierungszelle an eine anwendungsneutrale Kommunikationsverkabelung	33
Bild 5 – Automatisierungszellen.....	34
Bild 6 – Externe Anbindungen einer Automatisierungszelle.....	35
Bild 7 – Wie man den Umweltbedingungen gerecht wird.....	38
Bild 8 – Wie Verbesserung, Isolation und Trennung zusammenarbeiten	38
Bild 9 – Grundsätzliche physikalische Topologien für passive Netze	39
Bild 10 – Grundsätzliche physikalische Topologien für aktive Netze	40
Bild 11 – Beispiel einer Kombination von grundsätzlichen Topologien	40
Bild 12 – Basis-Referenzimplementierung	51
Bild 13 – Erweiterte Referenzimplementierung	53
Bild 14 – Auswahl der Verfahren zu Erdung und Potentialausgleich	61
Bild 15 – Ausführung der Erdung beim vermaschten Potentialausgleich.....	63
Bild 16 – Ausführung der Erdung beim sternförmigen Potentialausgleich	64
Bild 17 – Schematische Darstellung eines Feldgerätes mit direkter Erdung.....	65
Bild 18 – Schematische Darstellung eines Feldgerätes mit Erdung über eine parallele RC- Kombination.....	66
Bild 19 – Aufstecken eines Kantenschutzes.....	75
Bild 20 – Nutzung einer Abrollvorrichtung und Vermeidung von Schleifen.....	76
Bild 21 – Vermeidung von Verdrehen.....	76
Bild 22 – Sicherstellen, dass der kleinste zulässige Biegeradius nicht unterschritten wird.....	77

	Seite
Bild 23 – Nicht an einzelnen Adern ziehen.....	77
Bild 24 – Verwendung von Kabelschellen mit großer (breiter) Oberfläche	77
Bild 25 – Kabelverschraubung mit Knickschutz	78
Bild 26 – Spiralrohr	78
Bild 27 – Getrennte Kabelführungen	81
Bild 28 – Einsatz flexibler Potentialausgleichsbänder an beweglichen Kabelführungen	84
Bild 29 – Oberflächenvorbereitung für elektromechanische Erdungs- und Potentialausgleichsverbindungen	85
Bild 30 – Beispiel einer isolierten Sammelschiene.....	87
Bild 31 – Beispiel eines Isolators für die Montage von Hutschienen	87
Bild 32 – Schirmerdung über parallele RC-Kombination.....	88
Bild 33 – Direkte Schirmerdung.....	88
Bild 34 – Beispiele für den Anschluss des Schirms	89
Bild 35 – Minderung der Potentialdifferenz	89
Bild 36 – Variante 1 einer abgewandelten Schirmerdung	89
Bild 37 – Variante 2 einer abgewandelten Schirmerdung	90
Bild 38 – Vorgehensweise zur Durchführung der Netzüberprüfung.....	92
Bild 39 – Prüfung der Erdungsverbindungen	93
Bild 40 – Kontaktbelegung und Verschaltung der Paare für zwei 8-polige IEC 60603-7- Steckverbinder und 4-polige IEC 60603- auf IEC 61076-2-101-Steckverbinder	96
Bild 41 – Zwei Paare im 8-poligen modularen Steckverbinder	96
Bild 42 – Vertauschtes, getrenntes und verpoltetes Paar	96
Bild 43 – Vorgehensweise zur Durchführung der messtechnischen Überprüfung.....	98
Bild 44 – Schematische Darstellung der Übertragungsstrecke.....	99
Bild 45 – Schematische Darstellung der Installationsstrecke.....	99
Bild 46 – Instandhaltung des Kommunikationsnetzes.....	108
Bild 47 – Vorgehensweise bei der Fehlersuche	113
Bild 48 – Fehlersuche ohne besondere Werkzeuge	114
Bild B.1 – MICE-Klassifizierungen.....	116
Bild B.2 – Beispiele von MICE-Bereichen	117
Bild B.3 – Verbesserung, Isolierung und Trennung	117
Bild B.4 – Erstes Beispiel für Abhilfemaßnahmen.....	118
Bild B.5 – Zweites Beispiel für Abhilfemaßnahmen	119
Bild B.6 – Frequenzbereiche der Störaussendung gewöhnlicher Maschinen in der Industrie.....	119
Bild B.7 – Beispiel von zu wählendem Abstand bei schnellen, transienten elektrischen Störgrößen.....	121
Bild E.1 – Vier-Leiter-Netz (TN-C).....	139
Bild E.2 – Fünf-Leiter-Netz (TN-S)	140
Bild H.1 – Anschlussleitung M12-4 D-kodiert, direkte Verbindung	147
Bild H.2 – Anschlussleitung 8-poliger modularer Stecker, 8 Kontakte, direkte Verbindung	148

	Seite
Bild H.3 – Anschlussleitung 8-poliger modularer Stecker, 4 Kontakte, direkte Verbindung.....	149
Bild I.1 – Absetzen des Kabelmantels	152
Bild I.2 – Vorbereitung eines Typ-A-Kabels.....	153
Bild I.3 – 8-poliger modularer Steckverbinder	153
Bild I.4 – Einführen der Kabel in den Steckverbinder	154
Bild I.5 – Krimpen des Steckverbinders.....	154
Bild I.6 – Vorbereitung eines Kabels für eine Typ-A-Verdrahtung.....	155
Bild I.7 – Teile eines M12-Steckverbinders	156
Bild I.8 – Kabelvorbereitung.....	156
Bild I.9 – Kabeleinführung, Mutter und Hülle des Steckers auf dem Kabel.....	156
Bild I.10 – Vorbereitung der Leiter	156
Bild I.11 – Kabelmantel entfernen.....	157
Bild I.12 – Vorbereitung des Schirms	157
Bild I.13 – Vorbereitung der Adern	157
Bild I.14 – Montage der Adern im Stecker	157
Bild I.15 – Zusammenbau des Steckers	158
Bild I.16 – Verschrauben des Steckers	158
Bild N.1 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zu Ader.....	169
Bild N.2 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zum Schirm	169
Bild N.3 – Messung des Schleifenwiderstands von Ader zum Schirm	169
Bild N.4 – Widerstandsmessung zum Auffinden von Kurzschlüssen	169
Bild N.5 – Widerstandsmessung zwischen Ader 1 und Ader 2	170
Bild N.6 – Prüfung des Gleichstromwiderstands eines Kabels	171
Bild N.7 – Schlussfolgerungen hinsichtlich Unterbrechungen und Kurzschlüssen	172
Bild N.8 – Bestimmung des Wertes für den Abschlusswiderstand.....	173
Bild O.1 – Übertragungsstrecke nach ISO/IEC 11801	174
Bild O.2 – End-zu-End Verbindung.....	175
Tabellen	
Tabelle 1 – Grundsätzliche Netzkenngroße einer nicht-Ethernet-basierten symmetrischen Verkabelung	41
Tabelle 2 – Netzkenngroßen für Ethernet-basierte symmetrische Verkabelung.....	42
Tabelle 3 – Netzkenngroßen für Lichtwellenleiterverbindungen	43
Tabelle 4 – Informationen zu Kupferkabeln: festverlegte Kabel.....	45
Tabelle 5 – Informationen zu Kupferkabeln: Anschlussleitungen.....	46
Tabelle 6 – Informationen zu Lichtwellenleitern	47
Tabelle 7 – Steckverbinder für Ethernet-basierte Kommunikationsprofile mit symmetrischem Kupferkabel	49
Tabelle 8 – Steckverbinder für nicht-Ethernet-basierte Kommunikationsprofile mit Kupferkabel	49
Tabelle 9 – Steckverbinder für Lichtwellenleiter	50
Tabelle 10 – Beziehung zwischen FOC und dem Fasertyp (CP x/y)	50

	Seite
Tabelle 11 – Gleichungen für die Basis-Referenzimplementierung	52
Tabelle 12 – Gleichungen für die erweiterte Referenzimplementierung	54
Tabelle 13 – Korrekturfaktor Z für Betriebstemperaturen oberhalb 20 °C	54
Tabelle 14 – Querschnitt und Länge von Ausgleichs- und Erdungsleitern	60
Tabelle 15 – Querschnitt von Potentialausgleichsleitern	62
Tabelle 16 – Oberflächenschutz von Potentialausgleichsleitern	62
Tabelle 17 – Arten von Stromkreisen und Abstände	71
Tabelle 18 – Parameter für symmetrische Kabel	74
Tabelle 19 – Parameter für Glas-Lichtwellenleiter	74
Tabelle 20 – Parameter für POF-Lichtwellenleiter	75
Tabelle 21 – Parameter für Polymermantel (Hard-Clad-Silica)-Glasfaser	75
Tabelle 22 – Typische Probleme in einem Netz mit symmetrischer Verkabelung	111
Tabelle 23 – Typische Probleme eines Netzes mit Lichtwellenleitern	112
Tabelle B.1 – Beispiel 1 für angestrebte MICE-Umgebung	118
Tabelle B.2 – Beispiel 2 für angestrebte MICE-Umgebung	118
Tabelle B.3 – Beziehung zwischen störaussendenden Geräten und der „E“-Klassifizierung	120
Tabelle B.4 – Kopplungsmechanismus für einige störaussendende Geräte	121
Tabelle B.5 – MICE-Festlegung	122
Tabelle D.1 – Vereinbarungen zum Farbkode in der Tabelle der Steckverbinder	126
Tabelle D.2 – Paar-Nummerierung und Farbschema	127
Tabelle D.3 – Steckverbinder 8-polig modular	128
Tabelle D.4 – Steckverbinder M12-4 A-kodiert	129
Tabelle D.5 – Steckverbinder M12-4 D-kodiert	130
Tabelle D.6 – Steckverbinder M12-5 A-kodiert	131
Tabelle D.7 – Steckverbinder M12-5 B-kodiert	132
Tabelle D.8 – Steckverbinder SubD	133
Tabelle D.9 – Steckverbinder 7/8-16 UN-2B THD / M18	134
Tabelle D.10 – Steckverbinder freie Bauart	135
Tabelle D.11 – Steckverbinder M12-8 X-kodiert	136
Tabelle D.12 – Steckverbinder BNC	137
Tabelle D.13 – Steckverbinder TNC	138
Tabelle F.1 – American Wire Gauge System und kcmil	141
Tabelle G.1 – Checkliste zur Überprüfung der Installation von Kupferkabeln	142
Tabelle G.2 – Checkliste für Messungen an Erdung und Potentialausgleich	144
Tabelle G.3 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.1 und Tabelle G.2	144
Tabelle G.4 – Checkliste für besondere Prüfungen bei nicht-Ethernet-basierten Kommunikationsprofilen	144
Tabelle G.5 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.4	145
Tabelle G.6 – Checkliste zur Überprüfung von Lichtwellenleiterübertragungsstrecken	145

	Seite
Tabelle G.7 – Unterschriftenfeld für die Checklisten in Tabelle G.6.....	146
Tabelle H.1 – Kontaktbelegung für M12-4 D-kodierte Steckverbindungen	148
Tabelle H.2 – Kontaktbelegung für gekreuzte M12-4 nach M12-4 D-kodierte Steckverbindung	148
Tabelle H.3 – Kontaktbelegung für 8-polige modulare Steckverbindungen	149
Tabelle H.4 – Kontaktbelegung für 8-polig modulare Steckverbindungen (gekreuztes Kabel).....	150
Tabelle H.5 – Kontaktbelegung für Umsetzer.....	150
Tabelle H.6 – Kontaktbelegung für gekreuzten Umsetzer M12-4 auf 8-polig modular	151
Tabelle J.1 – Anforderungen an die Übertragung bei mehr als 4 Steckverbindungen in einer Übertragungsstrecke	159
Tabelle M.1 – Handelsnamen von Kommunikationsprofilen (CP) und Kommunikationsprofilfamilien (CPF)	165