

**Niederspannungsschaltgeräte –
Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) –
Teil 3: DeviceNet**

Inhalt

	Seite
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Kurzzeichen und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Kurzzeichen und Abkürzungen	17
4 Einteilung	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 DeviceNet-Kommunikationsmodell	19
4.3 DeviceNet, CAN und CIP	19
5 Kennwerte	20
5.1 DeviceNet-Verbindungen	20
5.1.1 Allgemeines	20
5.1.2 Die Verwendung des CAN-Identifiers in DeviceNet	20
5.1.3 Verbindungseinrichtung	22
5.2 DeviceNet-Nachrichten-Protokoll	22
5.2.1 Explizite Nachrichten	22
5.2.1.1 Allgemeines	22
5.2.2 E/A-Nachrichten	33
5.2.3 Fragmentierung/Defragmentierung	34
5.2.4 Offline-Verbindungen	38
5.2.5 Geräte-Bereitschaft	48
5.2.6 Geräte-Abschaltnachricht	49
5.2.7 Doppelte-MAC-ID-Erkennungsprotokoll	51
5.2.8 Schnellverbindung (en: quick connect)	52
5.3 DeviceNet-Kommunikationsobjekt-Klassen	52
5.3.1 Allgemeines	52
5.3.2 Festlegung der Identitäts-Objektklasse (Klassen-ID-Code: 0x01)	52
5.3.3 Festlegung der Nachrichten-Router-Objektklasse (Klassen-ID-Code: 0x02)	52
5.3.4 Festlegung der DeviceNet-Objektklasse (Klassen-ID-Code: 0x03)	53
5.3.5 Festlegung der Verbindungs-Objektklasse (Klassen-ID-Code: 0x05)	53
5.3.6 Festlegung der Empfangsbestätigungs-Objektklasse (Klassen-ID-Code: 0x2B)	54
5.4 Netzwerkzugangs-Zustandsmaschine (en: link access state machine)	54
5.4.1 Allgemeines	54

	Seite
5.4.2 Zustandswechselfeldiagramm und Ereignismatrix.....	54
5.4.3 Erkennen einer doppelten MAC-ID	56
5.5 Vordefinierte Master/Slave-Verbindungen	57
5.5.1 Allgemeines	57
5.5.2 Nachrichten der vordefinierten Master/Slave-Verbindungen	58
5.5.3 Klassenspezifische Dienste des DeviceNet-Objekts für die Master/Slave-Verbindungen.....	59
5.5.4 Kennwerte des Slave-Verbindungsobjekts	66
5.5.5 Verbindungsobjekt-Kennwerte im Master	71
5.5.6 Bit-Strobe-Befehls-/Antwortnachrichten	71
5.5.7 Sendeaufruf-Befehls-/Antwortnachrichten	72
5.5.8 Gruppensendeaufruf-Befehls-/Antwortnachrichten	73
5.5.9 Zustandsänderung/Zyklische Verbindungen.....	73
5.5.10 Nur-Gruppe-2-Geräte	75
5.6 CIP Safety™ auf DeviceNet	76
5.6.1 Allgemeines	76
5.6.2 Die Verwendung der CAN-Identifizier für CIP Safety auf DeviceNet.....	76
5.7 Physikalische Schicht (en: physical layer).....	76
5.7.1 Allgemeines	76
5.7.2 Transceiver.....	78
5.7.3 Erdung	79
5.7.4 Galvanische Trennung	79
5.7.5 Übertragungsmedium.....	80
5.7.6 Topologie.....	81
5.7.7 Stromversorgung der Netzwerkverbindung.....	82
6 Produktinformation	82
7 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen	83
7.1 Übliche Betriebsbedingungen	83
7.1.1 Allgemeines	83
7.1.2 Umgebungstemperatur.....	83
7.1.3 Einsatzhöhe.....	83
7.1.4 Klimatische Bedingungen.....	84
7.2 Bedingungen während Transport und Lagerung.....	84
7.3 Montage.....	84
8 Anforderungen an den Aufbau und das Verhalten.....	84
8.1 Anzeigen und Konfigurationsschalter.....	84
8.2 DeviceNet-Kabel.....	84
8.2.1 Überblick.....	84
8.2.2 Kabelprofilvorlage.....	84

	Seite
8.2.3	Profil für dickes Kabel 86
8.2.4	Profil für dünnes Kabel..... 89
8.2.5	Flachkabelprofil 93
8.3	Abschlusswiderstände 96
8.4	Steckverbinder 96
8.4.1	Allgemeine Festlegungen..... 96
8.4.2	Steckverbinderprofilvorlage..... 96
8.4.3	Profil des offenen Steckverbinders 97
8.4.4	Profil des abgedichteten Mini-Steckverbinders..... 99
8.4.5	Profil des abgedichteten Micro-Steckverbinders..... 100
8.4.6	Profil des Stammkabel-Flachsteckverbinders..... 101
8.5	Geräteanschlüsse (en: device taps) und Stromeinspeisungen (en: power taps) 103
8.5.1	Geräteanschlüsse 103
8.5.2	Stromeinspeisungen 104
8.6	Über die Netzwerkverbindung versorgte Geräte..... 105
8.7	Fehlverdrahtungsschutz..... 105
8.8	Stromversorgungen..... 105
8.9	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 106
8.9.1	Allgemeines..... 106
8.9.2	Störfestigkeit 106
8.9.3	Störaussendungen 107
8.10	Zusätzliche EMV-Anforderungen für die Funktionale Sicherheit 107
9	Prüfungen..... 107
9.1	Allgemeines..... 107
9.2	Elektrische und EMV-Prüfung 108
9.2.1	Prüfung der DeviceNet-Stromversorgung..... 108
9.2.2	Spitzenstrom des Geräts..... 109
9.2.3	Einschaltverhalten 109
9.2.4	Vertauschter Anschluss von V+ und V- 110
9.2.5	Trennung von V-..... 110
9.2.6	Prüfung des Differentialeingangswiderstands..... 111
9.2.7	Sendepiegel 111
9.2.8	Quittierungsverzögerung..... 112
9.2.9	CDI-Prüfungen 113
9.2.10	Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit 114
9.3	Logische Prüfung 116
9.3.1	Allgemeines..... 116
9.3.2	Prüfung der Doppelten-MAC-ID-Überprüfung..... 116

	Seite
9.3.3 UCMM	117
9.3.4 Zuordnung der vordefinierten Master/Slave-Verbindungen – explizite Nachrichtenverbindung	118
9.3.5 Zuordnung der vordefinierten Master/Slave-Verbindungen – E/A-Nachrichtenverbindung.....	118
9.3.6 Logische Prüfung der Sicherheitsprodukte	119
Literaturhinweise.....	120

Bilder

Bild 1 – Typisches DeviceNet-Steuerung-Geräte-Netzwerk	18
Bild 2 – Architektur des DeviceNet-Protokolls im Vergleich zum OSI-Referenzmodell	20
Bild 3 – Die Verwendung des CAN-Identifiers in DeviceNet	21
Bild 4 – Verwendung des CAN-Datenfelds für eine explizite Nachricht	22
Bild 5 – Datenfeldformat für explizite Nachrichten.....	23
Bild 6 – Format des Nachrichtenvorsatzes einer expliziten Nachricht	23
Bild 7 – Format des Dienstfelds.....	24
Bild 8 – Format der Anforderungsnachricht zum Öffnen einer expliziten Nachrichtenverbindung.....	25
Bild 9 – Format der Antwortnachricht zum Öffnen einer expliziten Nachrichtenverbindung	28
Bild 10 – Format der Anforderung, eine Verbindung zu schließen.....	29
Bild 11 – Format der Antwort, eine Verbindung zu schließen	29
Bild 12 – Format der nicht-fragmentierten expliziten Anforderungsnachricht, Werte 0–3.....	31
Bild 13 – Format der nicht-fragmentierten expliziten Anforderungsnachricht, Wert 4.....	32
Bild 14 – Format der nicht-fragmentierten erfolgreichen Antwortnachricht	32
Bild 15 – Fehlerantwortnachricht	33
Bild 16 – Datenfeld einer E/A-Nachricht	33
Bild 17 – Format des DeviceNet-Fragmentierungsprotokolls.....	34
Bild 18 – Format des E/A-Nachrichtenfragments	35
Bild 19 – Format des Fragments der expliziten Nachricht.....	35
Bild 20 – Format der Fragmentbestätigungsnachricht.....	37
Bild 21 – Einrichtung des Offline-Besitzrechts.....	39
Bild 22 – Multicast-Charakter des Offline-Besitzrechtes	40
Bild 23 – Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht.....	41
Bild 24 – Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht	41
Bild 25 – Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Gruppenruf-Protokoll	42
Bild 26 – Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll	43
Bild 27 – Identifizieren-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Gruppenruf-Protokoll	44
Bild 28 – Identifizieren-Kommunikationsfehler-Antwortnachricht	45
Bild 29 – Identifizieren-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll.....	45
Bild 30 – Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht.....	46
Bild 31 – Wer-Antwortnachricht	47

	Seite
Bild 32 – Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht zum Ändern der MAC-ID.....	47
Bild 33 – Geräte-Bereitschaftsnachricht.....	48
Bild 34 – Geräte-Abschaltnachricht.....	50
Bild 35 – CAN-Identifizier-Feld der Doppelten-MAC-ID-Überprüfung.....	51
Bild 36 – Datenfeldformat der Doppelten-MAC-ID-Überprüfungsnachricht	51
Bild 37 – Zustandswechselfeld des Netzwerkzugangs	55
Bild 38 – Inhalte des Zuordnungs-Auswahlbytes	60
Bild 39 – Allocate_master/slave_connection_set-Anforderungsnachricht	60
Bild 40 – Erfolgreiche Antwort auf die allocate_master/slave_connection_set-Anforderung.....	61
Bild 41 – Eltern-Logik der expliziten Nachrichtenverbindung.....	63
Bild 42 – Inhalte des Freigabeauswahl-Bytes	64
Bild 43 – Release_master/slave_connection_set-Anforderungsnachricht.....	64
Bild 44 – Erfolgreiche Antwort auf die release_master/slave_connection_set-Anforderung	65
Bild 45 – Zustands-Übergangendiagramm der vordefinierten Master/Slave-E/A-Verbindung.....	67
Bild 46 – Zustands-Übergangendiagramm der vordefinierten expliziten Master/Slave- Nachrichtenverbindung	69
Bild 47 – Blockschaltbild der physikalischen Schicht	77
Bild 48 – Gerät mit einer nicht galvanisch getrennten physikalischen Schicht	79
Bild 49 – Gerät mit einer galvanisch getrennten physikalischen Schicht.....	80
Bild 50 – Topologie des DeviceNet-Mediums	81
Bild 51 – Dickes Kabel: physikalischer Aufbau	88
Bild 52 – Dickes Kabel: verfügbarer Strom am DeviceNet-Versorgungs-Bus	89
Bild 53 – Dünnes Kabel: physikalischer Aufbau.....	92
Bild 54 – Dünnes Kabel: verfügbarer Strom am DeviceNet-Versorgungs-Bus.....	92
Bild 55 – Flachkabel: physikalischer Aufbau	95
Bild 56 – Flachkabel: verfügbarer Strom am DeviceNet-Versorgungs-Bus	95
Bild 57 – Belegung des offenen Steckverbinders	98
Bild 58 – Gestaltung des offenen Steckverbinders	99
Bild 59 – Belegung des Mini-Steckverbinders.....	100
Bild 60 – Belegung des Micro-Steckverbinders.....	101
Bild 61 – Aufbau des Stammkabel-Flachsteckverbinders – Teil 1	102
Bild 62 – Aufbau des Stammkabel-Flachsteckverbinders – Teil 2	103
Bild 63 – Prüfschaltung für die Anstiegszeit der Stromversorgung	108
Bild 64 – Stromverbrauchs-Prüfschaltung.....	109
Bild 65 – Einschalt-Prüfschaltung.....	109
Bild 66 – Prüfschaltung für das Vertauschen von V+ und V– und für die Unterbrechung von V–.....	110
Bild 67 – Prüfschaltung der Differentialeingangsimpedanz.....	111
Bild 68 – Sendepiegel-Prüfaufbau	112
Bild 69 – Sendepiegel	112

	Seite
Bild 70 – Prüfaufbau für das Zeitverhalten	113
Bild 71 – Zeitverhalten	113
Bild 72 – CDI-Prüfanordnung.....	114
Bild 73 – Prüfschaltung für die logischen Prüfungen.....	116
 Tabellen	
Tabelle 1 – Formatwerte des Nachrichtenkörpers.....	26
Tabelle 2 – Kennwerte der Gruppenauswahl	26
Tabelle 3 – Quellen-Nachrichten-ID in der Anforderung zum Öffnen einer expliziten Nachrichtenverbindung.....	27
Tabelle 4 – Ziel-Nachrichten-ID der Antwort zum Öffnen einer expliziten Nachrichtenverbindung	28
Tabelle 5 – UCMM-Fehlerzustände/Fehlercodes.....	30
Tabelle 6 – Bitwerte der Fragmenttypen	34
Tabelle 7 – Bitwerte des Bestätigungsstatus.....	37
Tabelle 8 – Offline-Verbindungen	39
Tabelle 9 – Maskenbasierte Adressrückmeldung.....	43
Tabelle 10 – Abschaltcode-Bereiche der Geräte-Abschaltnachricht.....	50
Tabelle 11 – Abschaltcodes der Geräte-Abschaltnachricht „Offen“	50
Tabelle 12 – Zustands-Ereignismatrix des Netzwerkzugangs	55
Tabelle 13 – Identifier-Felder der vordefinierten Master/Slave-Verbindungen.....	58
Tabelle 14 – Datenfeldparameter der allocate_master/slave_connection_set-Dienstanforderung	59
Tabelle 15 – Parameter der allocate_master/slave_connection_set-Antwort.....	61
Tabelle 16 – Datenfeldparameter der release_master/slave_connection_set-Dienstanforderung	64
Tabelle 17 – Zusätzliche, für das DeviceNet-Objekt spezifische Fehlercodes	66
Tabelle 18 – Verbindungsinstanz-IDs für vordefinierte Master/Slave-Verbindungen.....	67
Tabelle 19 – Zustands-Ereignismatrix der vordefinierten Master/Slave-E/A-Verbindung.....	68
Tabelle 20 – Zustands-Ereignismatrix der vordefinierten expliziten Master/Slave- Nachrichtenverbindung.....	70
Tabelle 21 – Attributzugriffe auf die vordefinierten Master/Slave-E/A-Verbindungsobjekte.....	71
Tabelle 22 – Allgemeine Kennwerte der physikalischen Schicht	77
Tabelle 23 – Kennwerte des Senders	78
Tabelle 24 – Kennwerte des Empfängers	78
Tabelle 25 – Belastungsgrenzen	82
Tabelle 26 – Kabelprofil: Anforderungen an das Datenpaar	85
Tabelle 27 – Kabelprofil: Anforderungen an das Gleichstrompaar.....	85
Tabelle 28 – Kabelprofil: allgemeine Anforderungen.....	86
Tabelle 29 – Kabelprofil: Topologie	86
Tabelle 30 – Dickes Kabel: Anforderungen an das Datenpaar	87
Tabelle 31 – Dickes Kabel: Anforderungen an das Gleichstrompaar.....	87
Tabelle 32 – Dickes Kabel: allgemeine Anforderungen.....	88

	Seite
Tabelle 33 – Dickes Kabel: Topologie.....	88
Tabelle 34 – Dickes Kabel: von der Netzwerklänge abhängiger maximal verfügbarer Strom (A).....	89
Tabelle 35 – Dünnes Kabel: Anforderungen an das Datenpaar	90
Tabelle 36 – Dünnes Kabel: Anforderungen an das Gleichstrompaar.....	90
Tabelle 37 – Dünnes Kabel: allgemeine Anforderungen.....	91
Tabelle 38 – Dünnes Kabel: Topologie	91
Tabelle 39 – Dünnes Kabel: von der Netzwerklänge abhängiger maximal verfügbarer Strom (A)	92
Tabelle 40 – Flachkabel: Anforderungen an das Datenpaar.....	93
Tabelle 41 – Flachkabel: Anforderung an das Gleichstrompaar	93
Tabelle 42 – Flachkabel: allgemeine Anforderungen	94
Tabelle 43 – Flachkabel: Topologie	94
Tabelle 44 – Flachkabel: von der Netzwerklänge abhängiger maximal verfügbarer Strom (A).....	95
Tabelle 45 – Steckverbinderprofilvorlage	96
Tabelle 46 – Offener Steckverbinder.....	97
Tabelle 47 – Abgedichteter Mini-Steckverbinder.....	99
Tabelle 48 – Abgedichteter Micro-Steckverbinder	100
Tabelle 49 – Stammkabel-Flachsteckverbinder	101
Tabelle 50 – Anforderungen an den inneren Leitungsdurchlauf	104
Tabelle 51 – Anforderungen an die inneren Zuführungsleitungen	104
Tabelle 52 – Anforderungen an den inneren Leitungsdurchlauf	104
Tabelle 53 – Anforderungen an die inneren Zuführungsversorgungsleitungen	104
Tabelle 54 – Anforderungen an den Spannungsregler	105
Tabelle 55 – Anforderungen an die DeviceNet-Stromversorgung	106
Tabelle 56 – Störfestigkeits-Bewertungskriterien.....	106