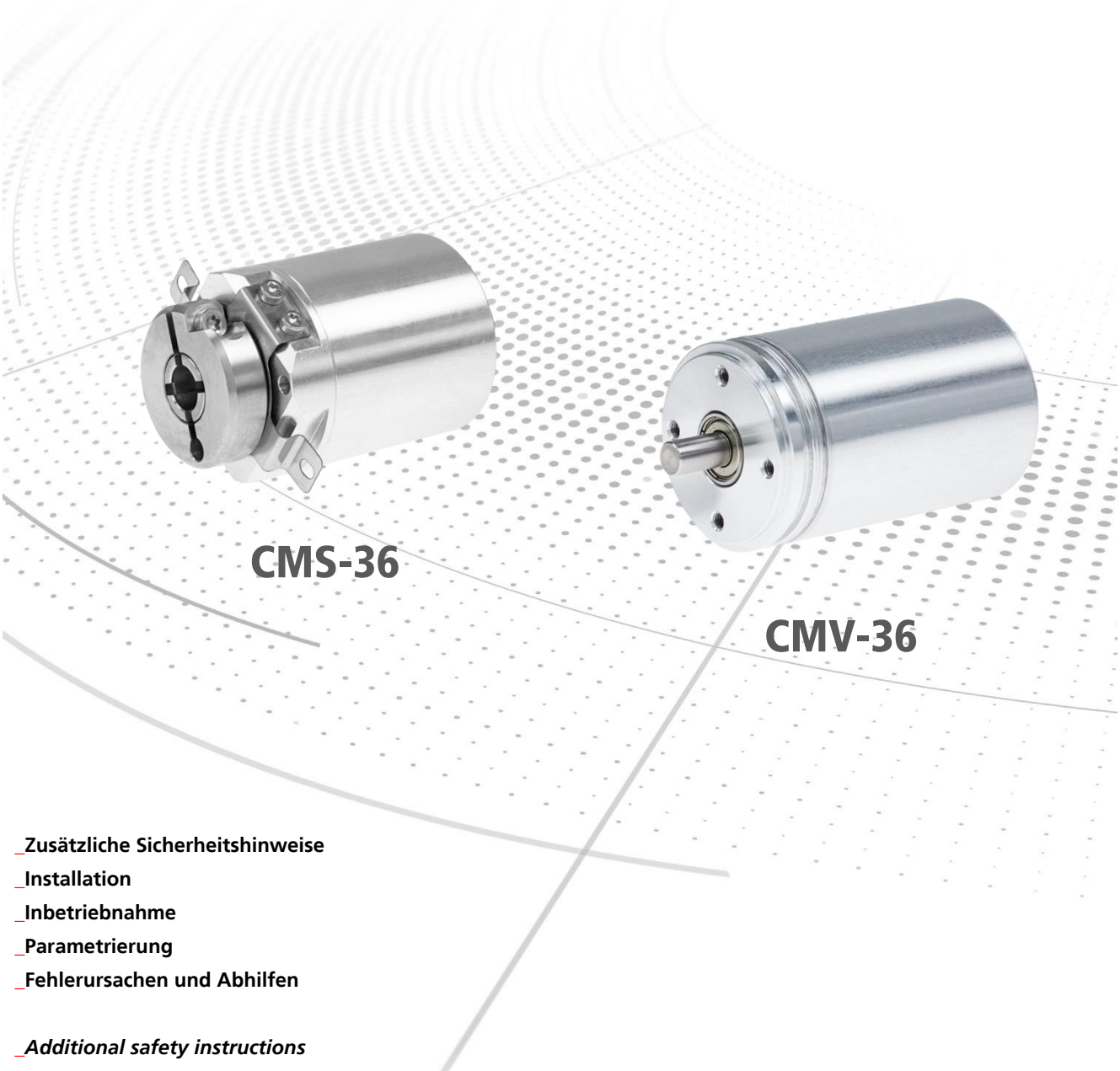
TR electronic

CANopen®

D Seite 2 - 64

GB Page 65 - 127

Absolute Encoder CM_-36



_Zusätzliche Sicherheitshinweise
_Installation
_Inbetriebnahme
_Parametrierung
_Fehlerursachen und Abhilfen

_Additional safety instructions
_Installation
_Commissioning
_Parameterization
_Cause of faults and remedies

437A16_101

Benutzerhandbuch
User Manual

TR - ECE - BA - DGB - 0128 - 00 11/15/2016

TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
E-mail: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittanwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	11/15/2016
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR - ECE - BA - DGB - 0128 - 00
Dateiname:	TR-ECE-BA-DGB-0128-00.docx
Verfasser:	STB

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

`Courier`-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

″ < > ″ weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Marken

CANopen® und CiA® sind eingetragene Gemeinschaftsmarken der CAN in Automation e.V.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**

Änderungs-Index **6**

1 Allgemeines **7**
1.1 Geltungsbereich 7
1.2 Mitgeltende Dokumente 7
1.3 Referenzen 8
1.4 Verwendete Abkürzungen / Begriffe 9

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise **10**
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition 10
2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung 10
2.3 Organisatorische Maßnahmen 11

3 CANopen Informationen **12**
3.1 CANopen – Kommunikationsprofil 13
3.2 Prozess- und Service-Daten-Objekte 14
3.3 Objektverzeichnis (Object Dictionary) 15
3.4 CANopen Default Identifier, COB-ID 15
3.5 Übertragung von SDO Nachrichten 16
3.5.1 SDO-Nachrichtenformat 16
3.5.2 Lese SDO 18
3.5.3 Schreibe SDO 19
3.6 Netzwerkmanagement, NMT 20
3.6.1 Netzwerkmanagement-Dienste 21
3.6.1.1 NMT-Dienste zur Gerätekontrolle 21
3.6.1.2 NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung 22
3.7 Layer setting services (LSS) und Protokolle 23
3.7.1 Finite state automaton, FSA 24
3.7.2 Übertragung von LSS-Diensten 25
3.7.2.1 LSS-Nachrichtenformat 25
3.7.3 Switch mode Protokolle 26
3.7.3.1 Switch state global Protokoll 26
3.7.3.2 Switch state selective Protokoll 26
3.7.4 Configuration Protokolle 27
3.7.4.1 Configure Node-ID Protokoll 27
3.7.4.2 Configure bit timing parameters Protokoll 28
3.7.4.3 Activate bit timing parameters Protokoll 29
3.7.4.4 Store configuration Protokoll 29
3.7.5 Inquire LSS-Address Protokolle 30
3.7.5.1 Inquire identity Vendor-ID Protokoll 30
3.7.5.2 Inquire identity Product-Code Protokoll 30
3.7.5.3 Inquire identity Revision-Number Protokoll 31
3.7.5.4 Inquire identity Serial-Number Protokoll 31

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.6 Inquire Node-ID Protokoll ... 32
3.7.7 Identification Protokolle ... 33
3.7.7.1 LSS identify remote slave Protokoll ... 33
3.7.7.2 LSS identify slave Protokoll ... 33
3.7.7.3 LSS identify non-configured remote slave Protokoll ... 34
3.7.7.4 LSS identify non-configured slave Protokoll ... 34
3.8 Geräteprofil ... 35

4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung ... 36
4.1 Anschluss ... 37
4.2 Bus-Terminierung ... 37
4.3 Einschalten der Versorgungsspannung ... 37
4.4 Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LSS-Diensten ... 37
4.4.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf ... 38
4.4.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf ... 38

5 Inbetriebnahme ... 39
5.1 CAN – Schnittstelle ... 39
5.1.1 EDS-Datei ... 39

6 Kommunikations-Profil ... 40
6.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1801h ... 40
6.2 Aufbau der Parameter, 1A00h-1A01h ... 41
6.3 Übertragungsarten ... 42
6.3.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron) ... 42
6.3.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron) ... 42

7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301) ... 43
7.1 Objekt 1000h: Gerätetyp ... 44
7.2 Objekt 1001h: Fehlerregister ... 44
7.3 Objekt 1002h: Hersteller-Status-Register ... 44
7.4 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld ... 45
7.5 Objekt 1005h: COB-ID SYNC Nachricht ... 45
7.6 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen ... 46
7.7 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion ... 46
7.8 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion ... 46
7.9 Objekt 100Ch: Guard-Time (Überwachungszeit) ... 46
7.10 Objekt 100Dh: Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor) ... 46
7.11 Objekt 1010h: Parameter abspeichern ... 47
7.12 Objekt 1014h: COB-ID EMCY ... 48
7.13 Objekt 1016h: Consumer Heartbeat Time ... 48
7.14 Objekt 1017h: Producer Heartbeat Time ... 49
7.15 Objekt 1018h: Identity Objekt ... 49

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.16 Objekt 1021h: EDS abspeichern 50
7.17 Objekt 1022h: EDS Speicherformat 50
7.18 Objekt 1029h: Verhalten im Fehlerfall 50
7.19 Firmware-Update 50
7.19.1 Objekt 1F50h: Programmdaten 50
7.19.2 Objekt 1F51h: Programmsteuerung 51
7.19.3 Objekt 1F56h: Programm Software Identifikation 51
7.19.4 Objekt 1F57h: Programm Status 52
7.20 Objekt 1F80h: NMT Autostart 52

8 Parametrierung 53
8.1 Objekt 2000h: Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406 54
8.2 TR - Mode 55
8.2.1 Objekt 2001h: TR-Betriebsparameter, Zählrichtung 55
8.2.2 Objekt 2100h: TR-COB-ID für Boot-Up Nachricht 55
8.2.3 Objekt 2101h: TR-Senden von PDO bei Node-Start 55
8.3 CiA DS-406 - Mode 56
8.3.1 Objekt 6000h: Betriebsparameter 56
8.3.2 Objekt 6003h: Presetwert 56
8.3.3 Objekt 6004h: Positionswert 56
8.3.4 Objekt 6200h: Cyclic-Timer 57
8.3.5 Mess-System Diagnose 57
8.3.5.1 Objekt 6500h: Betriebsstatus 57
8.3.5.2 Objekt 6503h: Alarme 57
8.3.5.3 Objekt 6504h: Unterstützte Alarme 57
8.3.5.4 Objekt 6505h: Warnungen 57
8.3.5.5 Objekt 6506h: Unterstützte Warnungen 58
8.3.5.6 Objekt 6507h: Profil- und Softwareversion 58
8.3.5.7 Objekt 6508h: Betriebszeit 58
8.3.5.8 Objekt 6509h: Offsetwert 58
8.3.5.9 Objekt 650Ah: Hersteller-Offsetwert 58
8.3.5.10 Objekt 650Bh: Serien-Nummer 58

9 Emergency-Meldung 59

10 Übertragung des Mess-System-Positionswertes 60

11 Fehlerursachen und Abhilfen 61
11.1 SDO-Fehlercodes 61
11.2 Emergency-Fehlercodes 62
11.2.1 Objekt 1001h: Fehlerregister 62
11.2.2 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bits 0 – 15 63
11.3 Sonstige Störungen 63

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	15.11.16	00

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1 Allgemeines

Das vorliegende Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Ergänzende Sicherheitshinweise zu den bereits in der Montageanleitung definierten grundlegenden Sicherheitshinweisen
- Installation
- Inbetriebnahme
- Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt dieses Benutzerhandbuch eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und der Montageanleitung etc. dar.

Das Benutzerhandbuch kann kundenspezifisch im Lieferumfang enthalten sein, oder kann auch separat angefordert werden.

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen mit ***CANopen*** Schnittstelle:

- CMV-36
- CMS-36

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

1.2 Mitgeltende Dokumente

- anlagenspezifische Betriebsanleitungen des Betreibers
- dieses Benutzerhandbuch
- Steckerbelegung
- Montageanleitung: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-DGB-0108
- Produktdatenblatt: www.tr-electronic.de/s/S011882

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.3 Referenzen

1.	ISO 11898: Straßenfahrzeuge, Austausch von Digitalinformation - Controller Area Network (CAN) für Hochgeschwindigkeits-Kommunikation, November 1993	
2.	Robert Bosch GmbH, CAN-Spezifikation 2.0 Teil A und B, September 1991	
3.	CiA DS-201	V1.1, CAN im OSI Referenz-Model, Februar 1996
4.	CiA DS-202-1	V1.1, CMS Service Spezifikation, Februar 1996
5.	CiA DS-202-2	V1.1, CMS Protokoll Spezifikation, Februar 1996
6.	CiA DS-202-3	V1.1, CMS Verschlüsselungsregeln, Februar 1996
7.	CiA DS-203-1	V1.1, NMT Service Spezifikation, Februar 1996
8.	CiA DS-203-2	V1.1, NMT Protokoll Spezifikation, Februar 1996
9.	CiA DS-204-1	V1.1, DBT Service Spezifikation, Februar 1996
10.	CiA DS-204-2	V1.1, DBT Protokoll Spezifikation, Februar 1996
11.	CiA DS-206	V1.1, Empfohlene Namenskonventionen für die Schichten, Februar 1996
12.	CiA DS-207	V1.1, Namenskonventionen der Verarbeitungsschichten, Februar 1996
13.	CiA DS-301	V3.0, CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend, Oktober 1996
14.	CiA DS-305	V2.0, Layer Setting Services (LSS) und Protokolle, Januar 2006
15.	CiA DS-406	V2.0, CANopen Profil für Encoder, Mai 1998

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.4 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

CMV	Absolut-Encoder mit magnetischer Abtastung, Ausführung mit Vollwelle
CMS	Absolut-Encoder mit magnetischer Abtastung, Ausführung mit Sackloch
EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit

CAN-spezifisch

CAL	CAN Application Layer. Die Anwendungsschicht für CAN-basierende Netzwerke ist im CiA-Draft-Standard 201 ... 207 beschrieben.
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
CMS	CAN-based Message Specification. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model.
COB	Communication Object (CAN Message). Übertragungseinheit im CAN Netzwerk. Daten müssen in einem COB durch das CAN Netzwerk gesendet werden.
COB-ID	COB-Identifier. Eindeutige Zuordnung des COB. Der Identifier bestimmt die Priorität des COB´s im Busverkehr.
DBT	Distributor. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Es liegt in der Verantwortung des DBT´s, COB-ID´s an die COB´s zu verteilen, die von der CMS benutzt werden.
EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet (elektronisches Datenblatt)
FSA	Finite state automata. Statusmaschine zur Steuerung von LSS-Diensten
LSS	Layer Setting Services. Dienste und Protokolle für die Konfiguration der Node-ID und Baudrate über das CAN Netzwerk.
NMT	Network Management. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
SDO	Service Data Object. Punkt zu Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

⚠WARNUNG	bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
⚠VORSICHT	bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
ACHTUNG	bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
	bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung

Das Mess-System ist ausgelegt für den Betrieb an CANopen Netzwerken nach dem internationalen Standard ISO/DIS 11898 und 11519-1 bis max. 1 MBaud. Das Profil entspricht dem ***"CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406 V3.2"***.

Die technischen Richtlinien zum Aufbau des CANopen Netzwerks der CAN-Nutzerorganisation CiA sind für einen sicheren Betrieb zwingend einzuhalten.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:

- das Beachten aller Hinweise aus diesem Benutzerhandbuch,
- das Beachten der Montageanleitung, insbesondere das dort enthaltene Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"*** muss vor Arbeitsbeginn gelesen und verstanden worden sein

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2.3 Organisatorische Maßnahmen

- Dieses Benutzerhandbuch muss ständig am Einsatzort des Mess-Systems griffbereit aufbewahrt werden.
- Das mit Tätigkeiten am Mess-System beauftragte Personal muss vor Arbeitsbeginn
  - die Montageanleitung, insbesondere das Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"***,
  - und dieses Benutzerhandbuch, insbesondere das Kapitel ***"Zusätzliche Sicherheitshinweise"***,

  gelesen und verstanden haben.

  Dies gilt in besonderem Maße für nur gelegentlich, z.B. bei der Parametrierung des Mess-Systems, tätig werdendes Personal.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3 CANopen Informationen

CANopen wurde von der CiA entwickelt und ist seit Ende 2002 als europäische Norm EN 50325-4 standardisiert.

CANopen verwendet als Übertragungstechnik die Schichten 1 und 2 des ursprünglich für den Einsatz im Automobil entwickelten CAN-Standards (ISO 11898-2). Diese werden in der Automatisierungstechnik durch die Empfehlungen des CiA Industrieverbandes hinsichtlich der Steckerbelegung, Übertragungsraten erweitert.
Im Bereich der Anwendungsschicht hat CiA den Standard CAL (CAN Application Layer) hervorgebracht.

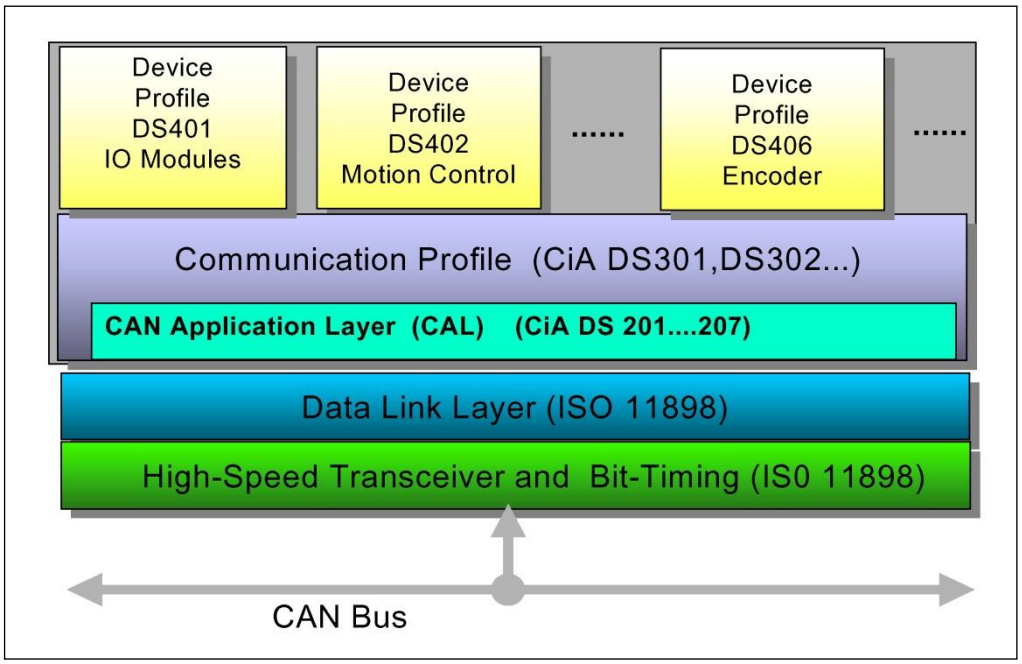


Abbildung 1: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

Bei CANopen wurde zunächst das Kommunikationsprofil sowie eine "Bauanleitung" für Geräteprofile entwickelt, in der mit der Struktur des Objektverzeichnisses und den allgemeinen Kodierungsregeln der gemeinsame Nenner aller Geräteprofile definiert ist.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.1 CANopen – Kommunikationsprofil

Das CANopen Kommunikationsprofil (dokumentiert in CiA DS-301) regelt wie die Geräte Daten miteinander austauschen. Hierbei werden Echtzeitdaten (z.B. Positionswert) und Parameterdaten (z.B. Zählrichtung) unterschieden. CANopen ordnet diesen, vom Charakter her völlig unterschiedlichen Datenarten, jeweils passende Kommunikationselemente zu.

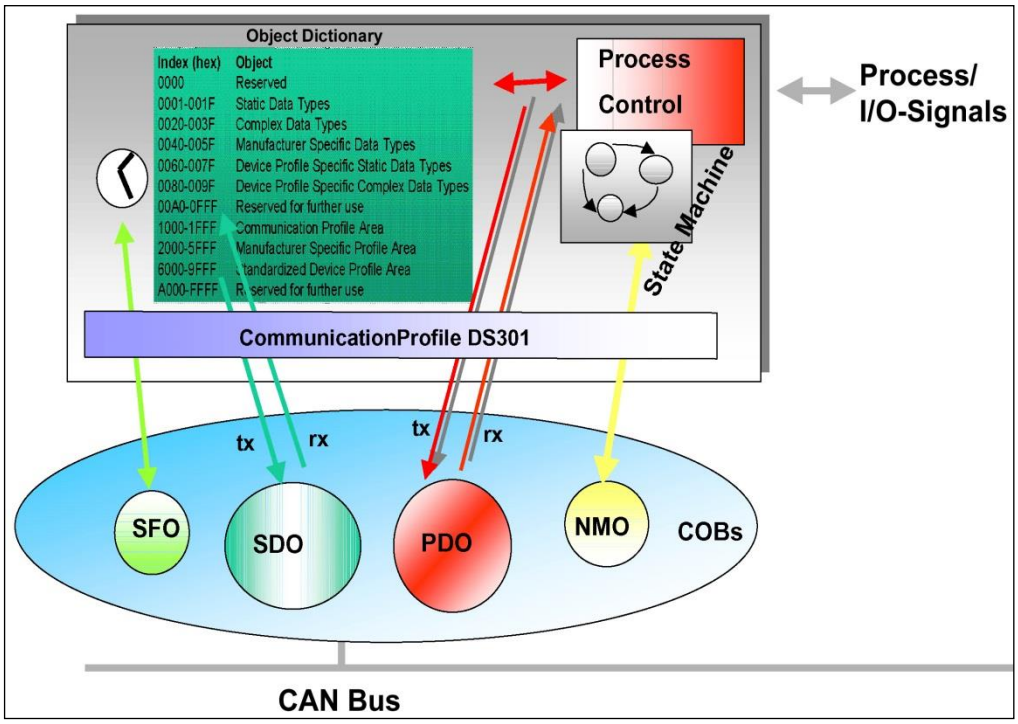


Abbildung 2: Kommunikationsprofil

Special **F**unction **O**bject **(SFO)**

- Synchronization (SYNC)
- Emergency (EMCY) Protokoll

Network **M**anagement **O**bject **(NMO)**

z.B.

- Life / Node-Guarding
- Boot-Up,…
- Error Control Protokoll

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.2 Prozess- und Service-Daten-Objekte

Prozess-Daten-Objekt (PDO)

Prozess-Daten-Objekte managen den Prozessdatenaustausch, z.B. die zyklische Übertragung des Positionswertes.
Der Prozessdatenaustausch mit den CANopen PDOs ist "CAN pur", also ohne Protokoll-Overhead. Die Broadcast-Eigenschaften von CAN bleiben voll erhalten. Eine Nachricht kann von allen Teilnehmern gleichzeitig empfangen und ausgewertet werden.
Vom Mess-System werden die beiden Sende-Prozess-Daten-Objekte 1800h für asynchrone (ereignisgesteuert) Positionsübertragung und 1801h für die synchrone (auf Anforderung) Positionsübertragung verwendet.

Service-Daten-Objekt (SDO)

Service-Daten-Objekte managen den Parameterdatenaustausch, z.B. das azyklische Ausführen der Presetfunktion.
Für Parameterdaten beliebiger Größe steht mit dem SDO ein leistungsfähiger Kommunikationsmechanismus zur Verfügung. Hierfür wird zwischen dem Konfigurationsmaster und den angeschlossenen Geräten ein Servicedatenkanal für Parameterkommunikation ausgebildet. Die Geräteparameter können mit einem einzigen Telegramm-Handshake ins Objektverzeichnis der Geräte geschrieben werden bzw. aus diesem ausgelesen werden.

Wichtige Merkmale von SDO und PDO

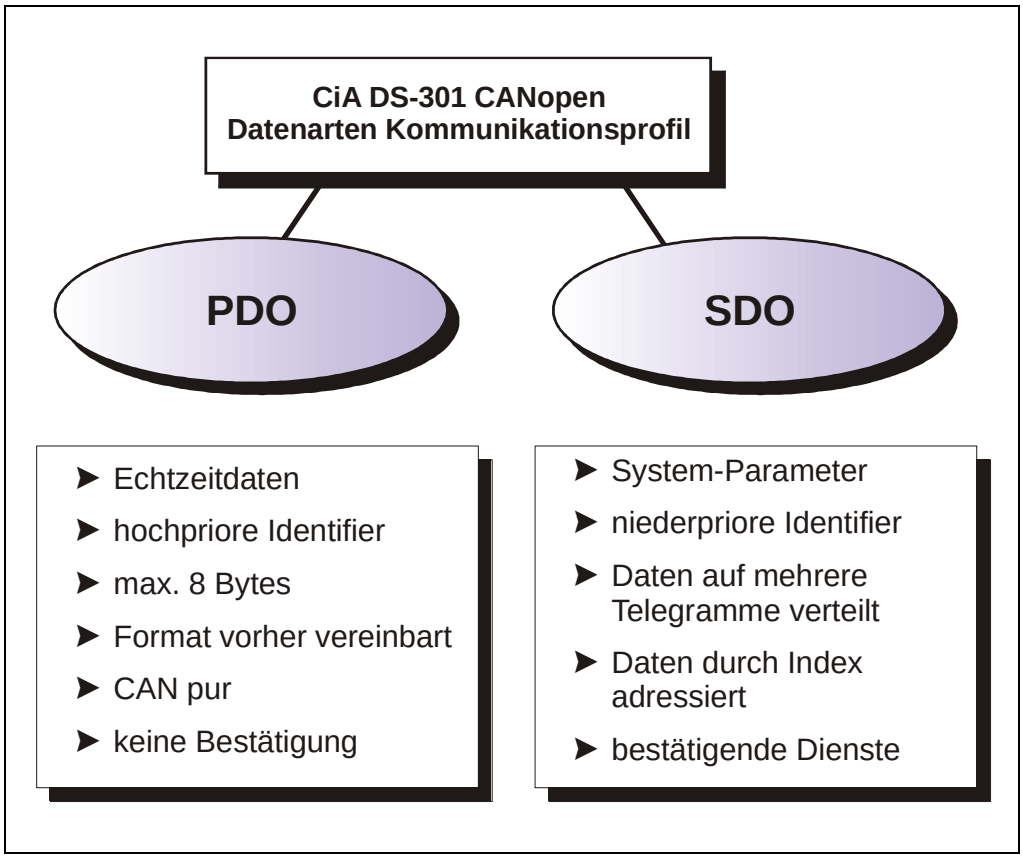


Abbildung 3: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.3 Objektverzeichnis (Object Dictionary)

Das Objektverzeichnis strukturiert die Daten eines CANopen- Gerätes in einer übersichtlichen tabellarischen Anordnung. Es enthält sowohl sämtliche Geräteparameter als auch alle aktuellen Prozessdaten, die damit auch über das SDO zugänglich sind.

Index	Object	
0000_h	unbenutzt	Standard für alle Geräte
0001_h - $025F_h$	Datentyp Definitionen	
0260_h - $0FFF_h$	Reserviert	
1000_h - $1FFF_h$	Kommunikations-Profilbereich	
2000_h - $5FFF_h$	Herstellerspezifischer-Profilbereich	Geräte-spezifisch
6000_h - $9FFF_h$	Standardisierter-Geräte-Profilbereich	
$A000_h$ - $BFFF_h$	Standardisierter-Schnittstellen-Profilbereich	
$C000_h$ - $FFFF_h$	Reserviert	

Abbildung 4: Aufbau des Objektverzeichnisses

3.4 CANopen Default Identifier, COB-ID

CANopen-Geräte können ohne Konfiguration in ein CANopen–Netzwerk eingesetzt werden. Lediglich die Einstellung einer Busadresse und der Baudrate ist erforderlich. Aus dieser Knotenadresse leitet sich die Identifierzuordnung für die Kommunikationskanäle ab.

COB-Identifier = Funktions-Code + Node-ID

10										0
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
Funktions-Code				Node-ID						

Beispiele

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
NMT	0000bin	0	–
SYNC	0001bin	80h	1005
PDO1 (tx)	0011bin	181h – 1FFh	1800h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5 Übertragung von SDO Nachrichten

Die Übertragung von SDO Nachrichten geschieht über das CMS "Multiplexed-Domain" Protokoll (CIA DS-202-2).
Mit SDOs können Objekte aus dem Objektverzeichnis gelesen oder geschrieben werden. Es handelt sich um einen bestätigten Dienst. Der so genannte ***SDO Client*** spezifiziert in seiner Anforderung „Request“ den Parameter, die Zugriffsart (Lesen/Scheiben) und gegebenenfalls den Wert. Der so genannte ***SDO Server*** führt den Schreib- oder Lesezugriff aus und beantwortet die Anforderung mit einer Antwort „Response“. Im Fehlerfall gibt ein Fehlercode Auskunft über die Fehlerursache. Sende-SDO und Empfangs-SDO werden durch ihre Funktionscodes unterschieden.

Das Mess-System (Slave) entspricht dem SDO Server und verwendet folgende Funktionscodes:

Funktionscode	COB-ID	Bedeutung
`11 (1011 bin)`	`0x580 + Node ID`	**Slave → SDO Client**
`12 (1100 bin)`	`0x600 + Node ID`	**SDO Client → Slave**

Tabelle 1: COB-IDs für Service Data Object (SDO)

3.5.1 SDO-Nachrichtenformat

Der maximal 8 Byte lange Datenbereich einer CAN-Nachricht wird von einem SDO wie folgt belegt:

CCD	Index		Subindex	Daten			
Byte 0	Byte 1, Low	Byte 2, High	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Tabelle 2: SDO-Nachricht

Der ***Kommando-Code*** (***CCD***) identifiziert bei der SDO Request, ob gelesen oder geschrieben werden soll. Bei einem Schreibauftrag wird zusätzlich die Anzahl der zu schreibenden Bytes im CCD kodiert.
Bei der SDO Response zeigt der CCD an, ob die Request erfolgreich war. Im Falle eines Leseauftrags gibt der CCD zusätzlich Auskunft über die Anzahl der gelesenen Bytes:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x22	n Byte schreiben	SDO Request
0x23	4 Byte schreiben	SDO Request
0x2B	2 Byte schreiben	SDO Request
0x2F	1 Byte schreiben	SDO Request
0x60	Schreiben erfolgreich	SDO Response
0x80	Fehler	SDO Response
0x40	Leseanforderung	SDO Request
0x43	4 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung
0x4B	2 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung
0x4F	1 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung

Tabelle 3: Kommando-Codes für SDO

Im Fall eines Fehlers (SDO Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt. Die Bedeutung der Fehlercodes ist aus der Tabelle 10: SDO-Fehlercodes, Seite 61 zu entnehmen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Segment Protokoll, Datensegmentierung

Manche Objekte beinhalten Daten, die größer als 4 Byte sind. Um diese Daten lesen zu können, muss das „Segment Protokoll“ benutzt werden.
Zunächst wird der Lesevorgang wie ein gewöhnlicher SDO-Dienst mit dem Kommando-Code = 0x40 eingeleitet. Über die Response wird angezeigt, um wie viele Datensegmente es sich handelt und wie viele Bytes gelesen werden können. Mit nachfolgenden Leseanforderungen können dann die einzelnen Datensegmente gelesen werden. Ein Datensegment besteht jeweils aus 7 Bytes.

Beispiel für das Lesen eines Datensegmentes:

Telegramm 1

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x40	Leseanforderung, Einleitung	SDO Request
0x41	1 Datensegment vorhanden Die Anzahl der zu lesenden Bytes steht in den Bytes 4 bis 7.	SDO Response

Telegramm 2

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x60	Leseanforderung	SDO Request
0x01	Kein weiteres Datensegment vorhanden. Die Bytes 1 bis 7 beinhalten die angeforderten Daten.	SDO Response

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5.2 Lese SDO

„Domain Upload“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Lese SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	40h	Low	High	Byte	0	0	0	0

Das „Lese-SDO“ Telegramm muss an den Slave gesendet werden.

Der Slave antwortet mit folgendem Telegramm:

Antwort-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Lese SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	4xh	Low	High	Byte	Daten	Daten	Daten	Daten

Format-Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	1	0	0	n		1	1

n = Anzahl der Datenbytes (Bytes 4-7), welche keine Daten beinhalten.

Wenn nur 1 Datenbyte (Daten 0) Daten enthält, ist der Wert von Byte 0 = "4Fh".

Ist Byte 0 = 80h, wird die Übertragung abgebrochen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5.3 Schreibe SDO

„Domain Download“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Schreibe SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	2xh	Low	High	Byte	0	0	0	0

Format-Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	0	1	0	n		1	1

n = Anzahl der Datenbytes (Bytes 4-7), welche keine Daten beinhalten.

Wenn nur 1 Datenbyte (Daten 0) Daten enthält, ist der Wert von Byte 0 = "2Fh".

Das „Schreibe-SDO“ Telegramm muss an den Slave gesendet werden.

Der Slave antwortet mit folgendem Telegramm:

Antwort-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Lese SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	60h	Low	High	Byte	0	0	0	0

Ist Byte 0 = 80h, wird die Übertragung abgebrochen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6 Netzwerkmanagement, NMT

Das Netzwerkmanagement unterstützt einen vereinfachten Hochlauf (Boot-Up) des Netzes. Mit einem einzigen Telegramm lassen sich z.B. alle Geräte in den Betriebszustand (Operational) versetzen.

Das Mess-System befindet sich nach dem Einschalten zunächst im "Vor-Betriebszustand", (2).

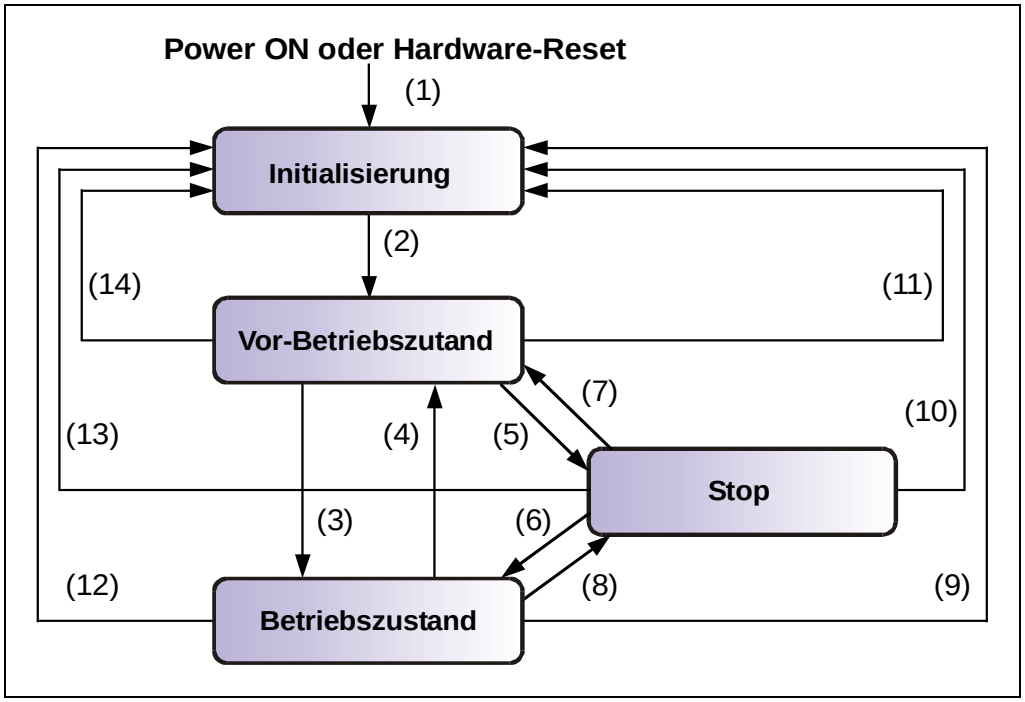


Abbildung 5: Boot-Up-Mechanismus des Netzwerkmanagements

Zustand	Beschreibung
(1)	Automatische Initialisierung nach dem Einschalten
(2)	Beendigung der Initialisierung --> Vor-Betriebszustand
(3),(6)	Start_Remote_Node --> Betriebszustand
(4),(7)	Enter_PRE-OPERATIONAL_State --> Vor-Betriebszustand
(5),(8)	Stop_Remote_Node --> Stop
(9),(10),(11)	Reset_Node --> Reset Knoten
(12),(13),(14)	Reset_Communication --> Reset Kommunikation

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6.1 Netzwerkmanagement-Dienste

Das ***Network Management*** (***NMT***) hat die Aufgabe, Teilnehmer eines CANopen-Netzwerks zu initialisieren, die Teilnehmer in das Netz aufzunehmen, zu stoppen und zu überwachen.

NMT-Dienste werden von einem ***NMT-Master*** initiiert, der einzelne Teilnehmer (***NMT-Slave***) über deren Node ID anspricht. Eine NMT-Nachricht mit der Node ID 0 richtet sich an **alle** NMT-Slaves.

Das Mess-System entspricht einem NMT-Slave.

3.6.1.1 NMT-Dienste zur Gerätekontrolle

Die NMT-Dienste zur Gerätekontrolle verwenden die **COB-ID 0** und erhalten so die höchste Priorität.

Vom Datenfeld der CAN-Nachricht werden nur die ersten beiden Byte verwendet:

CCD	Node ID
Byte 0	Byte 1

Folgende Kommandos sind definiert:

CCD	Bedeutung	Zustand
-	Automatische Initialisierung nach dem Einschalten	(1)
-	Beendigung der Initialisierung --> PRE-OPERATIONAL	(2)
0x01	**Start Remote Node** Teilnehmer soll in den Zustand OPERATIONAL wechseln und damit den normalen Netzbetrieb starten	(3),(6)
0x02	**Stop Remote Node** Teilnehmer soll in den Zustand STOPPED übergehen und damit seine Kommunikation stoppen. Eine aktive Verbindungsüberwachung bleibt aktiv.	(5),(8)
0x80	**Enter PRE-OPERATIONAL** Teilnehmer soll in den Zustand PRE-OPERATIONAL gehen. Alle Nachrichten außer PDOs können verwendet werden.	(4),(7)
0x81	**Reset Node** Werte der Profilparameter des Objekts auf Default-Werte setzen. Danach Übergang in den Zustand RESET COMMUNICATION.	(9),(10), (11)
0x82	**Reset Communication** Teilnehmer soll in den Zustand RESET COMMUNICATION gehen. Danach Übergang in den Zustand INITIALIZATION, erster Zustand nach dem Einschalten.	(12),(13), (14)

Tabelle 4: NMT-Dienste zur Gerätekontrolle

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6.1.2 NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung

Mit der Verbindungsüberwachung kann ein NMT-Master den Ausfall eines NMT-Slave und/oder ein NMT-Slave den Ausfall des NMT-Master erkennen:

- **Node Guarding und Life Guarding:**
  Mit diesen Diensten überwacht ein NMT-Master einen NMT-Slave

Das **Node Guarding** wird dadurch realisiert, dass der NMT-Master in regelmäßigen Abständen den Zustand eines NMT-Slave anfordert. Das Toggle-Bit 2^7 im „Node Guarding Protocol“ toggelt nach jeder Abfrage:

Beispiel:
0x85, 0x05, 0x85 … --> kein Fehler
0x85, 0x05, 0x05 … --> Fehler

Ist zusätzlich das **Life Guarding** aktiv, erwartet der NMT-Slave innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls eine derartige Zustandsabfrage durch den NMT-Master. Ist dies nicht der Fall, wechselt der Slave in den PRE-OPERATIONAL Zustand.

Die NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung verwenden den Funktionscode **`1110 bin`**, also die **COB-ID 0x700+Node ID**.

Index	Beschreibung	
0x100C	**Guard Time [ms]**	Spätestens nach Ablauf des Zeitintervalls **Life Time = Guard Time x Life Time Factor [ms]** erwartet der NMT-Slave eine Zustandsabfrage durch den Master. Ist die Guard Time = 0, wird der entsprechende NMT-Slave nicht vom Master überwacht. Ist die Life Time = 0, ist das Life Guarding abgeschaltet.
0x100D	**Life Time Factor**	

Tabelle 5: Parameter für NMT-Dienste

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7 Layer setting services (LSS) und Protokolle

Die LSS-Dienste und Protokolle, dokumentiert in CiA DS-305 V3.0, unterstützen das Abfragen und Konfigurieren verschiedener Parameter des Data Link Layers und des Application Layers eines LSS-Slaves durch ein LSS-Master über das CAN Netzwerk.

Unterstützt werden folgende Parameter:

- Node-ID
- Baudrate
- LSS-Adresse, gemäß dem Identity Objekt 1018h

Der Zugriff auf den LSS-Slave erfolgt dabei über seine LSS-Adresse, bestehend aus:

- Vendor-ID
- Produkt-Code
- Revisions-Nummer und
- Serien-Nummer

Das Mess-System unterstützt folgende Dienste:

Switch state services

- Switch state selective
  - einen bestimmten LSS-Slave ansprechen
- Switch state global
  - alle LSS-Slaves ansprechen

Configuration services

- Configure Node-ID
  - Node-ID konfigurieren
- Configure bit timing parameters
  - Baudrate konfigurieren
- Activate bit timing parameters
  - Baudrate aktivieren
- Store configured parameters
  - konfigurierte Parameter speichern

Inquiry services

- Inquire LSS address
  - LSS-Adresse anfragen
- Inquire Node-ID
  - Node-ID anfragen

Identification services

- LSS identify remote slave
  - Identifizierung von LSS-Slaves innerhalb eines bestimmten Bereichs
- LSS identify slave
  - Rückmeldung der LSS-Slaves auf das vorherige Kommando
- LSS identify non-configured remote slave
  - Identifizierung von nicht-konfigurierten LSS-Slaves, Node-ID = FFh
- LSS identify non-configured slave
  - Rückmeldung der LSS-Slaves auf das vorherige Kommando

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.1 Finite state automaton, FSA

Der FSA entspricht einer Zustandsmaschine und definiert das Verhalten eines LSS-Slaves. Gesteuert wird die Zustandsmaschine durch LSS COBs erzeugt durch einen LSS-Master, oder NMT COBs erzeugt durch einen NMT-Master, oder lokale NMT-Zustandsübergänge.

Der LSS FSA unterstützt folgende Zustände:

(0) Initial: Pseudo-Zustand, zeigt die Aktivierung des FSAs an
(1) LSS waiting: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben
(2) LSS configuration: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben
(3) Final: Pseudo-Zustand, zeigt die Deaktivierung des FSAs an

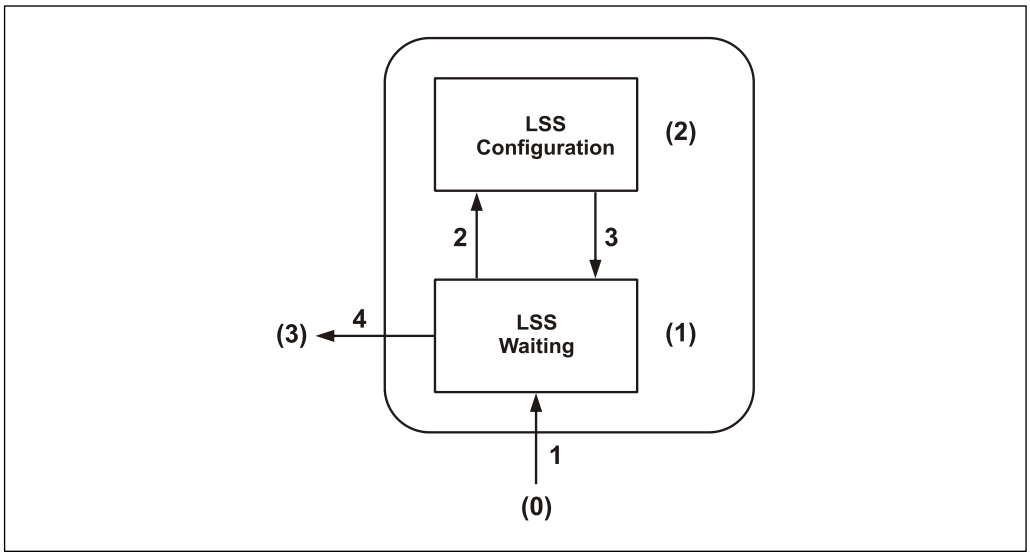


Abbildung 6: LSS FSA Zustandsmaschine

Zustandsverhalten der unterstützten Dienste

Dienste	LSS Waiting	LSS Configuration
Switch state global	Ja	Ja
Switch state selective	Ja	Nein
Activate bit timing parameters	Nein	Ja
Configure bit timing parameters	Nein	Ja
Configure Node-ID	Nein	Ja
Store configured parameters	Nein	Ja
Inquire LSS address	Nein	Ja
Inquire Node-ID	Nein	Ja
LSS identify remote slave	Ja	Ja
LSS identify slave	Ja	Ja
LSS identify non-configured remote slave	Ja	Ja
LSS identify non-configured slave	Ja	Ja

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

LSS FSA Zustandsübergänge

Übergang	Ereignisse	Aktionen
1	Automatischer Übergang nach der Initialisierung beim Eintritt entweder in den NMT PRE OPERATIONAL Zustand oder NMT STOPPED Zustand, oder NMT RESET COMMUNICATION Zustand mit Node-ID = FFh.	keine
2	LSS 'switch state global' Kommando mit Parameter 'configuration_switch' oder 'switch state selective' Kommando	keine
3	LSS 'switch state global' Kommando mit Parameter 'waiting_switch'	keine
4	Automatischer Übergang, wenn eine ungültige Node-ID geändert wurde und die neue Node-ID erfolgreich im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden konnte UND der Zustand LSS waiting angefordert wurde.	keine

Sobald das LSS FSA weitere Zustandsübergänge im NMT FSA von NMT PRE OPERATIONAL auf NMT STOPPED und umgekehrt erfährt, führt dies nicht zum Wiedereintritt in den LSS FSA.

3.7.2 Übertragung von LSS-Diensten

Über die LSS-Dienste fordert der LSS-Master die einzelnen Dienste an, welche dann durch den LSS-Slave ausgeführt werden. Die Kommunikation zwischen LSS-Master und LSS-Slave wird über die implementierten LSS-Protokolle vorgenommen.
Ähnlich wie bei der SDO-Übertragung, werden auch hier zwei COB-IDs für das Senden und Empfangen benutzt:

COB-ID	Bedeutung
0x7E4	**LSS-Slave → LSS-Master**
0x7E5	**LSS-Master → LSS-Slave**

Tabelle 6: COB-IDs für Layer Setting Services (LSS)

3.7.2.1 LSS-Nachrichtenformat

Der maximal 8 Byte lange Datenbereich einer CAN-Nachricht wird von einem LSS-Dienst wie folgt belegt:

CS	Daten						
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Tabelle 7: LSS-Nachricht

Byte 0 enthält die ***Command-Specifier*** (CS), danach folgen 7 Byte für die Daten.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.3 Switch mode Protokolle

3.7.3.1 Switch state global Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Switch state global service* implementiert und steuert die LSS-Zustandsmaschine des LSS-Slaves. Über den LSS-Master können alle LSS-Slaves im Netzwerk in den *LSS waiting* oder *LSS configuration* Zustand versetzt werden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Mode**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x04	0 = Waiting Mode 1 = Configuration Mode						

3.7.3.2 Switch state selective Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Switch state selective service* implementiert und steuert die LSS-Zustandsmaschine des LSS-Slaves. Über den LSS-Master kann nur der LSS-Slave im Netzwerk in den *LSS configuration* Zustand versetzt werden, dessen LSS- Adressattribute der LSS-Adresse entsprechen.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x40	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x41	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No.** (≙Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x42	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No.** (≙Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x43	LSB			MSB			

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E4	0x44							

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4 Configuration Protokolle

3.7.4.1 Configure Node-ID Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Configure Node-ID service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Node-ID eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk konfiguriert werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden. Zur Speicherung der neuen Node-ID muss das *Store configuration protocol* an den LSS-Slave übertragen werden. Um die neue Node-ID zu aktivieren, muss der NMT-Dienst *Reset Communication* (0x82) aufgerufen werden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Node-ID**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x11	0x01…0x7F						

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA				
0x7E4	0x11							

Node-ID
1…127: gültige Adressen

Error Code
0: Ausführung erfolgreich
1: Node-ID außerhalb Bereich, 1…127
2…254: Reserved
255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error
Wenn Error Code = 255 --> applikationsspezifischer Fehler aufgetreten,
sonst reserviert durch die CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4.2 Configure bit timing parameters Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Configure bit timing parameters service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Baudrate eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk konfiguriert werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden. Zur Speicherung der neuen Baudrate muss das *Store configuration protocol* an den LSS-Slave übertragen werden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Table Selector**	**Table Index**	Reserved by CiA				
0x7E5	0x13	0	0x00…0x07					

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA				
0x7E4	0x13							

Table Selector
- 0: Standard CiA Baudraten-Tabelle

Table Index
- 0: 1 Mbit/s
- 1: 800 kbit/s
- 2: 500 kbit/s
- 3: 250 kbit/s
- 4: 125 kbit/s
- 6: 50 kbit/s
- 7: 20 kbit/s
- 8: 10 kbit/s

Error Code
- 0: Ausführung erfolgreich
- 1: selektierte Baudrate nicht unterstützt
- 2…254: Reserved
- 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

Wenn Error Code = 255 --> applikationsspezifischer Fehler aufgetreten, sonst reserviert durch die CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4.3 Activate bit timing parameters Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Activate bit timing parameters service* implementiert und aktiviert die über *Configure bit timing parameters protocol* festgelegte Baudrate bei allen LSS-Slaves im Netzwerk, die sich im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Switch Delay [ms]**		Reserved by CiA				
0x7E5	0x15	LSB	MSB					

Switch Delay

Der Parameter *Switch Delay* definiert die Länge zweier Verzögerungsperioden (D1, D2) mit gleicher Länge. Damit wird das Betreiben des Busses mit unterschiedlichen Baudratenparametern verhindert.
Nach Ablauf der Zeit D1 und einer individuellen Verarbeitungsdauer wird die Umschaltung intern im LSS-Slave vorgenommen. Nach Ablauf der Zeit D2 meldet sich der LSS-Slave wieder mit CAN-Nachrichten und der neu eingestellten Baudrate.

Es gilt:
Switch Delay > längste vorkommende Verarbeitungsdauer eines LSS-Slaves

3.7.4.4 Store configuration Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Store configuration service* implementiert. Über den LSS-Master können die konfigurierten Parameter eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk in den nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x17							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA				
0x7E4	0x17							

Error Code

0:	Ausführung erfolgreich
1:	*Store configuration* nicht unterstützt
2:	Zugriff auf Speichermedium fehlerhaft
3…254:	Reserved
255:	applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

Wenn Error Code = 255 --> applikationsspezifischer Fehler aufgetreten,
sonst reserviert durch die CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.5 Inquire LSS-Address Protokolle

3.7.5.1 Inquire identity Vendor-ID Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LSS address service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Vendor-ID eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x5A						

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)			Reserved by CiA		
0x7E4	0x5A	LSB		MSB			

3.7.5.2 Inquire identity Product-Code Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LSS address service* implementiert. Über den LSS-Master kann der Produkt-Code eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x5B						

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)			Reserved by CiA		
0x7E4	0x5B	LSB		MSB			

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.5.3 Inquire identity Revision-Number Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LSS address service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Revisionsnummer eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5C							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No.** (≙Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	0x5C	LSB			MSB			

3.7.5.4 Inquire identity Serial-Number Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LSS address service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Seriennummer eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5D							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No.** (≙Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x5D	LSB			MSB			

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.6 Inquire Node-ID Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire Node-ID service* implementiert. Über den LSS-Master kann die Node-ID eines einzelnen LSS-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LSS-Slave im Zustand *LSS configuration* befinden.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5E							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Node-ID**	Reserved by CiA					
0x7E4	0x5E	0x01…0x7F						

Node-ID

Entspricht der Node-ID des selektierten Gerätes. Wenn die Node-ID eben gerade erst über den *Configure Node-ID service* geändert wurde, wird die ursprüngliche Node-ID zurückgemeldet. Erst nach Ausführung des NMT-Dienstes *Reset Communication* (0x82) wird die aktuelle Node-ID zurückgemeldet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.7 Identification Protokolle

3.7.7.1 LSS identify remote slave Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *LSS identify remote slave service* implementiert. Über den LSS-Master können LSS-Slaves im Netzwerk in einem bestimmten Bereich identifiziert werden. Alle LSS-Slaves, die der angegebenen Vendor-ID, Product-Code, Revision-No. – Bereich und Serial-No. – Bereich entsprechen, antworten mit dem *LSS identify slave protocol*.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x46	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x47	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No. LOW**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x48	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No. HIGH**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x49	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No. LOW**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x4A	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No. HIGH**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x4B	LSB			MSB			

3.7.7.2 LSS identify slave Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *LSS identify slave service* implementiert. Alle LSS-Slaves, die den im *LSS identify remote slave protocol* angegebenen LSS-Adress-Attributen entsprechen, antworten mit diesem Protokoll.

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E4	0x4F							

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.7.3 LSS identify non-configured remote slave Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *LSS identify non-configured remote slave service* implementiert. Über den LSS-Master werden alle nicht-konfigurierten LSS-Slaves (Node-ID = FFh) im Netzwerk identifiziert. Die betreffenden LSS-Slaves antworten mit dem *LSS identify non-configured slave protocol*.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7

COB-ID	**CS**	Reserved by CiA
0x7E5	0x4C	

3.7.7.4 LSS identify non-configured slave Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *LSS identify non-configured slave service* implementiert. Alle LSS-Slaves, die eine ungültige Node-ID (FFh) besitzen, antworten nach Ausführung des *LSS identify non-configured remote slave protocol* mit diesem Protokoll.

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7

COB-ID	**CS**	Reserved by CiA
0x7E4	0x50	

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.8 Geräteprofil

Die CANopen Geräteprofile beschreiben das "was" der Kommunikation. In ihnen wird die Bedeutung der übertragenen Daten eindeutig und hersteller-unabhängig festgelegt. So lassen sich die Grundfunktionen einer jeden Geräteklasse

z.B. für Encoder: ***CiA DS-406***

einheitlich ansprechen. Auf der Grundlage dieser standardisierten Profile kann auf identische Art und Weise über den Bus auf CANopen Geräte zugegriffen werden. Damit sind Geräte, die dem gleichen Geräteprofil folgen, weitgehend untereinander austauschbar.

Weitere Informationen zum CANopen erhalten Sie auf Anfrage von der ***CAN in Automation*** Nutzer- und Herstellervereinigung (CiA) unter nachstehender Adresse:

CAN in Automation
Am Weichselgarten 26
DE-91058 Erlangen

Tel. +49-9131-69086-0
Fax +49-9131-69086-79

Website: www.can-cia.org
e-mail: headquarters@can-cia.org

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

Das CANopen System wird in Bustopologie mit Abschlusswiderständen (120 Ohm) am Anfang und am Ende verkabelt. Stichleitungen sollten möglichst vermieden werden. Das Kabel ist als geschirmtes Twisted Pair Kabel auszuführen und sollte eine Impedanz von 120 Ohm und einen Widerstand von 70 mΩ/m haben. Die Datenübertragung erfolgt über die Signale CAN_H und CAN_L mit einem gemeinsamen GND als Datenbezugspotential. Optional kann auch eine 24 Volt Versorgungsspannung mitgeführt werden.

In einem CANopen Netzwerk können maximal 127 Teilnehmer angeschlossen werden. Das Mess-System unterstützt den Node-ID Bereich von 1–127 und die Baudraten:

- 10 kbit/s
- 20 kbit/s
- 50 kbit/s
- 125 kbit/s
- 250 kbit/s
- 500 kbit/s
- 800 kbit/s
- 1 Mbit/s

Die Länge eines CANopen Netzwerkes ist abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit und ist nachfolgend dargestellt:

Kabelquerschnitt	10 kbit/s	20 kbit/s	50 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	800 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm^2 – 0.34 mm^2	5000 m	2500 m	1000 m	500 m	250 m	100 m	50 m	25 m

Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- *ISO 11898,*
- *die Empfehlungen der CiA DR 303-1 (CANopen cabling and connector pin assignment)*
- *und sonstige einschlägige Normen und Richtlinien zu beachten!*

Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten!

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.1 Anschluss

Die Steckerbelegung ist abhängig von der Geräteausführung und ist deshalb bei jedem Mess-System auf dem Typenschild als Steckerbelegungsnummer vermerkt und kann über den folgenden Link heruntergeladen werden:
www.tr-electronic.de/service/downloads/steckerbelegungen.html?L=0%27

Bei der Auslieferung des Mess-Systems wird jeweils eine gerätespezifische Steckerbelegung in gedruckter Form beigelegt.

4.2 Bus-Terminierung

Für die Busterminierung muss ein 120 Ohm Wiederstand zwischen CAN_H und CAN_L verwendet werden.

4.3 Einschalten der Versorgungsspannung

Nachdem der Anschluss vorgenommen worden ist, kann die Versorgungsspannung eingeschaltet werden.

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung und Beendigung der Initialisierung geht das Mess-System in den Vor-Betriebszustand (PRE-OPERATIONAL). Dieser Zustand wird durch die Boot-Up-Meldung „**COB-ID 0x700+Node ID**“ bestätigt. Falls das Mess-System einen internen Fehler erkennt, wird eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode übertragen (siehe Kapitel „Emergency-Meldung“, Seite 59).

Im PRE-OPERATIONAL-Zustand ist zunächst nur eine Parametrierung über Service-Daten-Objekte möglich. Es ist aber möglich, PDOs unter Nutzung von SDOs zu konfigurieren. Ist das Mess-System in den Zustand OPERATIONAL überführt worden, ist auch eine Übertragung von PDOs möglich.

4.4 Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LSS-Diensten

Im Auslieferungszustand besitzt das Mess-System die Node-ID 10 (0x0A) und eine Baudrate von 1 MBaud. Die Node-ID kann nur über LSS-Dienste programmiert werden (siehe Kapitel „Configure Node-ID Protokoll“, Seite 27).

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.4.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf

Annahme:

- LSS-Adresse unbekannt
- der LSS-Slave ist der einzige Teilnehmer in Netzwerk
- es soll die Node-ID 12 dez. eingestellt werden

Vorgehensweise:

- LSS-Slave mit dem Dienst 04 *Switch state global protocol*, Mode = 1 in den Zustand *Configuration state* bringen.
- Dienst 17 *Configure Node-ID protocol*, Node-ID = 12 ausführen.
  --> Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
  --> Error Code = 0.
- Dienst 23 *Store configuration protocol* ausführen.
  --> Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
  --> Error Code = 0.
- LSS-Slave mit dem Dienst 04 *Switch state global protocol*, Mode = 0 in den Zustand *Waiting state* bringen.
- NMT-Dienst *Reset Communication* (0x82) aufrufen, damit die neue Node-ID aktiv wird.

4.4.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf

Annahme:

- LSS-Adresse unbekannt
- der LSS-Slave ist der einzige Teilnehmer in Netzwerk
- es soll die Baudrate 125 kbit/s eingestellt werden

Vorgehensweise:

- NMT-Dienst *Stop Remote Node* (0x02) aufrufen, um den LSS-Slave in den *Stopped state* zu bringen. Der LSS-Slave sollte keine CAN-Nachrichten mehr senden --> Heartbeat abgeschaltet.
- LSS-Slave mit dem Dienst 04 *Switch state global protocol*, Mode = 1 in den Zustand *Configuration state* bringen.
- Dienst 19 *Configure bit timing parameters protocol* ausführen, Table Selector = 0, Table Index = 4
  --> Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
  --> Error Code = 0.
- Dienst 21 *Activate bit timing parameters protocol* aufrufen, damit die neue Baudrate aktiv wird.
- Dienst 23 *Store configuration protocol* ausführen.
  --> Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
  --> Error Code = 0.
- LSS-Slave mit dem Dienst 04 *Switch state global protocol*, Mode = 0 in den Zustand *Waiting state* bringen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

5 Inbetriebnahme

5.1 CAN – Schnittstelle

Die CAN-Bus-Schnittstelle ist durch die internationale Norm ISO/DIS 11898 definiert und spezifiziert die zwei untersten Schichten des CAN Referenz-Models.

Die CAN-Bus-Schnittstelle mit dem Bustreiber PCA82C251 ist galvanisch von der Mess-System-Elektronik getrennt und wird über einen internen DC/DC-Konverter gespeist. Eine externe Spannungsversorgung für den Bustreiber ist nicht notwendig.

Die Konvertierung der Mess-System-Information in das CAN-Protokoll (CAN 2.0A) geschieht über den CAN-Kontroller SJA1000. Die Funktion des CAN-Kontrollers wird durch einen Watchdog überwacht.

Das CANopen Kommunikationsprofil (CiA Standard DS 301) basiert auf dem CAN Application Layer (CAL) und beschreibt, wie die Dienste von Geräten benutzt werden. Das CANopen Profil erlaubt die Definition von Geräteprofilen für eine dezentralisierte E/A.

Das Mess-System mit CANopen Protokoll unterstützt das Geräteprofil für Encoder (CiA Draft Standard 406, Version 3.2). **Die Mess-Systeme unterstützen auch den erweiterten Funktionsumfang in Klasse C2.**

Die Kommunikations-Funktionalität und Objekte, welche im Encoderprofil benutzt werden, werden in einer EDS-Datei (Electronic Data Sheet) beschrieben. Wird ein CANopen Konfigurations-Hilfsprogramm benutzt (z.B. CANSETTER), kann der Benutzer die Objekte (SDO´s) des Mess-Systems auslesen und die Funktionalität programmieren.

Die Auswahl der Übertragungsrate und Node-ID (Geräteadresse) erfolgt über LSS.

5.1.1 EDS-Datei

Die EDS-Datei (elektronisches Datenblatt) enthält alle Informationen über die Mess-System-spezifischen Parameter sowie Betriebsarten des Mess-Systems. Die EDS-Datei wird durch das CANopen-Netzwerkkonfigurationswerkzeug eingebunden, um das Mess-System ordnungsgemäß konfigurieren bzw. in Betrieb nehmen zu können.

Die EDS-Datei hat den Dateinamen **"CMV36M_CANopen.eds"**.

Download:

- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0054

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6 Kommunikations-Profil

Generell existieren zwei Arten von Prozessdaten-Objekten (PDO):

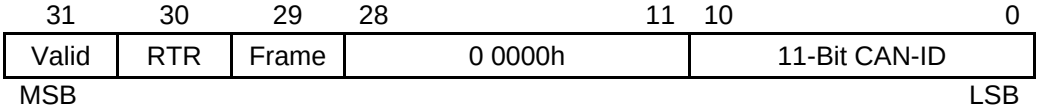
1. Sende-PDOs (TPDO), um Daten zu übertragen
2. Empfangs-PDOs (RPDO), um Daten zu empfangen

Vom Mess-System werden nur Sende-PDOs unterstützt, um den Positionswert zu übertragen.
Die TPDOs werden festgelegt durch die TPDO Kommunikationsparameter 1800h-1801h und die TPDO Parameter 1A00h-1A01h. Während die TPDO Kommunikationsparameter die Kommunikationsmöglichkeiten beschreiben, beinhalten die TPDO Parameter 1A00h-1A01h Informationen über den Inhalt des TPDOs.

6.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1801h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge.

Subindex 1 beinhaltet die COB-ID für das TPDO:



Bit(s)	Beschreibung
Valid	0: PDO existiert / ist gültig 1: PDO existiert nicht / ist nicht gültig
RTR	0: Remote Frame erlaubt für dieses PDO 1: kein Remote Frame erlaubt für dieses PDO
Frame	0: 11-Bit CAN-ID gültig, normaler CAN Frame 1: 29-Bit CAN-ID gültig, erweiterter CAN Frame (nicht unterstützt)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID des normalen CAN Frames

Subindex 2 definiert die Übertragungsart für das TPDO:

Wert	Beschreibung
01h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder SYNC-Telegramm übertragen
02h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 2. SYNC-Telegramm übertragen
03h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 3. SYNC-Telegramm übertragen
…	…
F0h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 240. SYNC-Telegramm übertragen
FDh	Istwert kann nur über einen Remote-Frame übertragen werden
FEh	Istwert wird asynchron mit dem Timerwert aus den Objekten 1800h und 1801h übertragen (Subindex 5)

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Subindex 3 beinhaltet die Sperrzeit für das TPDO. Die Zeit definiert die Mindestzeit zwischen zwei hintereinander folgenden PDO Übertragungen, wenn die Übertragungsart FEh eingestellt wurde. Der Wert wird definiert als Vielfaches von 100 µs. Der Wert 0 deaktiviert die Sperrzeit.

Der Wert darf nicht geändert werden während das PDO existiert (Bit 31 von Subindex 1 = 0).

Subindex 4 wird nicht unterstützt.

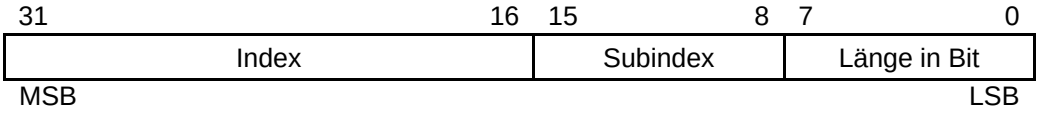
Subindex 5 beinhaltet den Event-Timer. Die Zeit definiert die Maximalzeit zwischen zwei hintereinander folgenden PDO Übertragungen, wenn die Übertragungsart FEh eingestellt wurde. Der Wert wird definiert als Vielfaches von 1 ms. Der Wert 0 deaktiviert den Event-Timer.

Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem Object 6200h: Cyclic timer. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.
Der Kommunikationsparameter 1801h benutzt ausschließlich seinen eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

6.2 Aufbau der Parameter, 1A00h-1A01h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge. Der Wert 0 deaktiviert das jeweilige Objekt.

Subindex 1 beinhaltet den Mess-System-Positionswert. Das Objekt beschreibt den Inhalt des PDOS durch dessen Index, Subindex und der Länge in Bit:



© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.3 Übertragungsarten

Im Mess-System sind zwei Prozessdaten-Objekte (PDO) implementiert. Eines wird für die Asynchron-Übertragung und das Andere für die Synchron-Übertragungsfunktionen benötigt.

Der Istwert wird im Binärcode übertragen:

COB-ID	Positionsausgabewert			
11 Bit	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

Weitere Informationen zur Übertragung des Mess-System-Positionswertes, siehe Kap. 10 „Übertragung des Mess-System-Positionswertes“ auf Seite 60.

6.3.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)

Dieses TPDO überträgt in der Standardeinstellung den Mess-System-Istwert asynchron. Der Timerwert ist im Subindex 5 bzw. Index 6200h gespeichert. Die Standardeinstellung des Timers ist 0, d.h. der Timer ist abgeschaltet.

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1800h	0	größter unterstützter Subindex	5	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 1	180h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	254	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	4	-	-	-
	5	Event Timer	0	rw
1A00h	0	größter unterstützter Subindex	1, max 8	rw
	1	Positionswert	6004 0020h	rw

6.3.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)

Dieses TPDO überträgt in der Standardeinstellung den Mess-System-Istwert synchron (einmalig auf Anforderung). Anforderung über Remote-Frame (Standard COB-ID: 280h+Node-ID) oder SYNC-Telegramm (Standard COB-ID: 080h).

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1801h	0	größter unterstützter Subindex	5	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 2	280h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	1	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	4	-	-	-
	5	Event Timer	0	rw
1A01h	0	größter unterstützter Subindex	1, max 8	rw
	1	Positionswert	6004 0020h	rw

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der unterstützten Indexe im Kommunikationsprofilbereich:

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional

Index (h)	Objekt	Name	Typ	Attr.	M/O	Seite
1000	VAR	Gerätetyp	Unsigned32	ro	M	44
1001	VAR	Fehlerregister	Unsigned8	ro	M	44
1002	VAR	Hersteller-Status-Register	Unsigned32	ro	O	44
1003	ARRAY	Vordefiniertes Fehlerfeld	Unsigned32	rw	O	45
1005	VAR	COB-ID SYNC-Nachricht	Unsigned32	rw	O	45
1008 [1)]	VAR	Hersteller Gerätenamen	Vis-String	const	O	46
1009 [1)]	VAR	Hardwareversion	Vis-String	const	O	46
100A [1)]	VAR	Softwareversion	Vis-String	const	O	46
100C	VAR	Guard-Time (Überwachungszeit)	Unsigned16	rw	O	46
100D	VAR	Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)	Unsigned8	rw	O	46
1010	ARRAY	Parameter abspeichern	Unsigned32	rw	O	47
1014	VAR	COB-ID EMCY	Unsigned32	rw	O	48
1016	ARRAY	Consumer Heartbeat Time	Unsigned32	rw	O	48
1017	VAR	Producer Heartbeat Time	Unsigned16	rw	O	49
1018	RECORD	Identity Objekt	Identity (23h)	ro	M	49
1021 [1)]	VAR	EDS abspeichern	Domain	ro	O	50
1022	VAR	EDS Speicherformat	Unsigned8	ro	M	50
1029	ARRAY	Verhalten im Fehlerfall	Unsigned8	rw	O	50
1F50 [1)]	ARRAY	Programmdaten	Domain	rw	O	50
1F51	ARRAY	Programmsteuerung	Unsigned8	rw	M	51
1F56	ARRAY	Programm Software Identifikation	Unsigned32	ro	M	51
1F57	ARRAY	Programmstatus	Unsigned32	ro	M	52
1F80	VAR	NMT Autostart	Unsigned32	rw	O	52

Tabelle 8: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

[1)] segmentiertes Lesen

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.1 Objekt 1000h: Gerätetyp

Beinhaltet Information über den Gerätetyp. Das Objekt mit Index 1000h beschreibt den Gerätetyp und seine Funktionalität. Es besteht aus einem 16 Bit Feld, welches das benutzte Geräteprofil beschreibt (Geräteprofil-Nr. 406 = 196h) und ein zweites 16 Bit Feld, welches Informationen über den Gerätetyp liefert.

Unsigned32

Gerätetyp			
Geräte-Profil-Nummer		Encoder-Typ	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
196h		2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Encoder-Typ

Code	Definition	Default
01	Absoluter Single-Turn Encoder	
02	Absoluter Multi-Turn Encoder	X

7.2 Objekt 1001h: Fehlerregister

Das Fehlerregister zeigt bitkodiert den Fehlerzustand des Mess-Systems an. Es können auch mehrere Fehler gleichzeitig durch ein gesetztes Bit angezeigt werden. Die genauere Fehlerursache kann den Bits 0 - 15 aus dem Objekt 1003h entnommen werden. Im Moment des Auftretens wird ein Fehler durch eine EMCY-Nachricht signalisiert.

Unsigned8

Bit	Bedeutung
0	generischer Fehler
1	0
2	0
3	0
4	Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus)
5	0
6	0
7	0

7.3 Objekt 1002h: Hersteller-Status-Register

Dieses Objekt wird durch das Mess-System nicht verwendet, bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.4 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld

Dieses Objekt speichert den zuletzt aufgetretenen Mess-System-Fehler und zeigt den Fehler über das Emergency-Objekt an. Jeder neue Fehler überschreibt einen zuvor gespeicherten Fehler in Subindex 1. Subindex 0 enthält die Anzahl der aufgetretenen Fehler. Die Bedeutung der Fehlercodes kann aus der Tabelle 11, Seite 63 entnommen werden.

Index	Subindex	Kommentar	Typ
1003h	0	Anzahl der Fehler	Unsigned8
	1	Standard Fehlerfeld	Unsigned32

Subindex 0: Der Eintrag in Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der aufgetretenen Fehler und registriert sie in Subindex 1.

Subindex 1: Das Fehlerfeld setzt sich aus einem 16 Bit Fehlercode und einer 16 Bit Zusatz-Fehlerinformation zusammen.

Unsigned32

Standard Fehlerfeld			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
Fehlercode		Zusatz-Fehlerinformation, wird nicht unterstützt	

7.5 Objekt 1005h: COB-ID SYNC Nachricht

Dieses Objekt definiert die COB-ID des Synchronisierung-Objekts (SYNC). Es definiert weiterhin, ob das Gerät die SYNC-Nachricht verarbeitet, oder ob das Gerät die SYNC-Nachricht erzeugt. Das Mess-System unterstützt jedoch nur die Verarbeitung von SYNC-Nachrichten und verwendet den 11-Bit-Identifier.

Unsigned32
MSB LSB

31	30	29	28-11	10-0
X	0	0	0	00 1000 0000

Bit 31 keine Bedeutung
Bit 30 = 0, Gerät erzeugt keine SYNC-Nachricht
Bit 29 = 0, 11 Bit ID (CAN 2.0A)
Bit 28 –11 = 0
Bit 10 – 0 = 11 Bit SYNC-COB-IDENTIFIER, Standardwert = 080h

Wenn ein SYNC-Telegramm mit der Identifier, definiert in diesem Objekt (080h), und Datenlänge = 0 vom Gerät empfangen worden ist, wird in der Standardeinstellung der Positionswert des Mess-Systems einmalig durch das zweite Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1801h) übertragen.

Objekt	Funktions-Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.6 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen

Enthält den Hersteller Gerätenamen (visible string),
Übertragung per „Segment Protokoll“.

7.7 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion

Enthält die Hersteller Hardwareversion (visible string),
Übertragung per „Segment Protokoll“.

7.8 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion

Enthält die Hersteller Softwareversion (visible string),
Übertragung per „Segment Protokoll“.

7.9 Objekt 100Ch: Guard-Time (Überwachungszeit)

Die Objekte der Indexe 100Ch und 100Dh beinhalten die Guard-Time in Milli-Sekunden und den Live-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor). Der Live-Time-Faktor multipliziert mit der Guard-Time ergibt die Zeitdauer für das Node-Guarding-Protokoll. Standardwert = 0.

Unsigned16

Guard-Time	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

7.10 Objekt 100Dh: Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)

Der Live-Time-Faktor multipliziert mit der Guard-Time ergibt die Zeitdauer für das Node-Guarding-Protokoll. Standardwert = 0.

Unsigned8

Life-Time-Faktor
Byte 0
2^7 bis 2^0

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.11 Objekt 1010h: Parameter abspeichern

Dieses Objekt unterstützt das Abspeichern von Parametern in den nichtflüchtigen Speicher (EEPROM).

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
1010h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	alle Parameter speichern	Unsigned32	rw
	2	Kommunikations-Parameter speichern (Objekte: 1000h…1FFFh)	Unsigned32	rw
	3	Gerätespezifische-Parameter speichern (Objekte: 6000h…9FFFh)	Unsigned32	rw
	4	Herstellerspezifische-Parameter speichern (Objekte: 2000h…5FFFh)	Unsigned32	rw

Subindex 0: Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex. Wert = 4.

Subindex 1…4: Beinhaltetet den Speicherbefehl

Bei Lesezugriff Subindex 1 liefert das Gerät Informationen über seine Speichermöglichkeit.

Bit 0 = 1, das Gerät speichert Parameter nur auf Kommando. Dies bedeutet, wenn Parameter durch den Benutzer geändert worden sind und das Kommando "Parameter abspeichern" nicht ausgeführt worden ist, besitzen die Parameter nach dem nächsten Einschalten der Betriebsspannung wieder die alten Werte.

Unsigned32

MSB LSB

Bits	31-2	1	0
Wert	= 0	0	1

Um eine versehentliche Speicherung der Parameter zu vermeiden, wird die Speicherung nur ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in den entsprechenden Subindex geschrieben wird. Die Signatur heißt "save".

Unsigned32

MSB LSB

e	v	a	s
65h	76h	61h	73h

Beim Empfang der richtigen Signatur speichert das Gerät die Parameter ab. Schlug die Speicherung fehl, antwortet das Gerät mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000 h.

Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Speicherung und antwortet mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0800 0020 h.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.12 Objekt 1014h: COB-ID EMCY

Dieses Objekt zeigt die konfigurierte COB-ID für den EMCY Schreib-Dienst an. Standardwert = 80h + Node-ID.

EMCY Identifier, rw:

31	30	29	28 ... 11	10 ... 0
Valid	0	Frame	0 0000h	11-Bit CAN-ID
MSB				LSB

Bit(s)	Beschreibung
Valid	0: EMCY existiert / ist gültig 1: EMCY existiert nicht / ist nicht gültig
30	reserviert, immer 0
Frame	0: 11-Bit CAN-ID gültig, normaler CAN Frame 1: 29-Bit CAN-ID gültig, erweiterter CAN Frame (nicht unterstützt)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID des normalen CAN Frames

Die Bits 0-29 dürfen nicht geändert werden während das Objekt existiert und gültig ist (Bit 31 = 0). Soll ein neuer Wert geschrieben werden, muss das Bit 31 auf 1 gesetzt werden zusammen mit dem neuen Wert. Beim Eintragen ist die Node-ID mit zu berücksichtigen.

7.13 Objekt 1016h: Consumer Heartbeat Time

Das Consumer Heartbeat Time Objekt definiert die zu erwartende Producer Heartbeat Zykluszeit. Die Überwachung des Heartbeat Producers beginnt mit dem Erhalt des ersten Heartbeats. Die Consumer Heartbeat Time sollte größer sein, als die entsprechende Producer Heartbeat Time. Wenn der Heartbeat nicht innerhalb der Consumer Heartbeat Time empfangen wird, wird die Emergency 8130h ausgegeben und beide Teilnehmer, Producer/Consumer, in den Zustand `PRE-OPERATIONAL` versetzt. Die Timerwerte von Producer/Consumer werden daraufhin auf 0 gesetzt.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1016h	0	größter unterstützte Subindex	Unsigned8	ro
	1	Consumer Heartbeat Time	Unsigned32	rw

Consumer Heartbeat Time:

31 ... 24	23 ... 16	15 ... 0
reserviert, 00h	Node-ID, Default = 1	Heartbeat time [ms], Default = 0
MSB		LSB

Die Heartbeat time ist als Vielfaches von 1 ms anzugeben. Der Eintrag für die Node-ID entspricht der Node-ID des zu überwachenden Knotens.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.14 Objekt 1017h: Producer Heartbeat Time

Das Producer Heartbeat Time Objekt definiert die Heartbeat Zykluszeit in [ms]. Der Wert 0 deaktiviert den Producer Heartbeat.

Unmittelbar nach der Konfiguration der Producer Heartbeat Time (Wert > 0) wird mit der zyklischen Übertragung der Heartbeat Nachricht begonnen.
Wurde die Producer Heartbeat Time konfiguriert, werden nach dem Einschalten des Gerätes beim Übergang in den Zustand `PRE-OPERATIONAL` bereits Heartbeat Nachrichten übertragen. In diesem Fall wird die Boot-Up-Nachricht schon als erste Heartbeat Nachricht angesehen.

Unsigned16

Producer Heartbeat Time	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Es ist nicht erlaubt beide Fehler-Kontroll-Mechanismen, „Guarding Protokoll“ und „Heartbeat-Protokoll“, bei einem Knoten zur selben Zeit zu benutzen. Wenn die Heartbeat Producer Time ungleich 0 ist, wird deshalb das Heartbeat Protokoll benutzt.

7.15 Objekt 1018h: Identity Objekt

Dieses Objekt enthält generelle Informationen über das Gerät.

Index	Subindex	Kommentar	Typ
1018h	0	größter unterstützte Subindex	Unsigned32
	1	Vendor-ID	Unsigned32
	2	Product Code	Unsigned32
	3	Revision-No.	Unsigned32
	4	Serial-No.	Unsigned32

Subindex0: Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex: Wert = 4.

Subindex1: Bei Lesezugriff liefert das Gerät die Vendor-ID des Herstellers: 0x0000025C

Subindex2: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über den Produktcode: 0x01D93D9C

Subindex3: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Revisions-Nr.: 0x00010001, bzw. aktuelle Revisions-Nr.

Subindex4: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Serien-Nr.: aktuelle Serien-Nr.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.16 Objekt 1021h: EDS abspeichern

Über dieses Objekt kann die EDS-Datei segmentiert als ASCII-Code ausgelesen werden.

7.17 Objekt 1022h: EDS Speicherformat

Das Objekt zeigt das Speicherformat der über Objekt 1021h ausgegebenen EDS-Datei an. Default 00h (/ISO10646/, nicht komprimiert)

7.18 Objekt 1029h: Verhalten im Fehlerfall

Das Objekt steuert das Verhalten wenn ein Netzwerkfehler auftritt.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
1029h	0	größter unterstützter Subindex	2	Unsigned8	ro
	1	Verhalten bei Kommunikationsfehlern, siehe Tabelle 11 auf Seite 63	00h	Unsigned8	rw
	2	wird nicht unterstützt	01h	Unsigned8	rw

Wert	Bedeutung
00h	NMT in `PRE-OPERATIONAL`-Mode versetzen (nur wenn sich das Gerät im `OPERATIONAL`-Mode befindet)
01h	keine Änderung des NMT-Status
02h	NMT in `STOPPED`-Mode versetzen

7.19 Firmware-Update

Ein Firmware-Update ist nur mit einer geeigneten Steuerungssoftware möglich, die das CiA-Protokoll 302-3 (ab Version: 4.1.0) und Segmented-SDO-Download unterstützt.

7.19.1 Objekt 1F50h: Programmdaten

Mittels dieses Objekts kann ein Firmware-Update des Mess-Systems durchgeführt werden indem die neue Firmware segmentiert auf Subindex 1 geschrieben wird. Um das Update starten zu können, muss das Programm über Objekt 1F51h in den Boot-Loader-Zustand "Stopp Firmware" versetzt werden.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1F50h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	Programm Nummer 1	Domain	rw

Schlug das Firmware-Update fehl, antwortet das Gerät mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000h.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.19.2 Objekt 1F51h: Programmsteuerung

Dieses Objekt wird zur Steuerung des Update-Vorgangs verwendet. Das Gerät muss sich in PRE-OPERATIONAL-Mode befinden.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1F51h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	Programm Nummer 1	Unsigned8	rw

Wert	Bedeutung	
	Schreibzugriff	Lesezugriff
00h	Stopp Firmware	Firmware gestoppt
01h	Start Firmware [1)]	Firmware gestartet
02h	Reset Firmware [1)]	Firmware gestoppt
03h	Lösche Firmware [1)]	keine Firmware verfügbar

[1)] nur möglich, wenn die Firmware zuvor gestoppt wurde.

Ist die angefragte Aktion nicht vorhanden oder nicht möglich, wird eine Fehlermeldung als SDO Abort-Nachricht ausgegeben. Die Abort-Nachricht 0609 0030h zeigt an, dass die Aktion nicht unterstützt wird. Die Abort-Nachricht 0800 0022h zeigt an, dass die Aktion im Moment nicht ausgeführt werden kann.

7.19.3 Objekt 1F56h: Programm Software Identifikation

Dieses Objekt beinhaltet im Subindex 1 eine vom Mess-System generierte Checksumme der Firmware um sie eindeutig zu identifizieren.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1F56h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	Programm Nummer 1	Unsigned32	ro

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.19.4 Objekt 1F57h: Programm Status

Mit Lesezugriff auf dieses Objekt kann der Zustand des Firmwarespeichers ausgelesen werden.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1F57h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	Programm Nummer 1	Unsigned32	ro

Bit	Wert	Bedeutung
0	0	Status OK, andere Bits gültig, Programmstatus gültig
	1	in Bearbeitung, andere Bits ungültig, Programmstatus ungültig
1	0	Kein Fehler aufgetreten, Firmware gültig
	1	ungültige Firmware
2…7	-	Nicht unterstützt
8…15	-	Reserviert (immer 0)
16…31	-	Nicht unterstützt

7.20 Objekt 1F80h: NMT Autostart

Dieses Objekt konfiguriert das Anlaufverhalten des CANopen Gerätes und legt fest, ob das Gerät automatisch nach der Initialisierung in den Zustand `OPERATIONAL` überführt werden soll:

- Bit 2, NMT Master Start = 0:
  Automatische Überführung in den Zustand `OPERATIONAL`
- Bit 2, NMT Master Start = 1; Standardeinstellung:
  Keine automatische Überführung in den Zustand `OPERATIONAL`

Bitzuordnung:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0
Reserviert 0000 00h			Konfiguration
MSB			LSB

Aufschlüsselung des Konfigurationsbytes

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	Start Node, fest auf 1	NMT Master Start	X	X
MSB							LSB

Der Versuch ein Bit zu ändern das nicht im Mess-System vorhanden ist, veranlasst eine Abort-Nachricht (0609 0030h).

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8 Parametrierung

M = Mandatory (zwingend)
C2 = Geräteklasse C2

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	C2	Seite
TR Parameter						
2000 [1)]	VAR	Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406	Unsigned16	rw	O	54
2001 [1)]	VAR	TR-Betriebsparameter, Zählrichtung	Unsigned16	rw	O	55
2100 [1)]	VAR	TR-COB-ID für Boot-Up Nachricht	Unsigned16	rw	O	55
2101 [1)]	VAR	TR-Senden von PDO bei Node-Start	Unsigned8	rw	O	55
CiA DS-406 Parameter						
6000 [1)]	VAR	Betriebsparameter	Unsigned16	rw	M	56
6003 [2)]	VAR	Presetwert	Unsigned32	rw	M	56
6004	VAR	Positionswert	Unsigned32	ro	M	56
6200 [2)]	VAR	Cyclic-Timer	Unsigned16	rw	M	57
Diagnose						
6500	VAR	Betriebsstatus	Unsigned16	ro	M	57
6503	VAR	Alarme	Unsigned16	ro	M	57
6504	VAR	Unterstützte Alarme	Unsigned16	ro	M	57
6505	VAR	Warnungen	Unsigned16	ro	M	57
6506	VAR	Unterstützte Warnungen	Unsigned16	ro	M	58
6507	VAR	Profil- und Softwareversion	Unsigned32	ro	M	58
6508	VAR	Betriebszeit	Unsigned32	ro	M	58
6509	VAR	Offsetwert	Signed32	ro	M	58
650A	ARRAY	Hersteller-Offsetwert	Signed32	ro	M	58
650B	VAR	Serien-Nummer	Unsigned32	ro	M	58

Tabelle 9: Encoder-Profilbereich

1) Ist sofort nach Aufruf wirksam und wird erst nach Ausführen von "**Objekt 1010h: Parameter abspeichern**" dauerhaft im EEPROM abgespeichert.

2) Ist sofort nach Aufruf wirksam und wird dauerhaft im EEPROM abgespeichert.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.1 Objekt 2000h: Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406

Über die Mode-Umschaltung kann gewählt werden, welche Skalierungsparameter genutzt werden sollen. Standardmäßig werden die Parameter nach dem Encoderprofil CiA DS-406 genutzt. Für besondere Anwendungen kann auf TR-Parameter umgeschaltet werden, um erweiterte Getriebefunktionen zuzulassen.

Index	**2000h**
Beschreibung	TR-Parameter used
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0x0000 = CiA DS-406 - Mode
Obergrenze	0x0001 = TR - Mode
Default	0x0000

Es können jeweils nur die Parameter im aktiven Mode geändert werden. Nicht aufgeführte Objekte gelten für beide Modi.

CiA DS-406 - Mode	**TR - Mode**
6000h, Zählrichtung	2001h, Zählrichtung

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.2 TR - Mode

8.2.1 Objekt 2001h: TR-Betriebsparameter, Zählrichtung

Das Objekt mit Index 2001h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung.
Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Anflanschung).

Index	**2001h**
Beschreibung	TR / Operating Parameters
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0x0000 = steigend
Obergrenze	0x0001 = fallend
Default	0x0000

8.2.2 Objekt 2100h: TR-COB-ID für Boot-Up Nachricht

Dieses Objekt konfiguriert die COB-ID, welche das Mess-System beim Anlauf (Einschaltmoment/RESET NODE) ausgibt, nach dem die Initialisierung abgeschlossen wurde. Unterstützt werden die Werte 000h bis 7FFh, Standardwert = 700h.

Über Bit 2^{15} kann eine Freischaltung vorgenommen werden:

- Bit 2^{15} = 0: Geschriebener Wert in den Bits 2^0 bis 2^{10} gültig, beim nächsten Anlauf wird die konfigurierte COB-ID verwendet.
- Bit 2^{15} = 1: Geschriebener Wert in den Bits 2^0 bis 2^{10} nicht gültig, beim nächsten Anlauf wird keine Boot-Up-Nachricht ausgegeben.

Unsigned16

COB-ID für Boot-Up Nachricht			
Byte 0	Byte 1		
2^7 bis 2^0	2^{10} bis 2^8	2^{11} bis 2^{14}	2^{15}
00h – FFh	0h – 7h	0h	0-1

8.2.3 Objekt 2101h: TR-Senden von PDO bei Node-Start

Über dieses Objekt kann das einmalige senden des Mess-System Positionswertes nach dem Node-Start Kommando über TPDO1 und TPDO2 eingestellt werden.

Unsigned8

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	TPDO1 Senden bei Node-Start	AUS	EIN (standard)
1	TPDO2 Senden bei Node-Start	AUS (standard)	EIN
2 - 7	reserviert		

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3 CiA DS-406 - Mode

8.3.1 Objekt 6000h: Betriebsparameter

Das Objekt mit Index 6000h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Zählrichtung	Position steigend	Position fallend
1	reserviert		
2	Skalierungsfunktion	auf 1 gesetzt, kann nicht verändert werden!	
3 – 15	reserviert		

Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Welle).

8.3.2 Objekt 6003h: Presetwert

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Justage-Funktion!

- Die Preset-Justage-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Presetfunktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Der Ausgabe-Positionswert wird auf den Parameter "Presetwert" gesetzt, wenn auf dieses Objekt geschrieben wird.

Bei Eingaben eines ungültigen Presetwertes, antwortet das Mess-System mit dem Abort-Code: 0609 0030h.

Unsigned32

Presetwert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

8.3.3 Objekt 6004h: Positionswert

Das Objekt 6004h "Positionswert" definiert den Ausgabe-Positionswert für die Kommunikationsobjekte 1800h und 1801h.

Unsigned32

Positionswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3.4 Objekt 6200h: Cyclic-Timer

Definiert den Parameter "Cyclic-Timer". Eine asynchrone Übertragung des Positionswertes wird eingestellt, wenn der Cyclic-Timer auf > 0 programmiert wird. Es können Werte zwischen 1 ms und 65535 ms ausgewählt werden. Standardwert = 0.

z.B.: 1 ms = 1 h
256 ms = 100 h

Wenn das Mess-System mit dem Kommando NODE-START gestartet wird und der Wert des Cyclic-Timers > 0 ist, überträgt in den Standarteinstellungen das erste Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1800h) die Mess-System-Position.

Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem Cyclic-Timer. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.
Die Kommunikationsparameter 1801h benutzt ausschließlich seinen eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

8.3.5 Mess-System Diagnose

8.3.5.1 Objekt 6500h: Betriebsstatus

Dieses Objekt beinhaltet den Betriebsstatus des Mess-Systems und Informationen über die intern programmierten Parameter.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Zählrichtung	steigend	fallend
1	reserviert		
2	Konstant		X
3 - 15	reserviert		

8.3.5.2 Objekt 6503h: Alarme

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

8.3.5.3 Objekt 6504h: Unterstützte Alarme

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

8.3.5.4 Objekt 6505h: Warnungen

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3.5.5 Objekt 6506h: Unterstützte Warnungen

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

8.3.5.6 Objekt 6507h: Profil- und Softwareversion

Dieses Objekt enthält in den ersten 16 Bits die implementierte Profilversion des Mess-Systems. Sie ist kombiniert mit einer Revisionsnummer und einem Index.

Profilversion:	03.02 dez.	
Binärcode:	0000 0011	0000 0010
Hexadezimal:	03	02

Die zweiten 16 Bits enthalten die implementierte Softwareversion des Mess-Systems. Nur die letzten 4 Ziffern sind verfügbar.

Softwareversion:	01.01 dez.	
Binärcode:	0000 0001	0000 0001
Hexadezimal:	01	01

Die komplette Softwareversion ist in Objekt 100Ah enthalten, siehe Seite 46.

Unsigned32

Profilversion		**Softwareversion**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

8.3.5.7 Objekt 6508h: Betriebszeit

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Wert immer "0".

8.3.5.8 Objekt 6509h: Offsetwert

Dieses Objekt enthält den Offsetwert, der durch die Preset-Funktion berechnet wird. Der Offsetwert wird gespeichert und kann vom Mess-System gelesen werden.

8.3.5.9 Objekt 650Ah: Hersteller-Offsetwert

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.
Bei Lesezugriff ist der Offsetwert "0".

8.3.5.10 Objekt 650Bh: Serien-Nummer

Dieses Objekt enthält die aktuelle Serien-Nr. des Gerätes und entspricht dem Identity-Objekt 1018h, Subindex 4.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

9 Emergency-Meldung

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst und werden von dem betreffenden Anwendungsgerät an die anderen Geräte mit höchster Priorität übertragen.

Emergency-Meldung								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Emergency-Fehlercode Objekt 1003h, Byte 0-1		Fehler-Register Objekt 1001h	0	0	0	0	0

COB-Identifier = 080h + Node-ID

Wenn das Mess-System einen internen Fehler erkennt, wird eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode von „Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld“ und dem „Objekt 1001h: Fehlerregister“ übertragen.

Wenn der Fehler nicht mehr vorhanden ist, überträgt das Mess-System eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode "0" (Reset Fehler / kein Fehler) und Fehler-Register "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

10 Übertragung des Mess-System-Positionswertes

Bevor die Mess-System-Position übertragen werden kann, muss das Mess-System mit dem „Node-Start“-Kommando gestartet werden.

Node-Start Protokoll

COB-Identifier = 0	
Byte 0	Byte 1
1	Node-ID

Das Node-Start Kommando mit der Node-ID des Mess-Systems (Slave) startet nur dieses Gerät.
Das Node-Start Kommando mit der **Node-ID = 0** startet alle Slaves die am Bus angeschlossen sind.
Nach dem Node-Start Kommando überträgt das Mess-System den Positionswert einmal mit der COB-ID des Objekts 1800h. Dieser Dienst kann über das "Objekt 2101h: TR-Senden von PDO bei Node-Start" verhindert werden, siehe Seite 55.

Jetzt kann der Positionswert auf verschiedene Arten übertragen werden:

1. Asynchron-Übertragung
(siehe auch Kap.: 6.3.1 „Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)“)

Das erste Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1800h) überträgt den Positionswert des Mess-Systems. Der Timerwert wird definiert durch den Wert des Cyclic-Timers (Objekt 6200h). Diese Übertragung startet automatisch nach dem Kommando Node-Start und der Wert des Cyclic-Timers ist > 0.

Der Standardwert der COB-ID ist 180h + Node-ID.

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
PDO1 (tx)	0011bin	181h – 1FFh	1800h

Um die Übertragung der Mess-System-Position kurzzeitig zu stoppen, kann die Ausgabe durch Timerwert = 0 im Objekt 6200h unterbrochen werden.

2. Synchron-Übertragung
(siehe auch Kap.: 6.3.2 "Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)“)

Das zweite Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1801h) überträgt einmalig den Positionswert des Mess-Systems nach einer Anforderung (Remote / Sync):

- Das Mess-System empfängt ein Remote-Frame mit der COB-ID (Standardwert 280h + Node-ID).

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
PDO2 (tx)	0101bin	281h – 2FFh	1801h

- Das Mess-System empfängt ein SYNC-Telegramm mit der COB-ID (Standardwert 080h), definiert in Objekt 1005h. Alle Slaves mit dieser SYNC-COB-ID übertragen den Positionswert.

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
SYNC	0001bin	80h	1005h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11 Fehlerursachen und Abhilfen

11.1 SDO-Fehlercodes

Im Fall eines Fehlers (SDO Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode. Folgende Fehler-Codes werden vom Mess-System unterstützt:

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0503 0000	Togglebit hat sich nicht geändert.	Beim segmentierten Übertragen eines SDOs ist ein Telegramm nicht richtig übertragen worden. - Vorgang wiederholen
0x0504 0001	Kein gültiger oder unbekannter Kommando-Code (CCD)	Liste der gültigen CCD´s siehe Tabelle 3 auf Seite 16
0x0601 0001	Lesezugriff auf ein Objekt, welches nur beschrieben werden kann.	Falscher Kommando-Code (CCD), es sind nur Schreib - Kommandos (0x2x) erlaubt, siehe Tabelle 3 auf Seite 16.
0x0601 0002	Schreibzugriff auf ein Objekt, welches nur gelesen werden kann.	Falscher Kommando-Code (CCD), es sind nur Lese - Kommandos (0x4x) erlaubt, siehe Tabelle 3 auf Seite 16.
0x0602 0000	Objekt im Objekt-Verzeichnis nicht vorhanden.	Gültige Objekte siehe Tabelle 8 und Tabelle 9 auf Seite 43 und 53.
0x0604 0042	Anzahl und Länge der gemappten Objekte übersteigt die zulässige PDO Länge	Überprüfen - Mapping Objekte ≤ 8 Byte Datenlänge pro TPDO - Anzahl Mapping Objekte ≤ 2 pro TPDO
0x0607 0010	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter stimmt nicht.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) stimmt nicht mit der Datenlänge des übertragenen Objekts überein. Vergleiche Kommando-Codes Seite 16 mit den Objekten, siehe Tabelle 8 und Tabelle 9 auf Seite 43 und 53.
0x0607 0012	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter zu groß.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) ist länger als das übertragene Objekt. Vergleiche Kommando-Codes Seite 16 mit den Objekten, siehe Tabelle 8 und Tabelle 9 auf Seite 43 und 53.
0x0607 0013	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter zu klein.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) ist kürzer als das übertragene Objekt. Vergleiche Kommando-Codes Seite 16 mit den Objekten, siehe Tabelle 8 und Tabelle 9 auf Seite 43 und 53.
0x0609 0011	Subindex nicht vorhanden.	Überprüfen, welche Subindexe das entsprechende Objekt unterstützt.
0x0609 0030	Ungültiger Parameterwert (nur Download)	Zulässigen Wertebereich für das entsprechende Objekt überprüfen.
0x0609 0031	Gesendeter Parameterwert zu groß	Gültiger Bereich des Objekts beachten
0x0609 0032	Gesendeter Parameterwert zu klein	Gültiger Bereich des Objekts beachten
0x0800 0020	Daten können nicht übertragen bzw. gespeichert werden	Falsche Signatur beim Abspeichern der Parameter geschrieben, siehe Objekte 1010h auf Seite 47.
0x0800 0021	Daten können aufgrund der lokalen Ansteuerung nicht gesendet oder gespeichert werden.	Falsche Mode-Ansteuerung, siehe Objekt 2000h: Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406 auf Seite 54 oder falscher Zustand für Objekt 1F51h: Programmsteuerung auf Seite 51.
0x0800 0024	Keine Daten verfügbar	Hinweis, dass keine Fehler mehr vorhanden sind, bei Lesezugriff auf Objekt 1003h Subindex 01, siehe Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert.**.

Tabelle 10: SDO-Fehlercodes

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.2 Emergency-Fehlercodes

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst, Übertragungsformat siehe Kapitel „Emergency-Meldung“, Seite 59. Die Fehleranzeige wird über die Objekte

- Fehlerregister 1001h, siehe Seite 44 und
- Vordefiniertes Fehlerfeld 1003h, siehe Seite 45

vorgenommen.

11.2.1 Objekt 1001h: Fehlerregister

Das Fehlerregister zeigt bitkodiert den Fehlerzustand des Mess-Systems an. Es können auch mehrere Fehler gleichzeitig durch ein gesetztes Bit angezeigt werden. Der Fehlercode des zuletzt aufgetretenen Fehlers wird in Objekt 1003h, Subindex 1 hinterlegt, die Anzahl der Fehler im Subindex 0. Im Moment des Auftretens wird ein Fehler durch eine EMCY-Nachricht signalisiert. Durch Lesen des Objekts 1001h wird der zuletzt gespeicherte Fehler in Objekt 1003h, Subindex 0 gelöscht. Jede weitere Leseanforderung löscht einen weiteren Fehler aus der Liste. Mit Löschen des letzten Fehlers wird das Fehlerregister zurückgesetzt und eine EMCY-Nachricht mit Fehlercode „0x000“ übertragen.

Bit	Bedeutung
0	generischer Fehler
1	0
2	0
3	0
4	Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus)
5	0
6	0
7	0

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.2.2 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bits 0 – 15

Über das Emergency-Objekt wird immer nur der zuletzt aufgetretene Fehler angezeigt. Für jede EMCY-Nachricht die gelöscht wurde, wird eine Emergency-Meldung mit Fehlercode „0x0000“ übertragen. Das Ergebnis kann dem Objekt 1003h entnommen werden. Wenn kein Fehler mehr vorliegt, zeigt auch das Fehlerregister keinen Fehler mehr an.

Die Fehlerliste in Objekt 1003h kann auf verschiedene Arten gelöscht werden:

1. Schreiben des Wertes „0“ auf Subindex 0 im Objekt 1003h
2. Ausführen des NMT-Dienstes „Reset Communication“, Kommando 0x82
3. Durch Lesen des Objekts 1001h, nach dem der letzte Fehler gelöscht wurde

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0000	Fehler rückgesetzt / kein Fehler	-
0x8100	Kommunikationsfehler, die vom CAN-Controller ausgelöst werden.	- Knoten zurücksetzen mit Kommando 0x81, danach Knoten neu starten mit Kommando 0x01 - Mess-System-Spannung ausschalten, danach wieder einschalten.
0x8130	Life Guard Fehler	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen - Zykluszeit über die Objekte 100Ch und für das Node-Guarding-Protokoll erhöhen - Versuchen, das Gerät neu zu starten durch Spannung AUS/EIN.
	Heartbeat Fehler	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen - Zykluszeit über die Objekte 1016h bzw. 1017h für das Heartbeat-Protokoll anpassen

Tabelle 11: Emergency-Fehlercodes

11.3 Sonstige Störungen

Störung	Ursache	Abhilfe
Positionssprünge des Mess-Systems	starke Vibrationen	Vibrationen, Schläge und Stöße z.B. an Pressen, werden mit so genannten „Schockmodulen“ gedämpft. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahmen wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
	elektrische Störungen EMV	Gegen elektrische Störungen helfen eventuell isolierende Flansche und Kupplungen aus Kunststoff, sowie Kabel mit paarweise verdrillten Adern für Daten und Versorgung. Die Schirmung und die Leitungsführung müssen nach den Aufbaurichtlinien für das jeweilige Feldbus-System ausgeführt sein.
	übermäßige axiale und radiale Belastung der Welle oder einen Defekt der Abtastung.	Kupplungen vermeiden mechanische Belastungen der Welle. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme weiterhin auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

User Manual

CM_-36 CANopen

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

TR-Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
email: info@tr-electronic.de
http://www.tr-electronic.de

Copyright protection

This Manual, including the illustrations contained therein, is subject to copyright protection. Use of this Manual by third parties in contravention of copyright regulations is not permitted. Reproduction, translation as well as electronic and photographic archiving and modification require the written content of the manufacturer. Violations shall be subject to claims for damages.

Subject to modifications

The right to make any changes in the interest of technical progress is reserved.

Document information

Release date / Rev. date:	11/15/2016
Document / Rev. no.:	TR - ECE - BA - DGB - 0128 - 00
File name:	TR-ECE-BA-DGB-0128-00.docx
Author:	STB

Font styles

Italic or **bold** font styles are used for the title of a document or are used for highlighting.

`Courier` font displays text, which is visible on the display or screen and software menu selections.

″ < > ″ indicates keys on your computer keyboard (such as <RETURN>).

Brand names

CANopen® and CiA® are registered community trademarks of CAN in Automation e.V.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Contents

Contents **67**

Revision index **70**

1 General information **71**
1.1 Applicability 71
1.2 Other applicable documents 71
1.3 References 72
1.4 Abbreviations and definitions 73

2 Additional safety instructions **74**
2.1 Definition of symbols and instructions 74
2.2 Additional instructions for proper use 74
2.3 Organizational measures 75

3 CANopen information **76**
3.1 CANopen – Communication profile 77
3.2 Process- and Service-Data-Objects 78
3.3 Object Dictionary 79
3.4 CANopen default identifier 79
3.5 Transmission of SDO messages 80
3.5.1 SDO message format 80
3.5.2 Read SDO 82
3.5.3 Write SDO 83
3.6 Network management, NMT 84
3.6.1 Network management services 85
3.6.1.1 NMT device control services 85
3.6.1.2 NMT Node / Life guarding services 86
3.7 Layer setting services (LSS) and protocols 87
3.7.1 Finite state automaton, FSA 88
3.7.2 Transmission of LSS services 89
3.7.2.1 LSS message format 89
3.7.3 Switch mode protocols 90
3.7.3.1 Switch state global protocol 90
3.7.3.2 Switch state selective protocol 90
3.7.4 Configuration protocols 91
3.7.4.1 Configure Node-ID protocol 91
3.7.4.2 Configure bit timing parameters protocol 92
3.7.4.3 Activate bit timing parameters protocol 93
3.7.4.4 Store configuration protocol 93
3.7.5 Inquire LSS address protocols 94
3.7.5.1 Inquire identity Vendor-ID protocol 94
3.7.5.2 Inquire identity Product-Code protocol 94
3.7.5.3 Inquire identity Revision-Number protocol 95
3.7.5.4 Inquire identity Serial-Number protocol 95

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.6 Inquire Node-ID protocol ... 96
3.7.7 Identification protocols ... 97
3.7.7.1 LSS identify remote slave protocol ... 97
3.7.7.2 LSS identify slave protocol ... 97
3.7.7.3 LSS identify non-configured remote slave protocol ... 98
3.7.7.4 LSS identify non-configured slave protocol ... 98
3.8 Device profile ... 99

4 Installation / Preparation for start-up ... 100
4.1 Connection ... 101
4.2 Bus termination ... 101
4.3 Switching on the supply voltage ... 101
4.4 Setting the Node-ID and Baud rate by means of LSS services ... 101
4.4.1 Configuration of the Node-ID, sequence ... 102
4.4.2 Configuration of the Baud rate, sequence ... 102

5 Commissioning ... 103
5.1 CAN – interface ... 103
5.1.1 EDS file ... 103

6 The communication profile ... 104
6.1 Structure of the communication parameter, 1800h-1801h ... 104
6.2 Structure of the objects, 1A00h-1A01h ... 105
6.3 Transmission types ... 106
6.3.1 1st Transmit Process-Data-Object (asynchronous) ... 106
6.3.2 2nd Transmit Process-Data-Object (cyclic) ... 106

7 Communication specific standard objects (CiA DS-301) ... 107
7.1 Object 1000h: Device type ... 108
7.2 Object 1001h: Error register ... 108
7.3 Object 1002h: Manufacturer status register ... 108
7.4 Object 1003h: Pre-defined error field ... 109
7.5 Object 1005h: COB-ID SYNC message ... 109
7.6 Object 1008h: Device name ... 110
7.7 Object 1009h: Hardware version ... 110
7.8 Object 100Ah: Software version ... 110
7.9 Object 100Ch: Guard time ... 110
7.10 Object 100Dh: Life time factor ... 110
7.11 Object 1010h: Store parameters ... 111
7.12 Object 1014h: COB-ID EMCY ... 112
7.13 Object 1016h: Consumer heartbeat time ... 112
7.14 Object 1017h: Producer heartbeat time ... 113
7.15 Object 1018h: Identity Object ... 113

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.16 Object 1021h: Store EDS 114
7.17 Object 1022h: Store format 114
7.18 Object 1029h: Error behavior object 114
7.19 Firmware update 114
7.19.1 Object 1F50h: Program data 114
7.19.2 Object 1F51h: Program control 115
7.19.3 Object 1F56h: Program software identification 115
7.19.4 Object 1F57h: Flash status identification 116
7.20 Object 1F80h: NMT Autostart 116

8 Parameterization 117
8.1 Object 2000h: Mode selection TR / CiA DS-406 118
8.2 TR - Mode 119
8.2.1 Object 2001h: TR-Operating parameters, code sequence 119
8.2.2 Object 2100h: COB-ID for boot-up message 119
8.2.3 Object 2101h: TR-Send PDO at Node-Start 119
8.3 CiA DS-406 - Mode 120
8.3.1 Object 6000h: Operating parameters 120
8.3.2 Object 6003h: Preset value 120
8.3.3 Object 6004h: Position value 120
8.3.4 Object 6200h: Cyclic timer 121
8.3.5 Measuring system diagnostics 121
8.3.5.1 Object 6500h: Operating status 121
8.3.5.2 Object 6503h: Alarms 121
8.3.5.3 Object 6504h: Supported alarms 121
8.3.5.4 Object 6505h: Warnings 121
8.3.5.5 Object 6506h: Supported warnings 122
8.3.5.6 Object 6507h: Profile and software version 122
8.3.5.7 Object 6508h: Operating time 122
8.3.5.8 Object 6509h: Offset value 122
8.3.5.9 Object 650Ah: Manufacturer offset value 122
8.3.5.10 Object 650Bh: Serial number 122

9 Emergency Message 123

10 Transmission of the measuring system position value 124

11 Causes of faults and remedies 125
11.1 SDO Error codes 125
11.2 Emergency Error codes 126
11.2.1 Object 1001h: Error register 126
11.2.2 Object 1003h: Pre-defined Error field, bits 0 – 15 127
11.3 Other faults 127

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Revision index

Revision	Date	Index
First release	11/15/16	00

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1 General information

The User Manual includes the following topics:

- Safety instructions in additional to the basic safety instructions defined in the Assembly Instructions
- Installation
- Commissioning
- Parameterization
- Causes of faults and remedies

As the documentation is arranged in a modular structure, this User Manual is supplementary to other documentation, such as product datasheets, dimensional drawings, leaflets and the assembly instructions etc.

The User Manual may be included in the customer's specific delivery package or it may be requested separately.

1.1 Applicability

This User Manual applies exclusively to the following measuring system models with ***CANopen*** interface:

- CMV-36
- CMS-36

The products are labelled with affixed nameplates and are components of a system.

1.2 Other applicable documents

- the operator's operating instructions specific to the system
- this User Manual
- Pin assignment
- Assembly Instructions: www.tr-electronic.com/f/TR-ECE-BA-DGB-0108
- Product data sheet: www.tr-electronic.com/s/S011886

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.3 References

1.	ISO 11898: Road Vehicles Interchange of Digital Information - Controller Area Network (CAN) for high-speed Communication, November 1993	
2.	Robert Bosch GmbH, CAN Specification 2.0 Part A and B, September 1991	
3.	CiA DS-201	V1.1, CAN in the OSI Reference Model, February 1996
4.	CiA DS-202-1	V1.1, CMS Service Specification, February 1996
5.	CiA DS-202-2	V1.1, CMS Protocol Specification, February 1996
6.	CiA DS-202-3	V1.1, CMS Encoding Rules, February 1996
7.	CiA DS-203-1	V1.1, NMT Service Specification, February 1996
8.	CiA DS-203-2	V1.1, NMT Protocol Specification, February 1996
9.	CiA DS-204-1	V1.1, DBT Service Specification, February 1996
10.	CiA DS-204-2	V1.1, DBT Protocol Specification, February 1996
11.	CiA DS-206	V1.1, Recommended Layer Naming Conventions, February 1996
12.	CiA DS-207	V1.1, Application Layer Naming Conventions, February 1996
13.	CiA DS-301	V3.0, CANopen Communication Profile based on CAL, October 1996
14.	CiA DS-305	V2.0, Layer Setting Services (LSS) and Protocols, January 2006
15.	CiA DS-406	V2.0, CANopen Profile for Encoder, May 1998

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.4 Abbreviations and definitions

CMV	Absolute Encoder with magnetic scanning unit, Solid Shaft
CMS	Absolute Encoder with magnetic scanning unit, Blind Shaft
EMC	***E***lectro ***M***agnetic ***C***ompatibility

CAN specific

CAL	CAN Application Layer. The application layer for CAN-based networks as specified by CiA in Draft Standard 201 ... 207.
CAN	Controller Area Network. Data link layer protocol for serial communication as specified in ISO 11898.
CiA	CAN in Automation international manufacturer and user organization e.V.: non-profit association for Controller Area Network (CAN).
CMS	CAN-based Message Specification. One of the service elements of the application layer in the CAN Reference Model.
COB	Communication Object. (CAN Message) A unit of transportation in a CAN Network. Data must be sent across a Network inside a COB.
COB-ID	COB-Identifier. Identifies a COB uniquely in a Network. The identifier determines the priority of that COB in the MAC sub-layer too.
DBT	Distributor. One of the service elements of the application in the CAN Reference Model. It is the responsibility of the DBT to distribute COB-ID´s to the COB´s that are used by CMS.
EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet
FSA	Finite state automata. State machine to control LSS services.
LSS	Layer Setting Services. Services and protocols for the configuration of the Node-ID and Baud rate about the CAN Network.
NMT	Network Management. One of the service elements of the application in the CAN Reference Model. It performs initialization, configuration and error handling in a CAN network.
PDO	Process Data Object. Object for data exchange between several devices.
SDO	Service Data Object. Peer to peer communication with access to the Object Dictionary of a device.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2 Additional safety instructions

2.1 Definition of symbols and instructions

⚠ WARNING	means that death or serious injury can occur if the required precautions are not met.
⚠ CAUTION	means that minor injuries can occur if the required precautions are not met.
NOTICE	means that damage to property can occur if the required precautions are not met.
	indicates important information or features and application tips for the product used.

2.2 Additional instructions for proper use

The measurement system is designed for operation with CANopen networks according to the International Standard ISO/DIS 11898 and 11519-1 up to max. 1 Mbit/s. The profile corresponds to the ***"CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406 V3.2"***.

The technical guidelines for the structure of the CANopen network from the CAN User Organization CiA are always to be observed in order to ensure safe operation.

Proper use also includes:

- observing all instructions in this User Manual,
- observing the assembly instructions. The ***"Basic safety instructions"*** in particular must be read and understood prior to commencing work.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2.3 Organizational measures

- This User Manual must always kept accessible at the site of operation of the measurement system.
- Prior to commencing work, personnel working with the measurement system must have read and understood
  - the assembly instructions, in particular the chapter ***"Basic safety instructions"***,
  - and this User Manual, in particular the chapter ***"Additional safety instructions"***.

This particularly applies for personnel who are only deployed occasionally, e.g. at the parameterization of the measurement system.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3 CANopen information

CANopen was developed by the CiA and is standardized since at the end of 2002 in the European standard EN 50325-4.

As communication method CANopen uses the layers 1 and 2 of the CAN standard which was developed originally for the use in road vehicles (ISO 11898-2). In the automation technology these are extended by the recommendations of the CiA industry association with regard to the pin assignment and transmission rates.
In the area of the application layer CiA has developed the standard CAL (CAN Application Layer).

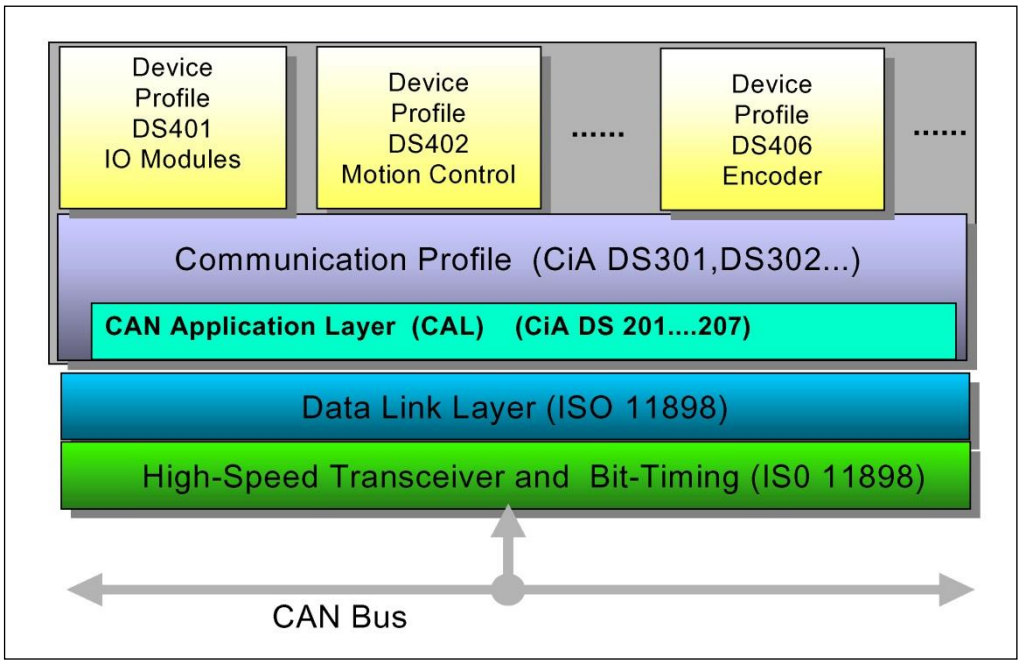


Figure 1: CANopen classified in the ISO/OSI reference model

In case of CANopen at first the communication profile as well as a "Build instructions" for device profiles was developed, in which with the structure of the object dictionary and the general coding rules the common denominator of all device profiles is defined.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.1 CANopen – Communication profile

The CANopen communication profile (defined in CiA DS-301) regulates the devices data exchange. Here real time data (e.g. position value) and parameter data (e.g. code sequence) will be differentiated. To the data types, which are different from the character, CANopen assigns respectively suitable communication elements.

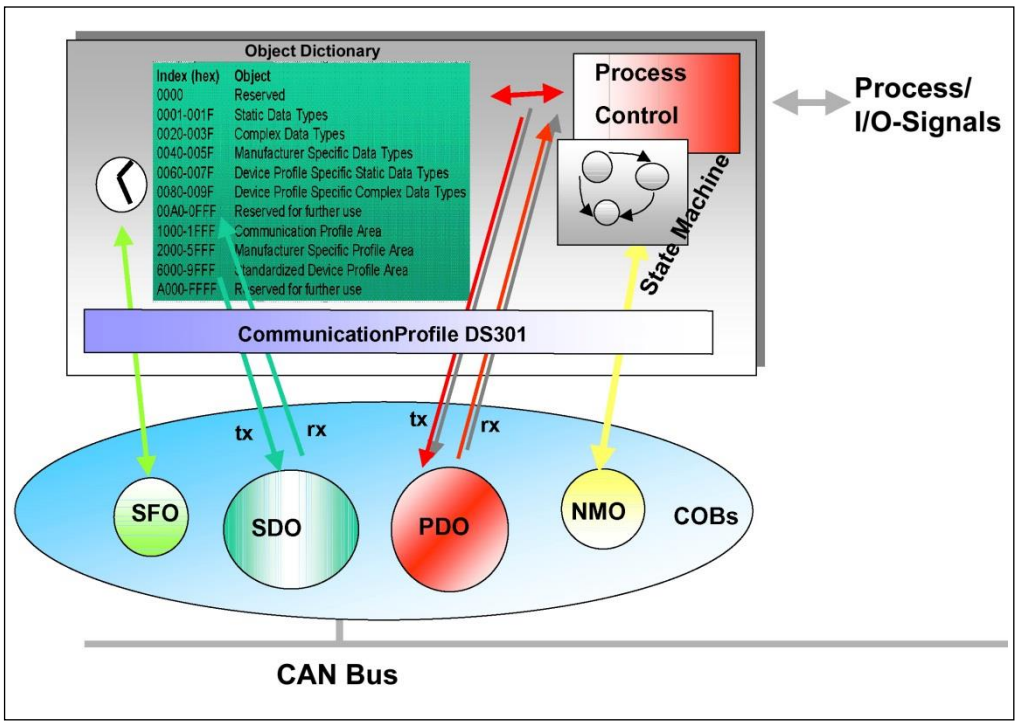


Figure 2: Communication profile

Special **F**unction **O**bject **(SFO)**

- Synchronization (SYNC)
- Emergency (EMCY) Protocol

Network **M**anagement **O**bject **(NMO)**

e.g.

- Life / Node-Guarding
- Boot-Up,…
- Error Control Protocol

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.2 Process- and Service-Data-Objects

Process-Data-Object (PDO)

Process-Data-Objects manage the process data exchange, e.g. the cyclical transmission of the position value.
The process data exchange with the CANopen PDOs is "CAN pure", therefore without protocol overhead. All broadcast characteristics of CAN remain unchanged. A message can be received and evaluated by all devices at the same time.
From the measuring system the two transmitting process data objects 1800h for asynchronous (event-driven) position transmission and 1801h for the synchronous (upon request) position transmission are used.

Service-Data-Object (SDO)

Service-Data-Objects manage the parameter data exchange, e.g. the non-cyclical execution of the Preset function.
For parameter data of arbitrary size with the SDO an efficient communication mechanism is available. For this between the configuration master and the connected devices a service data channel for the parameter communication is available. The device parameters can be written with only one telegram handshake into the object dictionary of the devices or can be read out from this.

Important characteristics of the SDO and PDO

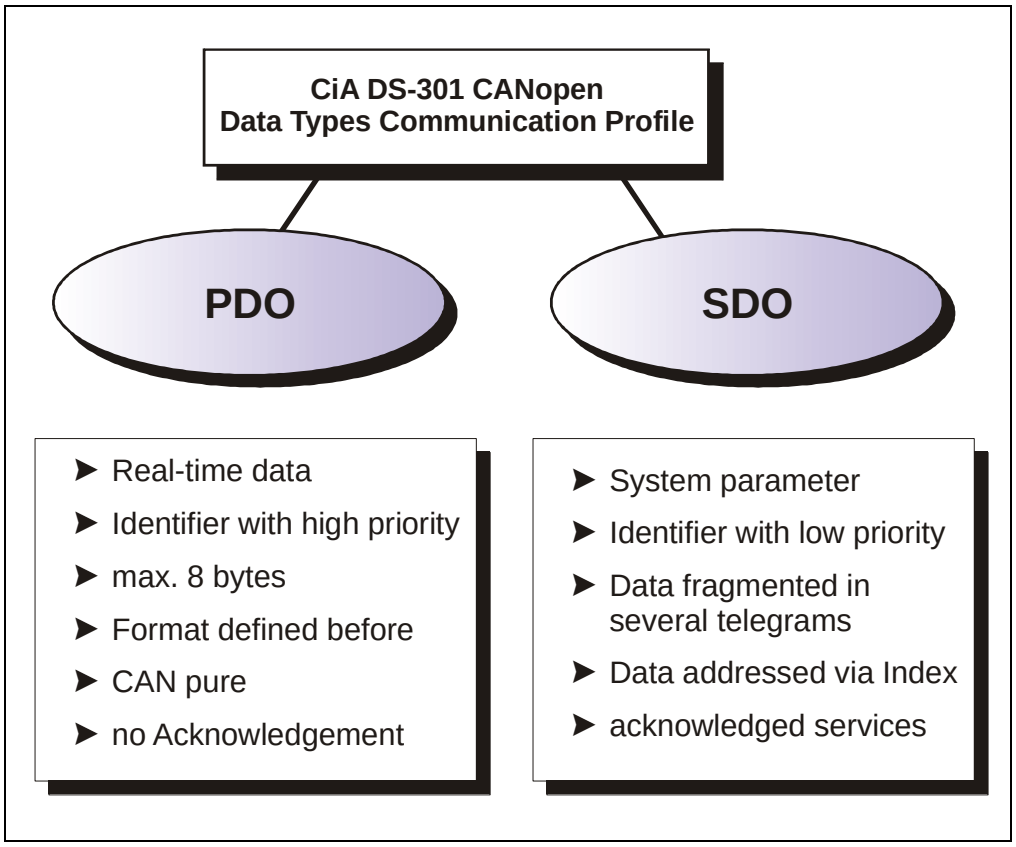


Figure 3: Comparison of PDO/SDO characteristics

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.3 Object Dictionary

The object dictionary structures the data of a CANopen device in a clear tabular arrangement. It contains all device parameters as well as all current process data, which are accessible thereby also about the SDO.

Index	Object	
0000_h	not used	Common to all devices
0001_h - $025F_h$	Data type definitions	
0260_h - $0FFF_h$	Reserved	
1000_h - $1FFF_h$	Communication profile area	
2000_h - $5FFF_h$	Manufacturer specific profile area	Device specific
6000_h - $9FFF_h$	Standardized device profile area	
$A000_h$ - $BFFF_h$	Standardized interface profile area	
$C000_h$ - $FFFF_h$	Reserved	

Figure 4: Structure of the Object Dictionary

3.4 CANopen default identifier

CANopen devices can be used without configuration in a CANopen network. Just the setting of a bus address and the baud rate is required. From this node address the identifier allocation for the communication channels is derived.

COB-Identifier = Function Code + Node-ID

10										0
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
Function Code				Node-ID						

Examples

Object	Function Code	COB-ID	Index Communication Parameter
NMT	0000bin	0	–
SYNC	0001bin	80h	1005
PDO1 (tx)	0011bin	181h – 1FFh	1800h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5 Transmission of SDO messages

The transmission of SDO messages is done by the CMS “Multiplexed Domain” protocol (CIA DS202-2).
With SDOs objects from the object dictionary can be read or written. It is an acknowledged service. The so-called ***SDO client*** specifies in its request the parameter, the access method (read/write) and if necessary the value. The so-called ***SDO server*** performs the write or read access and answers the request with a response. In the error case an error code gives information about the cause of error. Transmit-SDO and Receive-SDO are distinguished by their function codes.

The measuring system (slave) corresponds to the SDO server and uses the following function codes:

Function codes	COB-ID	Meaning
11 (1011 bin)	0x580 + Node ID	**Slave → SDO Client**
12 (1100 bin)	0x600 + Node ID	**SDO Client → Slave**

Table 1: COB-IDs for Service Data Object (SDO)

3.5.1 SDO message format

The data field with max. 8 byte length of a CAN message is used by a SDO as follows:

CCD	Index		Sub-Index	Data			
Byte 0	Byte 1 Low	Byte 2 High	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Table 2: SDO message

The ***command code*** (***CCD***) identifies whether the SDO is to be read or written. In addition with a writing order, the number of bytes which can be written is encoded in the CCD.
At the SDO response the CCD reports whether the request was successful. In the case of a reading order the CCD gives additionally information about the number of bytes, which could be read:

CCD	Meaning	Valid for
0x22	Write n bytes	SDO Request
0x23	Write 4 bytes	SDO Request
0x2B	Write 2 bytes	SDO Request
0x2F	Write 1 byte	SDO Request
0x60	Writing successfully	SDO Response
0x80	Error	SDO Response
0x40	Reading request	SDO Request
0x43	4 byte data read	SDO response upon reading request
0x4B	2 byte data read	SDO response upon reading request
0x4F	1 byte data read	SDO response upon reading request

Table 3: SDO command codes

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80) the data field contains a 4-byte error code, which gives information about the error cause. Meaning of the error codes see Table 10: SDO Error codes on page 125.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Segment Protocol, Data segmentation

Some objects contain data which are larger than 4 bytes. To be able to read these data, the "Segment Protocol" must be used.
As a usual SDO service, at first the read operation is started with the command code = 0x40. About the response the number of data segments and the number of bytes to be read is reported. With following reading requests the individual data segments can be read. A data segment consists respectively of 7 bytes.

Example of reading a data segment:

Telegram 1

CCD	Meaning	Valid for
0x40	Reading request, initiation	SDO Request
0x41	1 data segment available The number of bytes which can be read is indicated in the bytes 4 to 7.	SDO Response

Telegram 2

CCD	Meaning	Valid for
0x60	Reading request	SDO Request
0x01	No further data segment available. The bytes 1 to 7 contain the requested data.	SDO Response

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5.2 Read SDO

Initiate Domain Upload

Request Protocol format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Read SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Contents	Code	Index		Sub-Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
	40h	Low	High	Byte	0	0	0	0

The Read SDO telegram has to be send to the slave.

The slave answers with the following telegram:

Response Protocol format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Read SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Contents	Code	Index		Sub-Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
	4xh	Low	High	Byte	Data	Data	Data	Data

Format Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	1	0	0	n		1	1

n = number of data bytes (bytes 4-7) that does not contain data

If only 1 data byte (Data 0) contains data the value of byte 0 is "4FH".

If byte 0 = 80h the transfer has been aborted.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.5.3 Write SDO

Initiate Domain Download

Request Protocol format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Write SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Contents	Code	Index		Sub-Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
	2xh	Low	High	Byte	0	0	0	0

Format Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	0	1	0	n		1	1

n = number of data bytes (bytes 4-7) that does not contain data.

If only 1 data byte (Data 0) contains data the value of byte 0 is "2FH".

The Write SDO telegram has to be send to the slave.

The slave answers with the following telegram:

Response Protocol format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Read SDO´s								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Contents	Code	Index		Sub-Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3
	60h	Low	High	Byte	0	0	0	0

If byte 0 = 80h the transfer has been aborted.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6 Network management, NMT

The network management supports a simplified Boot-Up of the net. With only one telegram for example all devices can be switched into the Operational condition.

After Power on the measuring system is first in the "Pre-Operational" condition (2).

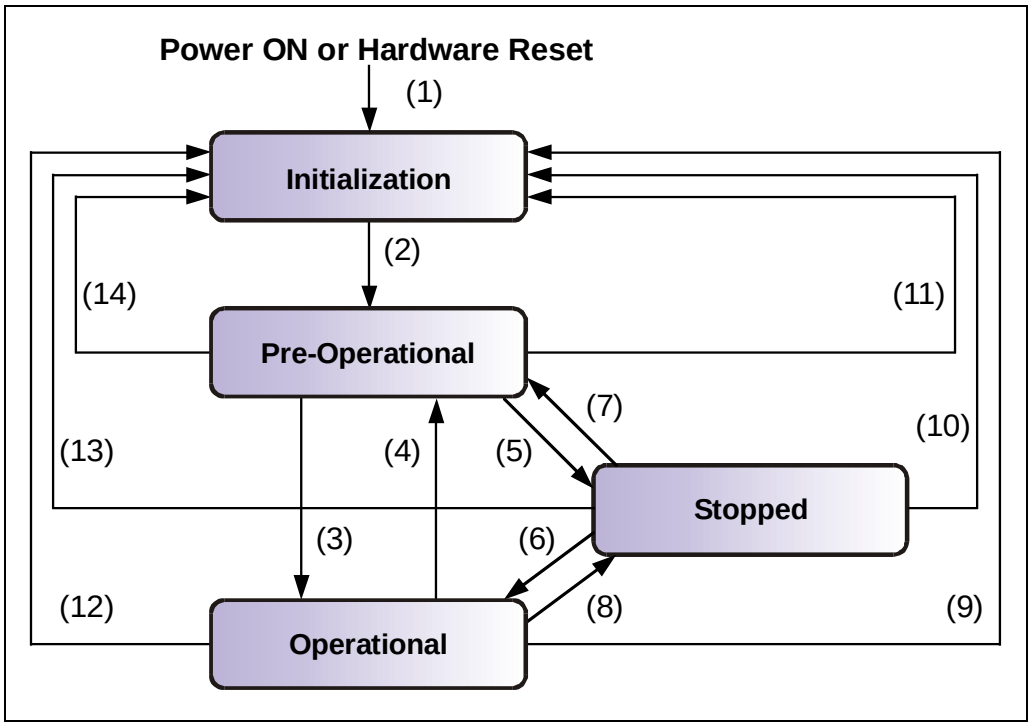


Figure 5: Boot-Up mechanism of the network management

State	Description
(1)	At Power on the initialization state is entered autonomously
(2)	Initialization finished - enter PRE-OPERATIONAL automatically
(3),(6)	Start_Remote_Node --> Operational
(4),(7)	Enter_PRE-OPERATIONAL_State --> Pre-Operational
(5),(8)	Stop_Remote_Node
(9),(10),(11)	Reset_Node
(12),(13),(14)	Reset_Communication

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6.1 Network management services

The ***network management*** (***NMT***) has the function to initialize, start, stop and monitor nodes of a CANopen network.

NMT services are initiated by a ***NMT master***, which identifies individual nodes (***NMT slave***) about their Node-ID. A NMT message with the Node ID 0 refers to **all** NMT slaves.

The measuring system corresponds to a NMT slave.

3.6.1.1 NMT device control services

The NMT services for device control use the **COB-ID 0** and get thus the highest priority.

By the data field of the CAN message only the first two bytes are used:

CCD	Node ID
Byte 0	Byte 1

The following commands are defined:

CCD	Meaning	State
-	At Power on the initialization state is entered autonomously	(1)
-	Initialization finished - enter PRE-OPERATIONAL automatically	(2)
0x01	**Start Remote Node** Node is switched into the OPERATIONAL state and the normal net-operation is started.	(3),(6)
0x02	**Stop Remote Node** Node is switched into the STOPPED state and the communication is stopped. An active connecting monitoring remains active.	(5),(8)
0x80	**Enter PRE-OPERATIONAL** Node is switched into the PRE-OPERATIONAL state. All messages can be used, but no PDOs.	(4),(7)
0x81	**Reset Node** Set values of the profile parameters of the object on default values. Afterwards transition into the RESET COMMUNICATION state.	(9),(10), (11)
0x82	**Reset Communication** Node is switched into the RESET COMMUNICATION state. Afterwards transition into the INITIALIZATION state, first state after Power on.	(12),(13), (14)

Table 4: NMT device control services

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.6.1.2 NMT Node / Life guarding services

With the Node/Life guarding a NMT master can detect the failure of a NMT slave and/or a NMT slave can detect the failure of a NMT master:

- **Node Guarding and Life Guarding:**
  With these services a NMT master monitors a NMT slave

At the **Node Guarding** the NMT master requests the state of a NMT slave in regular intervals. The toggle bit 2^7 in the “Node Guarding Protocol” toggles after each request:

Example:
0x85, 0x05, 0x85 … --> no error
0x85, 0x05, 0x05 … --> error

Additionally if the **Life Guarding** is active, the NMT slave requests the state of a NMT master in regular intervals, otherwise the slave changes into the PRE-OPERATIONAL state.

The NMT services for Node/Live guarding use the function code **`1110 bin`: COB-ID 0x700+Node ID**.

Index	Description	
0x100C	**Guard Time [ms]**	At termination of the time interval **Life Time = Guard Time x Life Time Factor [ms]** the NMT slave expects a state request by the master. Guard Time = 0: No monitoring active Life Time = 0: Life guarding disabled
0x100D	**Life Time Factor**	

Table 5: Parameter for NMT services

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7 Layer setting services (LSS) and protocols

The LSS-services and protocols, documented in CiA DS-305 V3.0, are used to inquire or to change the settings of several parameters of the data link layer and application layer of a LSS slave by a LSS master via the CAN network.

Following parameters are supported:

- Node-ID
- Baud rate
- LSS address compliant to the identity object (1018h)

Access to the LSS slave is made thereby by its LSS address, consisting of:

- Vendor-ID
- Product-Code
- Revision-No. and
- Serial-No.

The measuring system supports the following services:

Switch state services

- Switch state selective
- Switch state global

Configuration services

- Configure Node-ID
- Configure bit timing parameters
- Activate bit timing parameters
- Store configured parameters

Inquiry services

- Inquire LSS address
- Inquire Node-ID

Identification services

- LSS identify remote slave
- LSS identify slave
- LSS identify non-configured remote slave
- LSS identify non-configured slave

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.1 Finite state automaton, FSA

The FSA corresponds to a state machine and defines the behavior of a LSS slave. The state machine is controlled by LSS COBs produced by the LSS master, or NMT COBs produced by the NMT master, or local NMT state transitions.

The LSS FSA supports the following states:

(0) Initial: Pseudo state, indicating the activation of the FSA
(1) LSS waiting: In this state, all services are supported as defined below
(2) LSS configuration: In this state, all services are supported as defined below
(3) Final: Pseudo state, indicating the deactivation of the FSA

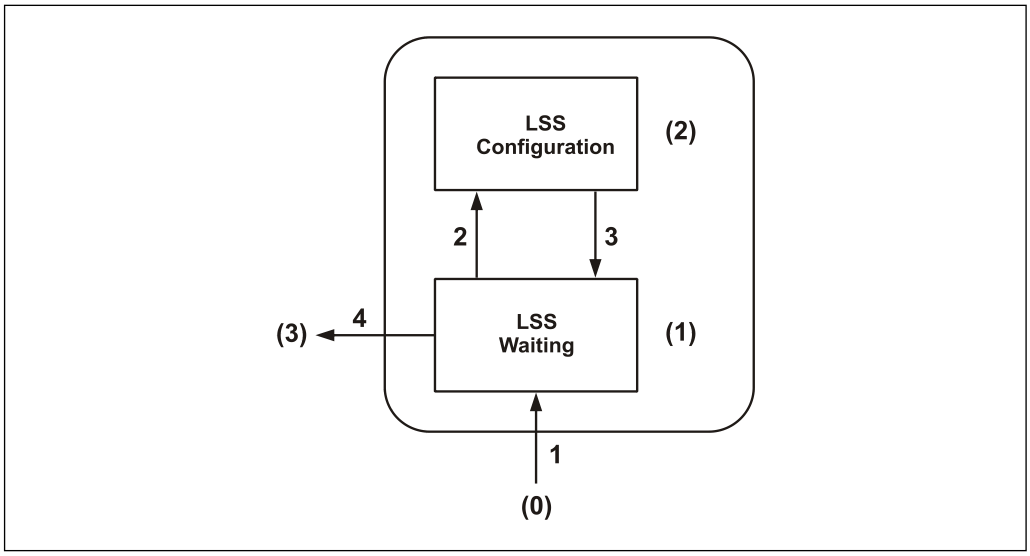


Figure 6: LSS FSA state machine

State behavior of the supported services

Services	LSS Waiting	LSS Configuration
Switch state global	Yes	Yes
Switch state selective	Yes	No
Activate bit timing parameters	No	Yes
Configure bit timing parameters	No	Yes
Configure Node-ID	No	Yes
Store configured parameters	No	Yes
Inquire LSS address	No	Yes
Inquire Node-ID	No	Yes
LSS identify remote slave	Yes	Yes
LSS identify slave	Yes	Yes
LSS identify non-configured remote slave	Yes	Yes
LSS identify non-configured slave	Yes	Yes

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

LSS FSA state transitions

Transition	Events	Actions
1	Automatic transition after initial entry into either NMT PREOPERATIONAL state, or NMT STOPPED state, or NMT RESET COMMUNICATION state with Node-ID equals FFh.	none
2	LSS switch state global command with parameter 'configuration switch' or 'switch state selective' command.	none
3	LSS switch state global command with parameter 'waiting switch'.	none
4	Automatic transition if invalid Node-ID has been changed and the new Node-ID has been successfully stored in non-volatile memory AND state switch to LSS waiting was commanded.	none

Once the LSS FSA is entered further state transitions in the NMT FSA from NMT PRE-OPERATIONAL to NMT STOPPED state and vice versa does not lead to re-entering the LSS FSA.

3.7.2 Transmission of LSS services

By means of LSS services, the LSS master requests services to be performed by the LSS slave. Communication between LSS master and LSS slave is made by means of implemented LSS protocols.
Similar as in the case of SDO transmitting, also here two COB-IDs for sending and receiving are used:

COB-ID	Meaning
0x7E4	**LSS slave → LSS master**
0x7E5	**LSS master → LSS slave**

Table 6: COB-IDs for Layer Setting Services (LSS)

3.7.2.1 LSS message format

The data field with max. 8 byte length of a CAN message is used by a LSS service as follows:

CS	Data						
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Table 7: LSS message

Byte 0 contains the ***Command-Specifier*** (CS), afterwards 7 byte data are following.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.3 Switch mode protocols

3.7.3.1 Switch state global protocol

The given protocol has implemented the *Switch state global service* and controls the LSS state machine of the LSS slave. By means of the LSS master all LSS slaves in the network can be switched into the *LSS waiting* or *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Mode**	Reserved by CiA				
0x7E5	0x04	0 = waiting mode 1 = configuration mode					

3.7.3.2 Switch state selective protocol

The given protocol has implemented the *Switch state selective service* and controls the LSS state machine of the LSS slave. By means of the LSS master only this LSS slave in the network can be switched into the *LSS configuration* state, whose LSS address attributes equals the LSS address.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)			Reserved by CiA		
0x7E5	0x40	LSB		MSB			

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)			Reserved by CiA		
0x7E5	0x41	LSB		MSB			

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No.** (≙Index 1018h:03)			Reserved by CiA		
0x7E5	0x42	LSB		MSB			

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No.** (≙Index 1018h:04)			Reserved by CiA		
0x7E5	0x43	LSB		MSB			

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E4	0x44						

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4 Configuration protocols

3.7.4.1 Configure Node-ID protocol

The given protocol has implemented the *Configure Node-ID service*. By means of the LSS master the Node-ID of a single LSS slave in the network can be configured. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state. For storage of the new Node-ID the *Store configuration protocol* must be transmitted to the LSS slave. To activate the new Node-ID the NMT service *Reset Communication* (0x82) must be called.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Node-ID**	Reserved by CiA				
0x7E5	0x11	0x01…0x7F					

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA			
0x7E4	0x11						

Node-ID
1…127: valid addresses

Error Code
0: Protocol successfully completed
1: Node-ID out of range, 1…127
2…254: reserved
255: application specific error occurred

Specific Error
if Error Code = 255 --> application specific error occurred,
otherwise reserved by CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4.2 Configure bit timing parameters protocol

The given protocol has implemented the *Configure bit timing parameters service*. By means of the LSS master the Baud rate of a single LSS slave in the network can be configured. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state. For storage of the new Baud rate the *Store configuration protocol* must be transmitted to the LSS slave.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Table Selector**	**Table Index**	Reserved by CiA				
0x7E5	0x13	0	0x00…0x07					

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA				
0x7E4	0x13							

Table Selector
- 0: Standard CiA Baud rate table

Table Index
- 0: 1 Mbit/s
- 1: 800 kbit/s
- 2: 500 kbit/s
- 3: 250 kbit/s
- 4: 125 kbit/s
- 6: 50 kbit/s
- 7: 20 kbit/s
- 8: 10 kbit/s

Error Code
- 0: Protocol successfully completed
- 1: selected Baud rate not supported
- 2…254: reserved
- 255: application specific error occurred

Specific Error
if Error Code = 255 --> application specific error occurred,
otherwise reserved by CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.4.3 Activate bit timing parameters protocol

The given protocol has implemented the *Activate bit timing parameters service*. The protocol activates the Baud rate which was configured about the *Configure bit timing parameters protocol* and is performed with all LSS slaves in the network which are in the state *LSS configuration*.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Switch Delay [ms]**		Reserved by CiA			
0x7E5	0x15	LSB	MSB				

Switch Delay

The parameter *Switch Delay* defines the length of two delay periods (D1, D2) with equal length. These are necessary to avoid operating the bus with differing Baud rate parameters.
After the time D1 and an individual processing duration, the switching internally in the LSS slave is performed. After the time D2 the LSS slave responses with CAN-messages and the new configured Baud rate.

It is necessary:
Switch Delay > longest occurring processing duration of a LSS slave

3.7.4.4 Store configuration protocol

The given protocol has implemented the *Store configuration service*. By means of the LSS master the configured parameters of a single LSS slave in the network can be stored into the non-volatile memory. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x17						

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Error Code**	**Spec. Error**	Reserved by CiA			
0x7E4	0x17						

Error Code

0:	Protocol successfully completed
1:	*Store configuration* not supported
2:	Storage media access error
3…254:	reserved
255:	application specific error occurred

Specific Error

if Error Code = 255 --> application specific error occurred,
otherwise reserved by CiA

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.5 Inquire LSS address protocols

3.7.5.1 Inquire identity Vendor-ID protocol

The given protocol has implemented the *Inquire LSS address service*. By means of the LSS master the Vendor-ID of a single LSS slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5A							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E4	0x5A	LSB			MSB			

3.7.5.2 Inquire identity Product-Code protocol

The given protocol has implemented the *Inquire LSS address service*. By means of the LSS master the Product-Code of a single LSS slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5B							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E4	0x5B	LSB			MSB			

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.5.3 Inquire identity Revision-Number protocol

The given protocol has implemented the *Inquire LSS address service*. By means of the LSS master the Revision-No. of a single LSS slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5C							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No.** (≙Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	0x5C	LSB			MSB			

3.7.5.4 Inquire identity Serial-Number protocol

The given protocol has implemented the *Inquire LSS address service*. By means of the LSS master the Serial-No. of a single LSS slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5D							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No.** (≙Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x5D	LSB			MSB			

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.6 Inquire Node-ID protocol

The given protocol has implemented the *Inquire Node-ID service*. By means of the LSS master the Node-ID of a single LSS slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *LSS configuration* state.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E5	0x5E							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Node-ID**	Reserved by CiA					
0x7E4	0x5E	0x01…0x7F						

Node-ID

Corresponds the Node-ID of the selected device. If the Node-ID currently was changed by means of the *Configure Node-ID service*, the original Node-ID is reported. Only after execution of the NMT service *Reset Communication* (0x82) the actual Node-ID is reported.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.7 Identification protocols

3.7.7.1 LSS identify remote slave protocol

The given protocol has implemented the *LSS identify remote slave service*. By means of the LSS master LSS slaves in the network can be identified within a certain range. All LSS slaves with matching Vendor-ID, Product-Code, Revision-No. Range and Serial-No. Range, response with the *LSS identify slave protocol*.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Vendor-ID** (≙Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x46	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Product-Code** (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	0x47	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No. LOW**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x48	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Revision-No. HIGH**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x49	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No. LOW**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x4A	LSB			MSB			

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	**Serial-No. HIGH**				Reserved by CiA		
0x7E5	0x4B	LSB			MSB			

3.7.7.2 LSS identify slave protocol

The given protocol has implemented the *LSS identify slave service*. All LSS slaves with matching LSS attributes given in the *LSS identify remote slave protocol*, response with this protocol.

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA						
0x7E4	0x4F							

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.7.7.3 LSS identify non-configured remote slave protocol

The given protocol has implemented the *LSS identify non-configured remote slave service*. By means of the LSS master all non-configured LSS slaves (Node-ID = FFh) in the network are identified. The relevant LSS slaves response with the *LSS identify non-configured slave protocol*.

LSS-Master --> LSS-Slave

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E5	0x4C						

3.7.7.4 LSS identify non-configured slave protocol

The given protocol has implemented the *LSS identify non-configured slave service*. After execution of the *LSS identify non-configured remote slave protocol* all non-configured LSS slaves with Node-ID FFh response with this protocol.

LSS-Slave --> LSS-Master

0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	**CS**	Reserved by CiA					
0x7E4	0x50						

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.8 Device profile

The CANopen device profiles describe the "what" of the communication. In the profiles the meaning of the transmitted data is unequivocal and manufacturer independently defined. So the basic functions of each device class

e.g. for encoder: ***CiA DS-406***

can be responded uniformly. On the basis of these standardized profiles CANopen devices can be accessed in an identical way over the bus. Therefore devices which support the same device profile are exchangeable with each other.

You can obtain further information on CANopen from the ***CAN in Automation*** User- and Manufacturer Association:

CAN in Automation
Am Weichselgarten 26
DE-91058 Erlangen

Tel. +49-9131-69086-0
Fax +49-9131-69086-79

Website: www.can-cia.org
e-mail: headquarters@can-cia.org

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4 Installation / Preparation for start-up

The CANopen system is wired in bus topology with terminating resistors (120 ohms) at the beginning and at the end of the bus line. If it is possible, drop lines should be avoided. The cable is to be implemented as shielded twisted pair cable and should have an impedance of 120 ohms and a resistance of 70 mΩ/m. The data transmission is carried out about the signals CAN_H and CAN_L with a common GND as data reference potential. Optionally also a 24 V supply voltage can be carried.

In a CANopen network max. 127 slaves can be connected. The measuring system supports the Node-ID range from 1-127 and the baud rates:

- 10 kbit/s
- 20 kbit/s
- 50 kbit/s
- 125 kbit/s
- 250 kbit/s
- 500 kbit/s
- 800 kbit/s
- 1 Mbit/s

The length of a CANopen network is depending on the transmission rate and is represented in the following:

Cable cross section	10 kbit/s	20 kbit/s	50 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	800 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm^2 – 0.34 mm^2	5000 m	2500 m	1000 m	500 m	250 m	100 m	50 m	25 m

The

- *ISO 11898,*
- *the recommendations of the CiA DR 303-1 (CANopen cabling and connector pin assignment)*
- *and other applicable standards and guidelines are to be observed to insure safe and stable operation!*

In particular, the applicable EMC directive and the shielding and grounding guidelines must be observed!

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.1 Connection

The pin assignment depends on the device type and is therefore noted at each measuring system on the nameplate as pin assignment number and can be downloaded from:
www.tr-electronic.com/service/downloads/pin-assignments.html?L=0

At the delivery of the measuring system one device specific pin assignment in printed form is enclosed.

4.2 Bus termination

For the bus termination a 120 ohm resistor must be used between CAN_H and CAN_L.

4.3 Switching on the supply voltage

After the connection has been carried out, the supply voltage can be switched on.

After power on and finishing the initialization, the measuring system goes into the PRE-OPERATIONAL state. This status is acknowledged by the Boot-Up message "**COB-ID 0x700+Node ID**". If the measuring system detects an internal error, an emergency message with the error code will be transmitted
(see chapter "Emergency Message", page 123).

In the PRE-OPERATIONAL state first only a parameter setting about Service-Data-Objects is possible. But it is possible to configure PDOs with the help of SDOs. If the measuring system was transferred into the OPERATIONAL state, also a transmission of PDOs is possible.

4.4 Setting the Node-ID and Baud rate by means of LSS services

In the delivery state the measuring system is programmed to Node ID 10 (0x0 A) and a baud rate of 1 MBaud. The Node ID can be programmed only about LSS services (see chapter "Configure Node-ID protocol", page 91).

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.4.1 Configuration of the Node-ID, sequence

Assumption:

- LSS address unknown
- only one LSS slave should be in the network
- the Node-ID 12 dec. shall be adjusted

Procedure:

- Perform service 04 *Switch state global protocol*,
  Mode = 1, to switch the LSS slave into *Configuration state*.
- Perform service 17 *Configure Node-ID protocol*, Node-ID = 12.
  --> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
  --> Error Code = 0.
- Perform service 23 *Store configuration protocol*.
  --> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
  --> Error Code = 0.
- Perform service 04 *Switch state global protocol*,
  Mode = 0, to switch the LSS slave into *Waiting state*.
- Perform NMT service *Reset Communication* (0x82), to switch the new Node-ID active.

4.4.2 Configuration of the Baud rate, sequence

Assumption:

- LSS address unknown
- only one LSS slave should be in the network
- the Baud rate 125 kbit/s shall be adjusted

Procedure:

- Perform NMT service *Stop Remote Node* (0x02), to switch the LSS slave into *Stopped state*. The LSS slave shouldn't sent any CAN-messages
  --> Heartbeat switched off.
- Perform service 04 *Switch state global protocol*,
  Mode = 1, to switch the LSS slave into *Configuration state*.
- Perform service 19 *Configure bit timing parameters protocol*,
  Table Selector = 0, Table Index = 4
  --> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
  --> Error Code = 0.
- Perform service 21 *Activate bit timing parameters protocol*, to switch the new Baud rate active.
- Perform service 23 *Store configuration protocol*.
  --> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
  --> Error Code = 0.
- Perform service 04 *Switch state global protocol*,
  Mode = 0, to switch the LSS slave into *Waiting state*.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

5 Commissioning

5.1 CAN – interface

The CAN-Bus-Interface is defined by the international norm ISO/DIS 11898 and specifies the two lowest layers of the ISO/DIS CAN Reference Model.

The CAN-BUS-Interface with the BUS-Driver PCA82C251 is galvanic isolated of the measuring system electronic and becomes the power over internal DC/DC-converter. There is no external power supply necessary for the CAN-BUS-Driver.

The conversion of the measuring system information to the CAN message format (CAN 2.0A) is done by the CAN-controller SJA1000. The function of the CAN-controller is controlled by a watchdog.

The CANopen Communication Profile (CIA standard DS 301) is a subset of CAN Application Layer (CAL) and describes, how the services are used by devices. The CANopen Profile allows the definition of device profiles for decentralized I/O.

The measuring system with CANopen-protocol support the Device Profile for Encoder (CIA Draft Standard Proposal 406, Version 3.2). **The measuring systems support the extended functions in Class C2 .**

The communication functionality and objects, which are used in the encoder profile, are described in a EDS-File (Electronic Data Sheet).
When using a CANopen Configuration Tool (e.g.: CANSETTER), the user can read the objects of the measuring system (SDOs) and program the functionality.

The selection of transmission rate and node number is done by LSS.

5.1.1 EDS file

The EDS (electronic datasheet) contains all information on the measuring system-specific parameters and the measuring system's operating modes. The EDS file is integrated using the CANopen network configuration tool to correctly configure or operate the measuring system.

The EDS file has the file name **"CMx36M_CANopen.eds"**.

Download:

- www.tr-electronic.com/f/TR-ECE-ID-MUL-0054

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6 The communication profile

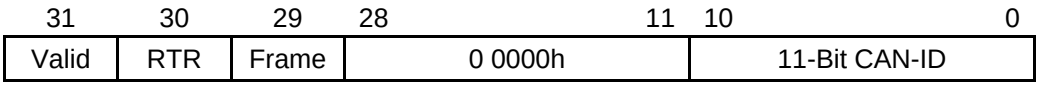
Generally there are two kinds of process data objects (PDO):
1. Transmit-PDOs (TPDO), to send data
2. Receive-PDOs (RPDO), to receive data

By the measuring system only Transmit-PDOs are supported, to transmit the actual position value.
The TPDOs are described by the TPDO communication parameter 1800h-1801h and the TPDO parameter 1A00h-1A01h. The communication parameter describes the communication capabilities of the TPDO and the parameters 1A00h-1A01h contains information about the contents of the TPDO.

6.1 Structure of the communication parameter, 1800h-1801h

Sub-index 0 contains the number of valid object entries.

Sub-index 1 contains the COB-ID of the TPDO:



Bit(s)	Description
Valid	0: PDO exists / is valid 1: PDO does not exist / is not valid
RTR	0: Remote Frame allowed on this PDO 1: no Remote Frame allowed on this PDO
Frame	0: 11-Bit CAN-ID valid, CAN base frame 1: 29-Bit CAN-ID valid, CAN extended frame (not supported)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID of the CAN base frame

Sub-index 2 defines the transmission character of the TPDO:

Value	Description
01h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or SYNC telegram
02h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 2. SYNC telegram
03h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 3. SYNC telegram
…	…
F0h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 240. SYNC telegram
FDh	Actual value can be transferred only over a remote frame
FEh	Actual value is transferred asynchronously with the timer value from object 1800h and 1801h (sub-index 5)

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Sub-index 3 contains the inhibit time for the TPDO. The time is the minimum interval for PDO transmission if the transmission type is set to FEh. The value is defined as multiple of 100 µs. The value of 0 disables the inhibit time.

The value must not be changed while the PDO exists (bit 31 of sub-index 1 is set to 0)

Sub-index 4 is not supported.

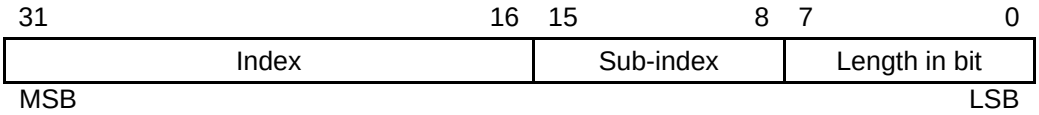
Sub-index 5 contains the event-timer. The time is the maximum interval for PDO transmission if the transmission type is set to FEh. The value is defined as multiple of 1 ms. The value of 0 disables the event-timer.

The event-timer sub-index 5 of the communication parameter 1800h is hard-wired with Object 6200h: Cyclic timer. That means that a change in the event timer causes a change in the cyclic timer and vice versa.
The communication parameter 1801h exclusively uses its own timer, access over sub-index 5.

6.2 Structure of the objects, 1A00h-1A01h

Sub-index 0 contains the number of valid object entries. The value of 0 disables the respective object.

Sub-index 1 contains the position value. The object describes the content of the PDO by his index, sub-index and length in bit:



© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.3 Transmission types

Two process data objects (PDO) are implemented in the device. One is used for asynchronous transmission and the other one for the cyclic transmission functions.

The output position value is transmitted in binary code:

COB-ID	Output Position Value			
11 Bit	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

Further information to the transmission of the measuring system position value, see chapter 10 “Transmission of the measuring system position value” on page 124.

6.3.1 1st Transmit Process-Data-Object (asynchronous)

In the default setting this TPDO transmits the position value of the measuring system in an asynchronous way. The value of the timer is stored in sub-index 5 or in index 6200h. The default setting of the timer is 0, that means the timer is disabled.

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1800h	0	largest supported Sub-Index	5	ro
	1	COB-ID used by TPDO 1	180h + Node-ID	rw
	2	transmission type	254	rw
	3	inhibit time	0	rw
	4	-	-	-
	5	event timer <--> cyclic timer	0	rw
1A00h	0	largest supported Sub-Index	1, max 8	rw
	1	Position value	6004 0020h	rw

6.3.2 2nd Transmit Process-Data-Object (cyclic)

In the default setting this TPDO transmits one-time the position value of the measuring system in a cyclic way (on request). Request by remote frame (default COB-ID: 280h+Node-ID) or SYNC telegram (default COB-ID: 080h).

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1801h	0	largest supported Sub-Index	5	ro
	1	COB-ID used by TPDO 2	280 + Node-ID	rw
	2	transmission type	1	rw
	3	inhibit time	0	rw
	4	-	-	-
	5	event timer	0	rw
1A01h	0	largest supported Sub-Index	1, max 8	rw
	1	Position value	6004 0020h	rw

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7 Communication specific standard objects (CiA DS-301)

Following table gives an overview on the supported indices in the Communication Profile Area:

M = Mandatory
O = Optional

Index (h)	Object	Name	Type	Attr.	M/O	Page
1000	VAR	Device type	Unsigned32	ro	M	108
1001	VAR	Error register	Unsigned8	ro	M	108
1002	VAR	Manufacturer status register	Unsigned32	ro	O	108
1003	ARRAY	Pre-defined error field	Unsigned32	rw	O	109
1005	VAR	COB-ID SYNC message	Unsigned32	rw	O	109
1008 [1)]	VAR	Device name	Vis-String	const	O	110
1009 [1)]	VAR	Hardware version	Vis-String	const	O	110
100A [1)]	VAR	Software version	Vis-String	const	O	110
100C	VAR	Guard time	Unsigned16	rw	O	110
100D	VAR	Life time factor	Unsigned8	rw	O	110
1010	ARRAY	Store parameters	Unsigned32	rw	O	111
1014	VAR	COB-ID EMCY	Unsigned32	rw	O	112
1016	ARRAY	Consumer heartbeat time	Unsigned32	rw	O	112
1017	VAR	Producer heartbeat time	Unsigned16	rw	O	113
1018	RECORD	Identity Object	Identity (23h)	ro	M	113
1021 [1)]	VAR	Store EDS	Domain	ro	O	114
1022	VAR	Store format	Unsigned8	ro	M	114
1029	ARRAY	Error behavior object	Unsigned8	rw	O	114
1F50 [1)]	ARRAY	Program data	Domain	rw	O	114
1F51	ARRAY	Program control	Unsigned8	rw	M	115
1F56	ARRAY	Program software identification	Unsigned32	ro	M	115
1F57	ARRAY	Flash status identification	Unsigned32	ro	M	116
1F80	VAR	NMT startup	Unsigned32	rw	O	116

Table 8: Communication specific standard objects

[1)] segmented reading

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.1 Object 1000h: Device type

Contains information about the device type. The object at index 1000h describes the type of device and its functionality. It is composed of a 16 bit field which describes the device profile that is used (Device Profile Number 406 = 196h) and a second 16 bit field which gives information on the type of encoder.

Unsigned32

Device Type			
Device Profile Number		Encoder Type	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
196h		2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

Encoder Type

Code	Definition	Default
01	Single-Turn absolute rotary encoder	
02	Multi-Turn absolute rotary encoder	X

7.2 Object 1001h: Error register

The error register displays bit coded the error state of the measuring system. Also several errors at the same time can be displayed by a set bit. The more exact error cause can be taken from the bits 0-15 of the object 1003h. An error is signaled at the moment of the occurrence by an EMCY message.

Unsigned8

Bit	Meaning
0	generic error
1	0
2	0
3	0
4	communication error (overrun, error state)
5	0
6	0
7	0

7.3 Object 1002h: Manufacturer status register

This object is not used by the measuring system, by read access the value is always "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.4 Object 1003h: Pre-defined error field

This object saves the measuring system error occurred last and displays the error via the Emergency object. Each new error overwrites an error which was stored before in sub-index 1. Sub-index 0 contains the number of the occurred errors. Meaning of the error codes see Table 11, page 127.

Index	Sub-Index	Comment	Type
1003h	0	number of errors	Unsigned8
	1	standard error field	Unsigned32

Sub-index 0: The entry at sub-index 0 contains the number of errors that have occurred and recorded in sub-index 1.

Sub-index 1: The error are composed of a 16 bit error code and a 16 bit additional error information.

Unsigned32

Standard Error Field			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
Error code		Additional Information, not supported	

7.5 Object 1005h: COB-ID SYNC message

This object defines the COB-ID of the Synchronization Object (SYNC). Further, it defines whether the device consumes the SYNC or whether the device generates the SYNC. However, the measuring system supports only the processing of SYNC-messages and uses the 11-bit identifier.

Unsigned32
MSB LSB

31	30	29	28-11	10-0
X	0	0	0	00 1000 0000

Bit 31 not relevant
Bit 30 = 0, device does not generate SYNC message
Bit 29 = 0, 11-bit ID (CAN 2.0A)
Bit 28 –11 = 0
Bit 10 – 0 = 11-bit SYNC-COB-IDENTIFIER, default Value = 080H

If a SYNC-telegram with the identifier, defined in this object (080H), and data length = 0 has been received by the device, in the default setting the position value of the measuring system is transmitted by the 2nd Transmit PDO (object 1801h), non-recurrent triggering.

Object	Function Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.6 Object 1008h: Device name

Contains the manufacturer device name (visible string),
transmission via “Segment Protocol”.

7.7 Object 1009h: Hardware version

Contains the manufacturer hardware version (visible string),
transmission via “Segment Protocol”.

7.8 Object 100Ah: Software version

Contains the manufacturer software version (visible string),
transmission via “Segment Protocol”.

7.9 Object 100Ch: Guard time

The objects at index 100CH and 100DH include the guard time in milli-seconds and the life time factor. The life time factor multiplied with the guard time gives the live time for the Node Guarding Protocol. Default value = 0.

Unsigned16

Guard Time	
Byte 0	Byte 1
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

7.10 Object 100Dh: Life time factor

The life time factor multiplied with the guard time gives the life time for the node guarding protocol. Default value = 0.

Unsigned8

Life Time Factor
Byte 0
2^7 to 2^0

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.11 Object 1010h: Store parameters

This object supports the saving of parameters in nonvolatile memory (EEPROM).

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attr.
1010h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8	ro
	1	save all parameters	Unsigned32	rw
	2	save communication parameters (objects: 1000h…1FFFh)	Unsigned32	rw
	3	save application parameters (objects: 6000h…9FFFh)	Unsigned32	rw
	4	save manufacturer defined parameters (objects: 2000h…5FFFh)	Unsigned32	rw

Sub-Index 0: The entry at sub-index 0 contains the largest Sub-Index that is supported. Value = 4.

Sub-Index 1…4: Contains the save command.

By read access the device provides information about its saving capability.

Bit 0 = 1, the device saves parameters only on command. That means, if parameters have been changed by the user and no "Store Parameter Command" had been executed, at the next power on , the parameters will have their old values.

Unsigned32

MSB LSB

Bits	31-2	1	0
Value	= 0	0	1

In order to avoid storage of parameters by mistake, storage is only executed when a specific signature is written to the appropriate sub-index. The signature is "save".

Unsigned32

MSB LSB

e	v	a	s
65h	76h	61h	73h

On reception of the correct signature, the device saves the parameters. If saving failed, the device responds with abort domain transfer: Error code 0606 0000h.

If a wrong signature is written, the device refuses to save and responds with abort domain transfer: Error code 0800 0020h.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.12 Object 1014h: COB-ID EMCY

This object indicates the configured COB-ID for the EMCY write service.
Default value = 80h + Node-ID.

EMCY Identifier, rw:

31	30	29	28 ... 11	10 ... 0
Valid	0	Frame	0 0000h	11-Bit CAN-ID
MSB				LSB

Bit(s)	Description
Valid	0: EMCY exists / is valid 1: EMCY does not exist / is not valid
30	reserved, always 0
Frame	0: 11-Bit CAN-ID valid, CAN base frame 1: 29-Bit CAN-ID valid, CAN extended frame (not supported)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID of the CAN base frame

The bits 0 to 29 must not be changed, while the object exists and is valid (bit 31 = 0). If a new value shall be written, bit 31 must be set to 1 together with the new value. In this connection the Node-ID must be considered.

7.13 Object 1016h: Consumer heartbeat time

The consumer heartbeat time object indicates the expected heartbeat cycle time. Monitoring of the heartbeat producer starts after the reception of the first heartbeat. The consumer heartbeat time should be higher than the corresponding producer heartbeat time. If the heartbeat is not received within the heartbeat consumer time, the emergency 8130h is transmitted and both nodes, Producer/Consumer, will be set into `PRE-OPERATIONAL` state. Hereupon, the timer values of the Producer/Consumer are set to 0.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1016h	0	largest supported Sub-Index = 1	Unsigned8	ro
	1	Consumer heartbeat time	Unsigned32	rw

Consumer heartbeat time:

31 ... 24	23 ... 16	15 ... 0
reserved, 00h	Node-ID, default = 1	Heartbeat time [ms], Default = 0
MSB		LSB

The heartbeat time is given in multiples of 1 ms. The entry for the Node-ID corresponds to the Node-ID of the node to be guarded.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.14 Object 1017h: Producer heartbeat time

The producer heartbeat time indicates the configured cycle time of the heartbeat in [ms]. The value 0 disables the producer heartbeat.

If the heartbeat producer time (value > 0) is configured the heartbeat protocol, cyclic sending of heartbeat messages, begins immediately.
If the heartbeat producer time was configured the heartbeat protocol starts on the transition from the NMT state `INITIALIZATION` to the NMT state `PRE-OPERATIONAL`. In this case the boot-up message is regarded as first heartbeat message.

Unsigned16

Producer Heartbeat Time	
Byte 0	Byte 1
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

It is not allowed to use both error control mechanisms "Guarding protocol" and "Heartbeat protocol" on one NMT slave at the same time. Thus, if the heartbeat producer time is unequal 0 the heartbeat protocol is used.

7.15 Object 1018h: Identity Object

This object provides general identification information of the CANopen device.

Index	Sub-Index	Comment	Type
1018h	0	highest sub-index supported	Unsigned32
	1	Vendor-ID	Unsigned32
	2	Product-Code	Unsigned32
	3	Revision-No.	Unsigned32
	4	Serial-No.	Unsigned32

Sub-index0: The entry at sub-index 0 contains the largest Sub-Index that is supported: Value = 4.

Sub-index1: Contains the Vendor-ID of the manufacturer: 0x0000025C

Sub-index2: Provides information about the Product-Code: 0x01D93D9C

Sub-index3: Provides information about the Revision-No.: 0x00010001, or current Revision-No.

Sub-index4: Provides information about the Serial-No.: current Serial-No.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.16 Object 1021h: Store EDS

Via this object the EDS file can be read out segmented as an ASCII-code value.

7.17 Object 1022h: Store format

This object shows the store format of the EDS file in object 1021h.
Default 00h (/ISO10646/, not compressed)

7.18 Object 1029h: Error behavior object

This object controls the behavior of the measuring system in case of a communication or device error.

Index	Sub-Index	Comment	Def.	Type	Attr.
1029h	0	largest supported Sub-Index	2	Unsigned8	ro
	1	communication error (see Table 11 on page 127)	00h	Unsigned8	rw
	2	not supported	01h	Unsigned8	rw

Code	Definition
00h	Change to NMT state `PRE-OPERATIONAL` (only if currently in NMT state `OPERATIONAL`)
01h	No change of the NMT state
02h	Change to NMT state `STOPPED`

7.19 Firmware update

A firmware update is only possible with a suitable CAN remote software which supports the CiA-protocol 302-3 (as of version: 4.1.0) and the segmented SDO download.

7.19.1 Object 1F50h: Program data

With this object a firmware update of the measuring system can be realized by writing the new firmware segmented to the sub-index 1. Before the update can be started, the program status "boot loader" must be set via object 1F51h (Stop firmware).

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1F50h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8	ro
	1	Program number 1	Domain	rw

If the firmware update fails for any reason, the device responds with abort domain transfer: Error code 0606 0000h.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.19.2 Object 1F51h: Program control

This object shall be used for the control of the update process. Device must be in PRE-OPERATIONAL mode.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1F51h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8	ro
	1	Program number 1	Unsigned8	rw

Code	Definition	
	write access	read access
00h	Stop firmware	Firmware stopped
01h	Start firmware [1)]	Firmware started
02h	Reset firmware [1)]	Firmware stopped
03h	Clear firmware [1)]	no firmware available

[1)] Only possible after the firmware is stopped.

If the requested action is not supported or not possible for any reason the transfer shall be responded with the SDO abort message. The SDO abort code 0609 0030h shall indicate a not supported action. The SDO abort code 0800 0022h shall indicate that a requested action can currently not be performed.

7.19.3 Object 1F56h: Program software identification

Implies in sub-index 1 a measuring system generated checksum of the firmware for identification.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1F56h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8	ro
	1	Program number 1	Unsigned32	ro

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.19.4 Object 1F57h: Flash status identification

By reading access to this object, it can be read out the status of the firmware memory.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1F57h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8	ro
	1	Program number 1	Unsigned32	ro

Bit	Code	Definition
0	0	Status ok, other bits valid, program software identification valid
	1	In progress, other bits not valid, program software identification not valid
1	0	No error occurred, program valid
	1	Program not valid
2..7	-	Not supported
8…15	-	Reserved (always 0)
16…31	-	Not supported

7.20 Object 1F80h: NMT Autostart

This object configures the startup behavior of the CANopen device and defines whether the device shall be switched automatically after the initialization into the `OPERATIONAL` state:

- Bit 2, NMT master start = 0:
  Device is switched into `OPERATIONAL` automatically
- Bit 2, NMT master start = 1; default setting:
  Device is not switched into `OPERATIONAL` automatically

Bit structure of the value:

31 … 8	7 … 0
reserved, 0000 00h	Configuration
MSB	LSB

Bit structure of the configuration byte

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	Start node, constant 1	NMT master start	X	X
MSB							LSB

An attempt to change a bit of a functionality that is not supported by the CANopen device shall be responded with the abort message 0609 0030h.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8 Parameterization

M = Mandatory
C2 = Device class C2

Index (h)	Object	Name	Data length	Attr.	C2	Page
TR Parameters						
2000 [1)]	VAR	Mode selection TR / CiA DS-406	Unsigned16	rw	O	118
2001 [1)]	VAR	TR - Operating parameters	Unsigned16	rw	O	119
2100 [1)]	VAR	TR - COB-ID Bootup-Message	Unsigned16	rw	O	119
2101 [1)]	VAR	TR – Send PDO at Node Start	Unsigned8	rw	O	119
CiA DS-406 Parameters						
6000 [1)]	VAR	Operating parameters	Unsigned16	rw	M	120
6003 [2)]	VAR	Preset value	Unsigned32	rw	M	120
6004	VAR	Position value	Unsigned32	ro	M	120
6200 [2)]	VAR	Cyclic timer	Unsigned16	rw	M	121
Diagnostics						
6500	VAR	Operating status	Unsigned16	ro	M	121
6503	VAR	Alarms	Unsigned16	ro	M	121
6504	VAR	Supported alarms	Unsigned16	ro	M	121
6505	VAR	Warnings	Unsigned16	ro	M	121
6506	VAR	Supported warnings	Unsigned16	ro	M	122
6507	VAR	Profile and software version	Unsigned32	ro	M	122
6508	VAR	Operating time	Unsigned32	ro	M	122
6509	VAR	Offset value	Signed32	ro	M	122
650A	ARRAY	Manufacturer offset value	Signed32	ro	M	122
650B	VAR	Serial number	Unsigned32	ro	M	122

Table 9: Encoder profile area

[1)] Is immediately active after a write command and is durably stored in the EEPROM after execute the object **"Object 1010h: Store parameters"**.

[2)] Is immediately active and durably stored in the EEPROM after a write command.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.1 Object 2000h: Mode selection TR / CiA DS-406

With the mode selection can be selected which scaling parameter should be used. Normally the parameters according to the encoder profile CiA DS-406 are used. For special applications it can be switched over to TR parameter to use expanded gear functions.

Index	2000h
Description	TR-Parameter used
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	0x0000 = CiA DS-406 mode
Upper limit	0x0001 = TR mode
Default	0x0000

Only the parameters in the active mode can be changed. Not listed objects apply for both modes.

CiA DS-406 mode	TR mode
6000h, Counting direction	2001h, Counting direction

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.2 TR - Mode

8.2.1 Object 2001h: TR-Operating parameters, code sequence

The object with index 2001h supports only the function for the code sequence.
The code sequence defines whether increasing or decreasing position values are output when the measuring system shaft rotates clockwise or counter clockwise as seen on the flange side.

Index	**2001h**
Description	TR-Operating parameters
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	0x0000 = increasing
Upper limit	0x0001 = decreasing
Default	0x0000

8.2.2 Object 2100h: COB-ID for boot-up message

This object configures the COB-ID which is transmitted when the measuring system starts up (Switch-on time/RESET NODE) and is used to signal that the slave has entered the state PRE-OPERATIONAL after the state INITIALIZING. Valid values are 000h to 7FFh, default value = 700h.

By means of bit 2^{15} this function can be enabled / disabled:

- Bit 2^{15} = 0: Written value into bits 2^0 to 2^{10} is valid, with the next start up the COB-ID configured is used.
- Bit 2^{15} = 1: Written value into bits 2^0 to 2^{10} is not valid, with the next start up no boot-up message is transmitted.

Unsigned16

COB-ID for Boot-Up Message			
Byte 0	Byte 1		
2^7 to 2^0	2^{10} to 2^8	2^{11} to 2^{14}	2^{15}
00h – FFh	0h – 7h	0h	0-1

8.2.3 Object 2101h: TR-Send PDO at Node-Start

About this object the one-time transmission of the measuring system position value via TPDO1 and TPDO2 at node start can be prevented.

Unsigned8

Bit	**Function**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Send TPDO1 at Node-Start	off	on (default)
1	Send TPDO2 at Node-Start	off (default)	on
2 - 7	Reserved for further use		

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3 CiA DS-406 - Mode

8.3.1 Object 6000h: Operating parameters

The object with index 6000h supports only the function for the code sequence.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0, default	Bit = 1
0	Code Sequence	increasing	decreasing
1	Reserved for further use		
2	Scaling function	set on 1, can't be changed	
3 - 15	Reserved for further use		

The code sequence defines whether increasing or decreasing position values are output when the measuring system shaft rotates clockwise or counter clockwise as seen on the shaft.

8.3.2 Object 6003h: Preset value

⚠ WARNING

NOTICE

Risk of injury and damage to property by an actual value jump when the Preset adjustment function is performed!

- The preset adjustment function should only be performed when the measuring system is at rest, otherwise the resulting actual value jump must be permitted in the program and application!

The Preset Function can be used to adjust the measuring system to any position value within a range of 0 to measuring length in increments –1. The output position value is set to the parameter "Preset value" when writing to this object. In case of invalid inputs the preset value is set automatically to the value "0".

At writing of an invalid preset value, the measuring system outputs the abort code 0609 0030h.

Unsigned32

Preset value			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{7} to 2^{0}	2^{15} to 2^{8}	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

8.3.3 Object 6004h: Position value

The object 6004h "Position value" defines the output position value for the communication objects 1800h and 1801h.

Unsigned32

Position value			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{7} to 2^{0}	2^{15} to 2^{8}	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3.4 Object 6200h: Cyclic timer

Defines the parameter "Cyclic timer". A Cyclic transmission of the position value is set, when the cyclic timer is programmed > 0. Values between 1 ms and 65535 ms can be selected. Default value = 0.

e.g.: 1 ms = 1 h
256 ms = 100 h

When the measuring system is started with the NODE START Command and the value of the cyclic timer is > 0, in the default setting the 1st transmit PDO (object 1800h) transmit the measuring system position.

The event-timer sub-index 5 of the communication parameter 1800h is hard-wired with the cyclic timer. That means that a change in the event timer causes a change in the cyclic timer and vice versa. The communication parameter 1801h exclusively uses its own timer, access over sub-index 5.

8.3.5 Measuring system diagnostics

8.3.5.1 Object 6500h: Operating status

This object contains the operating status of the measuring system. It gives information on measuring system internal programmed parameters.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0	Code Sequence	increasing	decreasing
1	Reserved for further use		
2	Constant		X
3 - 15	Reserved for further use		

8.3.5.2 Object 6503h: Alarms

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

8.3.5.3 Object 6504h: Supported alarms

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

8.3.5.4 Object 6505h: Warnings

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.3.5.5 Object 6506h: Supported warnings

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

8.3.5.6 Object 6507h: Profile and software version

This object contains in the 1st 16 bits the profile version which is implemented in the measuring system. It is combined to a revision number and an index.

Profile version:	03.02 dec.	
Binary code:	0000 0011	0000 0010
Hexadecimal:	03	02

The 2nd 16 bits contain the software version which is implemented in the measuring system. Only the last 4 digits are available.

Software version:	01.01 dec.	
Binary code:	0000 0001	0000 0001
Hexadecimal:	01	01

The complete software version is contained in object 100Ah, see page 110.

Unsigned32

Profile version		Software version	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

8.3.5.7 Object 6508h: Operating time

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

8.3.5.8 Object 6509h: Offset value

This object contains the offset value calculated by the preset function. The offset value is stored and can be read from the measuring system.

8.3.5.9 Object 650Ah: Manufacturer offset value

This object is not supported.
By read access the value is always "0".

8.3.5.10 Object 650Bh: Serial number

This object contains the current Serial-No. of the device and corresponds to the Identity-Object 1018h, Sub-index 4.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

9 Emergency Message

Emergency messages are triggered by the occurrence of a device internal malfunction and are transmitted from the concerned application device to the other devices with highest priority.

Emergency Message								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Contents	Emergency Error Code Object 1003h, Byte 0-1		Error Register Object 1001h	0	0	0	0	0

COB-Identifier = 080h + Node-ID

If the measuring system detects an internal error, an emergency message will be transmitted with the error code of “Object 1003h: Pre-defined error field” and “Object 1001h: Error register”.

If the error disappears, the measuring system transmits an emergency message with error code "0" (reset error / no error) and error register "0".

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

10 Transmission of the measuring system position value

Before the measuring system position can be transferred the measuring system has to be started with the “Node Start” command.

Node-Start Protocol

COB-Identifier = 0	
Byte 0	Byte 1
1	Node-ID

Node Start command with the Node-ID of the measuring system (slave) starts only this device.
Node Start command with **Node-ID = 0** starts all slaves connected to the bus.
After the Node Start command the measuring system transmit the position value one time with the COB-ID of object 1800h. This service can be prevented via the "Object 2101h: TR-Send PDO at Node-Start" on page 119.

Now the measuring system position value can be transmitted in different ways:

1. Asynchronous Transmission
(see also chapter 6.3.1 “1st Transmit Process-Data-Object (asynchronous)”)

The 1st transmit PDO (object 1800h) transmit the position value of the measuring system. The cyclic time is defined by the value of the cyclic timer (object 6200h). This transmission starts automatically after the Node Start command and the value of the cyclic timer is > 0.

The default value of the COB-ID is 180h + Node-ID.

Object	Function Code	COB-ID	Index Communication Parameter
PDO1 (tx)	0011bin	181h – 1FFh	1800h

In order to stop the transmission of the measuring system position temporarily, the output can be interrupted by timer value = 0, in object 6200h.

2. Cyclic Transmission
(see also chapter 6.3.2 “2nd Transmit Process-Data-Object (cyclic)”)

The 2nd transmit PDO (object 1801h) transmit the position value of the measuring system on request (remote / sync), non-recurrent triggering.

- The measuring system receives a remote frame with the COB-ID (default value 280h + Node-ID)

Object	Function Code	COB-ID	Index Communication Parameter
PDO2 (tx)	0101bin	281h – 2FFh	1801h

- The measuring system receives a sync telegram with the COB-ID (default value 080h) defined in object 1005h. All slaves with this SYNC-COB-ID will transmit the position value.

Object	Function Code	COB-ID	Index Communication Parameter
SYNC	0001bin	80h	1005h

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11 Causes of faults and remedies

11.1 SDO Error codes

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80) the data field contains a 4-byte error code. By the measuring system the following error codes are supported:

Error code	Meaning	Remedy
0x0503 0000	Toggle bit not alternated.	An error occurred at segmented transmission of a SDO - repeat the procedure
0x0504 0001	Not valid or unknown commando code (CCD)	List of valid CCD´s see Table 3 on page 80.
0x0601 0001	Attempt to read a write only object.	False Command Code (CCD), only write commands (0x2x) are permitted, see Table 3 on page 80.
0x0601 0002	Attempt to write a read only object.	False Command Code (CCD), only read commands (0x4x) are permitted, see Table 3 on page 80.
0x0602 0000	Object does not exist in the object dictionary.	Valid objects see Table 8 and Table 9 on page 107 and 117.
0x0604 0042	The number and length of the objects to be mapped would exceed PDO length	Check - Mapping objects ≤ 8 byte data length per TPDO - Number of mapping objects ≤ 2 per TPDO
0x0607 0010	Data type does not match, length of service parameter does not match.	The used Command Code (CCD) does not match with the data length of the transferred object. Compare Command Codes on page 80 with the objects; see Table 8 and Table 9 on page 107 and 117.
0x0607 0012	Data type or length of service parameter to big	The used Command Code (CCD) is longer than the data length of the transferred object. Compare Command Codes on page 80 with the objects; see Table 8 and Table 9 on page 107 and 117.
0x0607 0013	Data type or length of service parameter to small	The used Command Code (CCD) is shorter than the data length of the transferred object. Compare Command Codes on page 80 with the objects; see Table 8 and Table 9 on page 107 and 117.
0x0609 0011	Sub-index does not exist.	Check which sub-indices the corresponding object supports.
0x0609 0030	Invalid parameter value (download only)	Check the valid value of the object
0x0609 0031	Transmitted value of parameter too high.	Check the valid range of the object
0x0609 0032	Transmitted value of parameter too low.	Check the valid range of the object
0x0800 0020	Data cannot be transferred or stored to the application	Wrong signature written when storing/restoring the parameters, see object 1010h on page 111.
0x0800 0021	In case of the local control, the data cannot be transferred or stored to the application	Wrong Mode Selection, see Object 2000h: Mode selection TR / CiA DS-406 on page 118 or wrong state for the Object 1F51h: Program control on page 115.
0x0800 0024	No data available	Indication that no more errors are existing at read access on object 1003h sub-index 1, see page 109.

Table 10: SDO Error codes

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.2 Emergency Error codes

Emergency objects are triggered by the occurrence of a device internal error situation, transmission format see chapter “Emergency Message”, page 123.

The error indication is carried out about the objects

- Error register 1001h, page 108 and
- Pre-defined error field 1003h, page 109

11.2.1 Object 1001h: Error register

The error register displays bit coded the error state of the measuring system. Also several errors at the same time can be displayed by a set bit. The error code of the error occurred last is stored in object 1003h, sub-index 1, the number of errors in sub-index 0. An error is signaled at the moment of the occurrence by an EMCY-message. By reading of the object 1001h the error stored last in object 1003h, sub-index 0, is cleared. Each further read request clears a further error from the list. With the clearing of the last error the error register is set back and an EMCY-message with error code "0x000" is transferred.

Bit	Meaning
0	generic error
1	0
2	0
3	0
4	communication error (overrun, error state)
5	0
6	0
7	0

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.2.2 Object 1003h: Pre-defined Error field, bits 0 – 15

About the Emergency object only the error occurred last is indicated. For each EMCY-message which could be deleted an EMCY-report with error code "0x0000" is transmitted. The result can be taken from object 1003h. If no more error is present, the error register indicates also no more error.

The error list in object 1003h can be deleted in different ways:

1. Writing a “0” to sub-index 0 in object 1003h
2. Execution of the NMT-service “Reset Communication”, command 0x82
3. Reading the object 1001h, after the last error was deleted

Error code	Meaning	Remedy
0x0000	reset error / no error	-
0x8100	Communication errors, which are triggered by the CAN-controller.	- Reset node with command 0x81, after that start the node again with command 0x01. - Switch off; switch on again the supply voltage of the measuring system.
0x8130	Life guard error	- General bus load ≤ 85 % ! - Attempt to increase the baud rate - Increase cycle time for node guarding protocol by means of the objects 100Ch and 100Dh - Try to restart the device: Voltage OFF/ON.
	Heartbeat error	- General bus load ≤ 85 % ! - Attempt to increase the baud rate - Adapt cycle time for heartbeat protocol by means of the objects 1016h or 1017h

Table 11: Emergency Error codes

11.3 Other faults

Fault	Cause	Remedy
Position skips of the measuring system	Strong vibrations	Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are dampened with "shock modules". If the error recurs despite these measures, the measuring system must be replaced.
	Electrical faults EMC	Perhaps isolated flanges and couplings made of plastic help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data and supply. Shielding and wire routing must be performed according to the respective field-bus system construction guidelines.
	Extreme axial and radial load on the shaft or a defective scanning unit.	Couplings prevent mechanical stress on the shaft. If the error still occurs despite these measures, the measuring system must be replaced.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved