

Absolute Encoder CM_-58

 Explosionsschutzgehäuse / *Explosion Protection Enclosure*

A**70*

CMS-58

CMV-58

Zusätzliche Sicherheitshinweise

Installation

Inbetriebnahme

Parametrierung

Fehlerursachen und Abhilfen

Additional safety instructions

Installation

Commissioning

Parameterization

Cause of faults and remedies

Benutzerhandbuch
User Manual

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglishalde 6

Tel.: (0049) 07425/228-0

Fax: (0049) 07425/228-33

E-mail: info@tr-electronic.de

www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittenanwendungen 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:	06/27/2017
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR - ECE - BA - DGB - 0066 - 11
Dateiname:	TR-ECE-BA-DGB-0066-11.docx
Verfasser:	MÜJ

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.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Änderungs-Index	6
1 Allgemeines	7
1.1 Geltungsbereich.....	7
1.2 Referenzen	8
1.3 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
2.4 Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären.....	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

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 DIP-Schalter – Einstellungen.....	38
4.2.1 Bus-Terminierung	38
4.2.2 Node-ID.....	38
4.2.3 Baudrate	38
4.3 Einschalten der Versorgungsspannung.....	39
4.4 Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LSS-Diensten	39
4.4.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf.....	40
4.4.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf.....	40
5 Inbetriebnahme.....	41
5.1 CAN – Schnittstelle	41
5.1.1 EDS-Datei	41
5.1.2 Bus-Statusanzeige.....	42
6 Kommunikations-Profil	43
6.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)	43
6.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)	43
7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301).....	44
7.1 Objekt 1000h: Gerätetyp.....	45
7.2 Objekt 1001h: Fehlerregister	45
7.3 Objekt 1002h: Hersteller-Status-Register.....	46
7.4 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld	46
7.5 Objekt 1005h: COB-ID SYNC Nachricht	47
7.6 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen.....	47
7.7 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion.....	47
7.8 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion.....	47
7.9 Objekt 100Ch: Guard-Time (Überwachungszeit)	48
7.10 Objekt 100Dh: Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)	48
7.11 Objekt 100Eh: COB-ID Guarding-Protokoll	48
7.12 Objekt 1010h: Parameter abspeichern.....	49
7.13 Objekt 1014h: COB-ID EMCY	50
7.14 Objekt 1018h: Identity Objekt	50

8 Parametrierung	51
8.1 Standardisierter Encoder-Profilbereich (CiA DS-406)	51
8.1.1 Objekt 6000h - Betriebsparameter	52
8.1.2 Skalierungsparameter	52
8.1.2.1 Objekt 6001h – Mess-Schritte pro Umdrehung	52
8.1.2.2 Objekt 6002h - Gesamtmesslänge in Schritten	53
8.1.3 Objekt 6003h - Presetwert	54
8.1.4 Objekt 6004h - Positionswert	54
8.1.5 Objekt 6200h - Cyclic-Timer	54
8.1.6 Mess-System Diagnose	55
8.1.6.1 Objekt 6500h - Betriebsstatus	55
8.1.6.2 Objekt 6501h - Single-Turn Auflösung	55
8.1.6.3 Objekt 6502h - Anzahl der Umdrehungen	56
8.1.6.4 Objekt 6503h - Alarme	56
8.1.6.5 Objekt 6504h - Unterstützte Alarme	57
8.1.6.6 Objekt 6505h - Warnungen	58
8.1.6.7 Objekt 6506h - Unterstützte Warnungen	58
8.1.6.8 Objekt 6507h - Profil- und Softwareversion	58
8.1.6.9 Objekt 6508h - Betriebszeit	58
8.1.6.10 Objekt 6509h - Offsetwert	58
8.1.6.11 Objekt 650Ah - Hersteller-Offsetwert	59
8.1.6.12 Objekt 650Bh - Serien-Nummer	59
9 Emergency-Meldung	60
10 Übertragung des Mess-System-Positionswertes	61
11 Fehlerursachen und Abhilfen	63
11.1 Optische Anzeigen	63
11.2 SDO-Fehlercodes	64
11.3 Emergency-Fehlercodes	65
11.3.1 Objekt 1001h: Fehlerregister	65
11.3.2 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bits 0 – 15	66
11.4 Alarm-Meldungen	66
11.5 Sonstige Störungen	66

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	11.12.07	00
- Implementierung der LSS-Dienste, CiA DS-305, - Erweiterung der SDO-Fehlercodes	05.02.08	01
Implementierung des Objekts 1014 COB-ID EMCY	27.02.08	02
Korrektur Objekt 6000: Unsigned16 --> Unsigned8	27.11.08	03
- Objekt 100B entfällt, - Unterstützung des Kommando-Codes 0x22, - Korrektur Objekt 6000: Unsigned8 --> Unsigned16	21.01.09	04
Neues Design	14.07.15	05
Verweis auf Support-DVD entfernt	02.02.16	06
Hinweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen	18.05.16	07
A*W70* hinzugefügt	16.06.16	08
Verweis auf Montageanleitung angepasst	23.05.17	09
Technische Daten entfernt	22.06.17	10
Schaltereinstellungen für die Baudrate entfernt	27.06.17	11

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 Mess-System-Baureihen gemäß nachfolgendem Typenschlüssel mit **CANopen** Schnittstelle:


* 1	* 2	* 3	* 4	* 5	-	* 6	* 6	* 6	* 6	* 6
-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----

Stelle	Bezeichnung	Beschreibung
* 1	A	Explosionsschutzgehäuse (ATEX); 
	C	Absolut-Encoder, programmierbar
	M	Magnetische Abtastung
* 3	V	Vollwelle
	S	Sacklochwelle
	W	Seilzugbox (wire)
* 4	58	Außendurchmesser Ø 58 mm
	70	Außendurchmesser Ø 70 mm
* 5	S	Singleturn
	M	Multiturn
* 6	-	Fortlaufende Nummer

* = Platzhalter

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

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- siehe Kapitel „Mitgeltende Dokumente“ in der Montageanleitung www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-DGB-0035
- optional: -Benutzerhandbuch mit Montageanleitung

1.2 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-205-1 V1.1, LMT Service Spezifikation, Februar 1996
12.	CiA DS-205-2 V1.1, LMT Protokoll Spezifikation, Februar 1996
13.	CiA DS-206 V1.1, Empfohlene Namenskonventionen für die Schichten, Februar 1996
14.	CiA DS-207 V1.1, Namenskonventionen der Verarbeitungsschichten, Februar 1996
15.	CiA DS-301 V3.0, CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend, Oktober 1996
16.	CiA DS-305 V2.0, Layer Setting Services (LSS) und Protokolle, Januar 2006
17.	CiA DS-406 V2.0, CANopen Profil für Encoder, Mai 1998

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

EMV	Elektro-Magnetische-Verträglichkeit
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 Hersteller-vereinigung 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-Identifizier. Eindeutige Zuordnung des COB. Der Identifizier 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
LMT	Layer Management. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Wird benötigt, um Parameter in den einzelnen Schichten zu konfigurieren.
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.

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition



bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



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 MBit/s. Das Profil entspricht dem **"CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406 V2.0A"**.

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


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.

2.4 Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären

Für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären wird das Standard Mess-System je nach Anforderung in ein entsprechendes Explosionsschutzgehäuse eingebaut.


Die Produkte sind auf dem Typenschild mit einer zusätzlichen -Kennzeichnung gekennzeichnet:

Explosionsschutzgehäuse	 -Kennzeichnung	 -Benutzerhandbuch
A**70*	Gas:  II 2G Ex Dust:  II 2D Ex	TR-ECE-BA-D-0098
A*W70*	Gas:  II 2G Ex	TR-ECE-BA-D-0126

Die „Bestimmungsgemäße Verwendung“, sowie alle Informationen für den gefahrlosen Einsatz des ATEX-konformen Mess-Systems in explosionsfähigen Atmosphären sind im -Benutzerhandbuch enthalten.

Das in das Explosionsschutzgehäuse eingebaute Standard Mess-System kann somit in explosionsfähigen Atmosphären eingesetzt werden.

Durch den Einbau in das Explosionsschutzgehäuse bzw. durch die Explosionsschutzanforderungen, ergeben sich Veränderungen an den ursprünglichen Eigenschaften des Mess-Systems.

Anhand der Vorgaben im -Benutzerhandbuch ist zu überprüfen, ob die dort definierten Eigenschaften den applikationsspezifischen Anforderungen genügen.

Der gefahrlose Einsatz erfordert zusätzliche Maßnahmen bzw. Anforderungen. Diese sind vor der Erstinbetriebnahme zu erfassen und müssen entsprechend umgesetzt werden.

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.

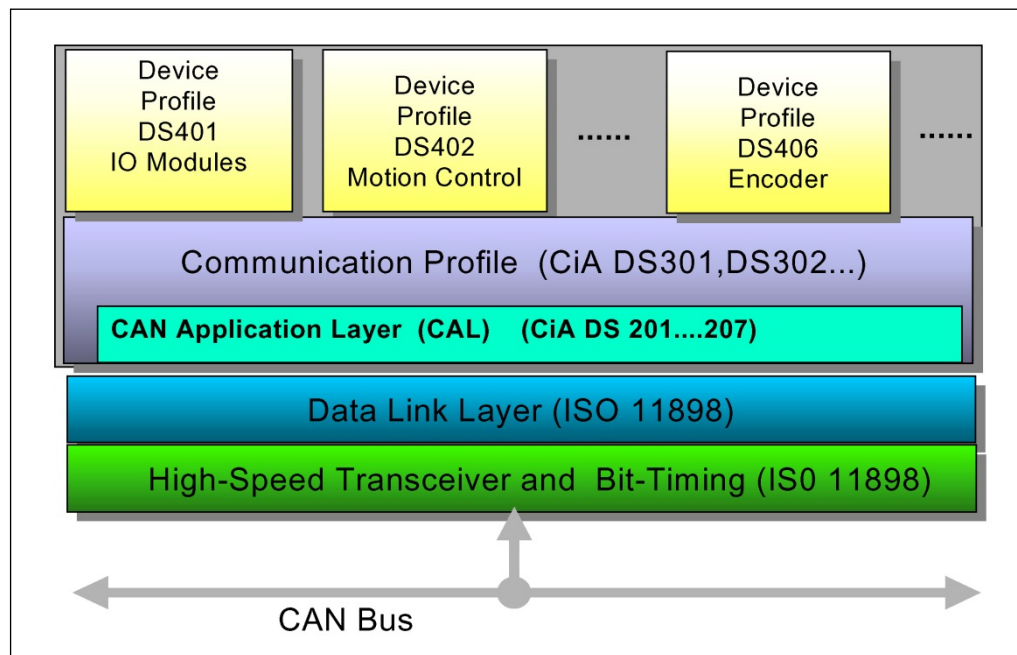


Abbildung 1: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

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.

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.

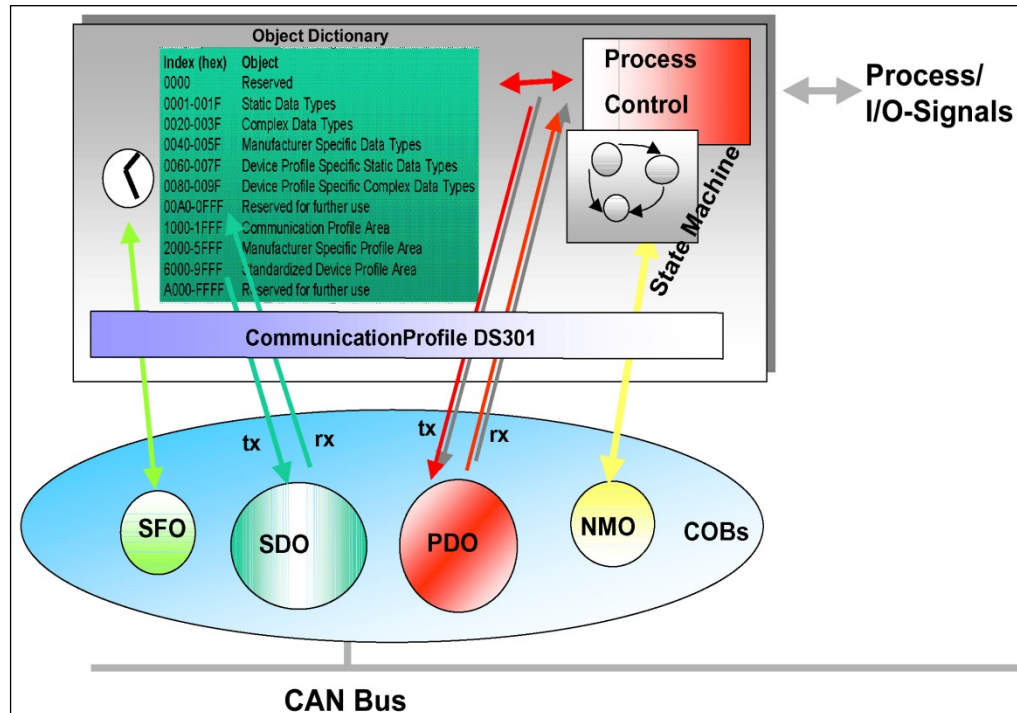


Abbildung 2: Kommunikationsprofil

Special Function Object (SFO)

- Synchronization (SYNC)
- Emergency (EMCY) Protokoll

Network Management Object (NMO)

z.B.

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

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

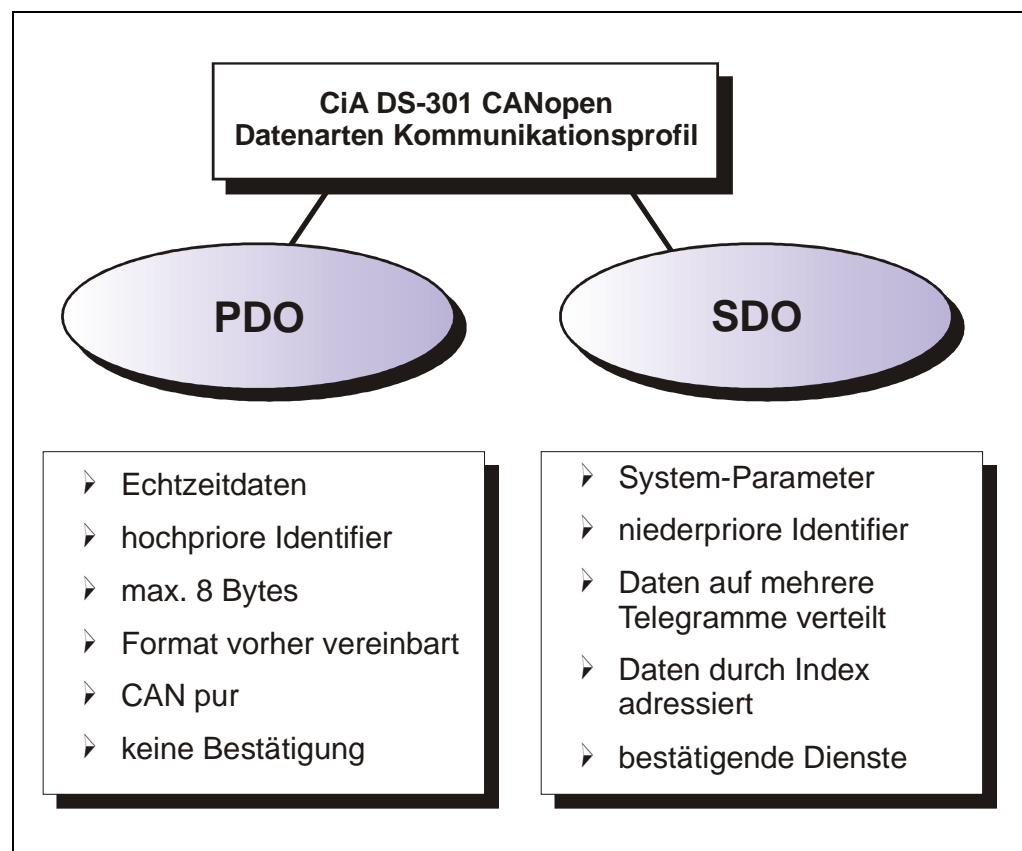


Abbildung 3: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

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 Identifizierungsordnung 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 = Adressschalter-Einstellung + 1						

Beispiele

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

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/Schreiben) 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, Seite 64 zu entnehmen.

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

3.5.2 Lese SDO

„Domain Upload“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifizier = 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-Identifizier = 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.

3.5.3 Schreibe SDO

„Domain Download“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifizier = 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-Identifizier = 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.

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).

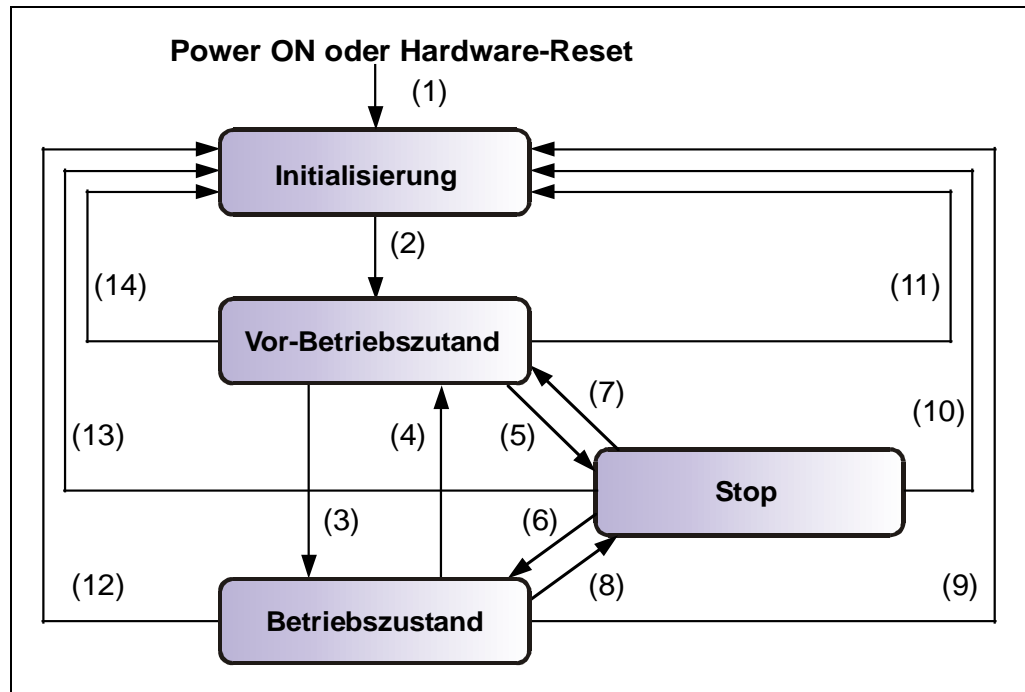


Abbildung 5: Boot-Up-Mechanismus des Netzwerkmanagements

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

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

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 2⁷ 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
0x100D	Life Time Factor	<p>Life Time = Guard Time x Life Time Factor [ms]</p> <p>erwartet der NMT-Slave eine Zustandsabfrage durch den Master.</p> <p>Ist die Guard Time = 0, wird der entsprechende NMT-Slave nicht vom Master überwacht.</p> <p>Ist die Life Time = 0, ist das Life Guarding abgeschaltet.</p>

Tabelle 5: Parameter für NMT-Dienste

3.7 Layer setting services (LSS) und Protokolle

Die LSS-Dienste und Protokolle, dokumentiert in CiA DS-305 V2.0, 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

Somit ist es nicht mehr notwendig, die Node-ID bzw. Baudrate über die DIP-Schalter einzustellen. 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

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

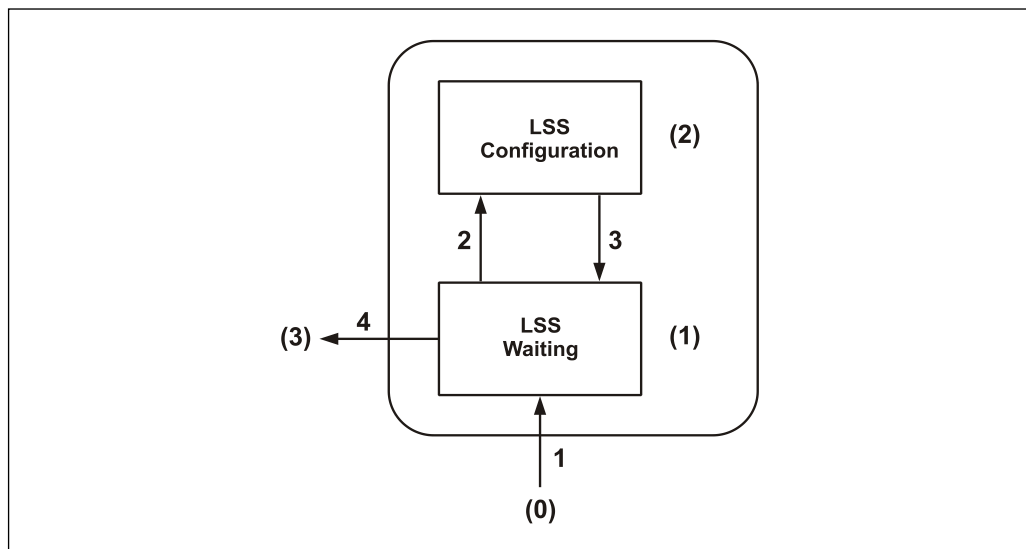


Abbildung 6: LSS FSA Zustandsmaschine

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

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.

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	04	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	64	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	65	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. (≙Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E5	66	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (≙Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	67	LSB		MSB				

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E4	68							

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	17	1...64						

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	17							

Node-ID

- 1...64: gültige Adressen, DIP-Schalter inaktiv
- 255: DIP-Schalter aktiv

Error Code

- 0: Ausführung erfolgreich
- 1: Node-ID außerhalb Bereich, 1...64
- 2...254: Reserved
- 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

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

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	19	0	0, 2, 4, 7					

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	19							

Table Selector

0: Standard CiA Baudraten-Tabelle

Table Index, unterstützte Baudraten siehe Steckerbelegung

0: 1 Mbit/s
 2: 500 kbit/s
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 7: 20 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

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	21	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	23							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	23							

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

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	90							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Vendor-ID (\triangle Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E4	90	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	91							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (\triangle Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E4	91	LSB		MSB				

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	92							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. (\triangle Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	92	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	93							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (\triangle Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	93	LSB		MSB				

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	94							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E4	94	1...64, 255						

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.

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	70	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (≙Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	71	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. LOW				Reserved by CiA		
0x7E5	72	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. HIGH				Reserved by CiA		
0x7E5	73	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. LOW				Reserved by CiA		
0x7E5	74	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. HIGH				Reserved by CiA		
0x7E5	75	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	79							

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	76							

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	80							

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 Gerätekategorie

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

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 1–64 und Baudraten von bis zu 1 Mbit/s.

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

Kabelquerschnitt	20 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm ² – 0.34 mm ²	2500 m	500 m	250 m	100 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!

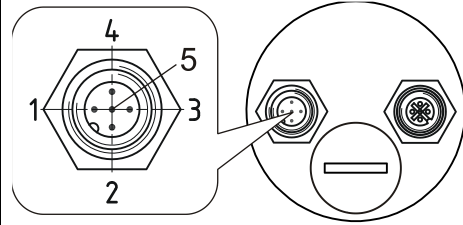
Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten!

4.1 Anschluss

CANopen_IN

Flanschstecker, M12x1 – 5 pol. A-kodiert

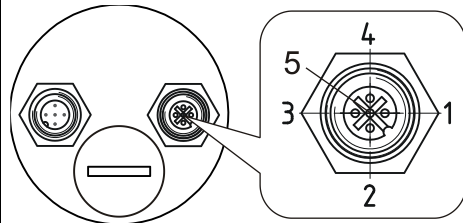
Pin 1	CAN_GND
Pin 2	Versorgungsspannung, 11-27 VDC
Pin 3	0 V
Pin 4	CAN_H
Pin 5	CAN_L



CANopen_OUT

Flanschdose, M12x1 – 5 pol. A-kodiert

Pin 1	CAN_GND
Pin 2	Versorgungsspannung, 11-27 VDC
Pin 3	0 V
Pin 4	CAN_H
Pin 5	CAN_L



Die Steckerpins für die Versorgungsspannung (Pin 2 / Pin 3) sind intern miteinander verbunden und können sowohl als Einspeisung, als auch für die Versorgung des nachfolgenden Teilnehmers verwendet werden.

Für die Versorgung sind paarweise verdrehte und geschirmte Kabel zu verwenden !

4.2 DIP-Schalter – Einstellungen

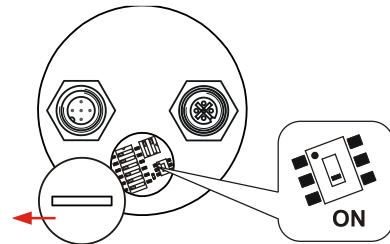


Im Auslieferungszustand ist das Mess-System so programmiert, dass die Node-ID und die Baudrate über die DIP-Schalter eingestellt werden kann. Sollen diese Einstellungen über den CAN-Bus vorgenommen werden, müssen hierfür die entsprechenden LSS-Dienste verwendet werden, siehe „Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LSS-Diensten“, Seite 39.

Die DIP-Schalter Stellung wird nur im Einschaltmoment gelesen, nachträgliche Änderungen werden daher nicht erkannt !

4.2.1 Bus-Terminierung

Ist das Mess-System der letzte Teilnehmer im CAN-Segment, ist der Bus durch den Terminierungsschalter = ON abzuschließen. In diesem Zustand wird der weiterführende CAN-Bus abgekoppelt.

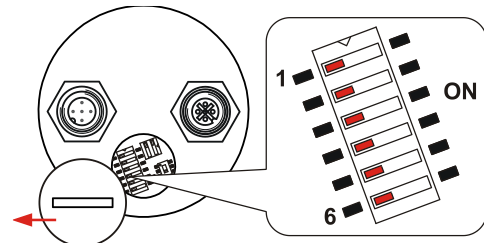


4.2.2 Node-ID

Die Node-ID (Mess-System-Adresse) 1 – 64 wird durch die DIP-Schalter 1-6 eingestellt: DIP-1 = ID 2^0 , DIP-6 = ID 2^5 . Die Node-ID ist die eingestellte Hardwareadresse durch die DIP-Schalter 1-6 + 1. Dies bedeutet z.B.: alle 6 Schalter auf OFF = 0, Node-ID = 1

Hinweis:

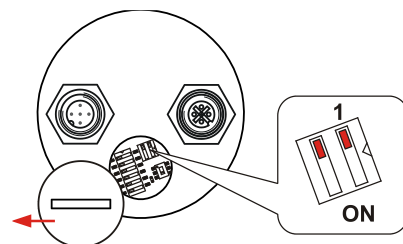
Jede eingestellte Adresse darf nur einmal im CAN-Bus vergeben werden.



4.2.3 Baudrate

Die Baudrate wird durch die DIP-Schalter 1 und 2 eingestellt. Die vom Mess-System unterstützten Baudraten sind der Steckerbelegung zu entnehmen.

DIP-1	DIP-2	Baudrate
OFF	OFF	20 kbit/s / 125 kbit/s
ON	OFF	125 kbit/s / 250 kbit/s
OFF	ON	500 kbit/s
ON	ON	1000 kbit/s



4.3 Einschalten der Versorgungsspannung

Nachdem der Anschluss und alle Einstellungen vorgenommen worden sind, 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 60).

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 ist das Mess-System so programmiert, dass die Node-ID und die Baudrate über die DIP-Schalter eingestellt werden kann. Wird die Node-ID oder Baudrate jedoch über einen LSS-Dienst programmiert, sind die DIP-Schalter inaktiv geschaltet (LED 1 = ON). Mit der Programmierung der Node-ID = 255 (FFh) werden die DIP-Schalter wieder aktiv geschaltet.

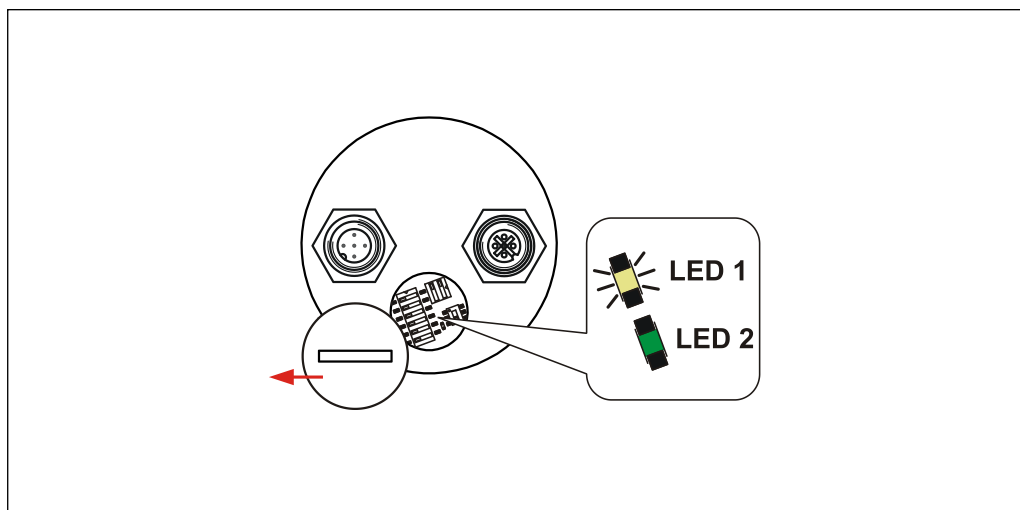


Abbildung 7: Zustandsmeldung, DIP-Schalter inaktiv

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.

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 2.0). **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 Schalter.

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 "**CMx58M_CANopen.eds**".

Download:

- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0028

5.1.2 Bus-Statusanzeige

LED 1, DIP-Schalter Zustandsanzeige

OFF: DIP-Schalter aktiv
ON: DIP-Schalter inaktiv

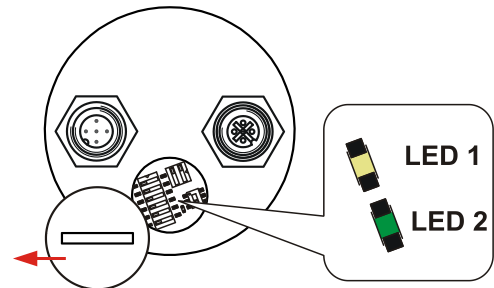
LED 2, BUS RUN (grün)

● = AN
○ = AUS
⦿ = BLINKEND

○ Versorgung fehlt, Hardwarefehler

● Alles OK, betriebsbereit

⦿ keine Zuordnung zu einem Master



Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 63.

6 Kommunikations-Profil

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

Der Istwert wird im Binärkode 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}

6.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)

Dieses PDO überträgt den Mess-System-Istwert asynchron. Der Timerwert ist im Index 6200h gespeichert.

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1800h	0	Anz. unterstützter Einträge	3	ro
	1	COB-ID benutzt durch PDO 1	180h + Node-ID	ro
	2	Übertragungsart	254	ro
	3	Sperrzeit	0	rw
1A00h	0	Anz. abgebildeter Objekte	1	ro
	1	Positionswert	60040020h	ro

6.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)

Dieses PDO überträgt den Mess-System-Istwert synchron (auf Anforderung). Anforderung über Remote-Frame oder SYNC-Telegramm.

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1801h	0	Anz. unterstützter Einträge	3	ro
	1	COB-ID benutzt durch PDO 2	280 + Node-ID	ro
	2	Übertragungsart	-	ro
	3	Sperrzeit	0	rw
1A01h	0	Anz. abgebildeter Objekte	1	ro
	1	Positionswert	60040020h	ro

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	45
1001	VAR	Fehlerregister	Unsigned8	ro	M	45
1002	VAR	Hersteller-Status-Register	Unsigned32	ro	O	46
1003	ARRAY	Vordefiniertes Fehlerfeld	Unsigned32	rw	O	46
1005	VAR	COB-ID SYNC-Nachricht	Unsigned32	rw	O	47
1008 ¹⁾	VAR	Hersteller Gerätenamen	Vis-String	const	O	47
1009 ¹⁾	VAR	Hardwareversion	Vis-String	const	O	47
100A ¹⁾	VAR	Softwareversion	Vis-String	const	O	47
100C	VAR	Guard-Time (Überwachungszeit)	Unsigned16	rw	O	48
100D	VAR	Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)	Unsigned8	rw	O	48
100E	VAR	COB-ID Guarding-Protokoll	Unsigned32	ro	O	48
1010	ARRAY	Parameter abspeichern	Unsigned32	rw	O	49
1014	VAR	COB-ID EMCY	Unsigned32	ro	O	50
1018	RECORD	Identity Objekt	Identity (23h)	ro	M	50

Tabelle 8: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

¹⁾ segmentiertes Lesen

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 0x1003 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".

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 66 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-Identifizier.

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 der Positionswert des Mess-Systems einmalig durch das zweite Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1801h) übertragen.

Objekt	Funktions-Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

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

7.11 Objekt 100Eh: COB-ID Guarding-Protokoll

Die Identifier wird für die Node-Guarding- und die Life-Guarding-Prozedur benötigt.

Unsigned32

MSB																	LSB							
31	30	29	28-11														10-0							
reserviert		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11 Bit Identifier							

Bit 10 - 0 = 11 Bit Identifier, Wert = 700h + Node-ID

7.12 Objekt 1010h: Parameter abspeichern

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

Index	Subindex	Kommentar	Typ
1010h	0	größter unterstützte Subindex	Unsigned8
	1	alle Parameter speichern	Unsigned32

Subindex0 (nur lesen): Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex. Wert = 1.

Subindex1 (nur schreiben): Beinhaltet den Speicherbefehl

Unsigned32

MSB		LSB	
Bits	31-2	1	0
Wert	= 0	0	1

Bei Lesezugriff 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, nach dem nächsten Einschalten der Betriebsspannung, die Parameter wieder die alten Werte besitzen.



Bei Schreibzugriff speichert das Gerät die Parameter in den nichtflüchtigen Speicher. Dieser Vorgang dauert ca. 3s. In dieser Zeit ist das Mess-System auf dem Bus nicht ansprechbar.

Um eine versehentliche Speicherung der Parameter zu vermeiden, wird die Speicherung nur ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in das Objekt 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 entsprechender Abbruch-Meldung.

Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Speicherung und antwortet mit Abbruch der Übertragung, Fehlerklasse 8, Fehlerkennung 0.

8 Parametrierung

8.1 Standardisierter Encoder-Profilbereich (CiA DS-406)

Die Einträge der Dateiliste von 6000h bis 65FFh werden von jedem Encoder genutzt.
Die Einträge sind allgemein für Encoder.

Die untenstehende Übersicht zeigt alle gemeinsamen Einträge:

M = Mandatory (zwingend)

C2 = Geräteklasse C2

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	C2	Seite
Parameter						
¹⁾ 6000	VAR	Betriebsparameter	Unsigned16	rw	M	52
²⁾ 6001	VAR	Mess-Schritte pro Umdrehung	Unsigned32	rw	M	52
²⁾ 6002	VAR	Gesamtmesslänge in Schritten	Unsigned32	rw	M	53
¹⁾ 6003	VAR	Presetwert	Unsigned32	rw	M	54
6004	VAR	Positionswert	Unsigned32	ro	M	54
¹⁾ 6200	VAR	Cyclic-Timer	Unsigned16	rw	M	54
Diagnose						
6500	VAR	Betriebsstatus	Unsigned16	ro	M	55
6501	VAR	Single-Turn Auflösung	Unsigned32	ro	M	55
6502	VAR	Anzahl der Umdrehungen	Unsigned16	ro	M	56
6503	VAR	Alarme	Unsigned16	ro	M	56
6504	VAR	Unterstützte Alarme	Unsigned16	ro	M	57
6505	VAR	Warnungen	Unsigned16	ro	M	58
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	59
650B	VAR	Serien-Nummer	Unsigned32	ro	M	59

Tabelle 9: Encoder-Profilbereich

¹⁾ ist sofort nach Aufruf wirksam und wird im EEPROM dauerhaft abgespeichert

²⁾ wird erst wirksam und dauerhaft im EEPROM abgespeichert nach Aufruf von **"Objekt 1010h: Parameter abspeichern"**

8.1.1 Objekt 6000h - Betriebsparameter

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

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0, Default	Bit = 1
0	Zählrichtung	steigend	fallend
1 - 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).

8.1.2 Skalierungsparameter

Über die **Skalierungsparameter** kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Der ausgegebene Positionswert wird binär dekodiert und mit einer Nullpunktskorrektur und der eingestellten Zählrichtung verrechnet. Das Mess-System unterstützt keine Kommazahlen oder von 2er-Potenzen abweichende Umdrehungszahlen (Getriebefunktion). Der Parameter Mess-Schritte pro Umdrehung muss eine Ganzzahl innerhalb des angegebenen Bereiches sein.

8.1.2.1 Objekt 6001h – Mess-Schritte pro Umdrehung

Der Parameter "Mess-Schritte pro Umdrehung" legt die Anzahl der Schritte pro Umdrehung fest.

Unsigned32

Mess-Schritte pro Umdrehung			
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}

Untergrenze	1 Schritt / Umdrehung
Obergrenze	2048 Schritte pro Umdrehung (Max.-Wert siehe Typenschild)
Default	2048

8.1.2.2 Objekt 6002h - Gesamtmesslänge in Schritten

Der Parameter "Gesamtmesslänge in Schritten" legt die Anzahl der Schritte über den gesamten Messbereich fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Unsigned32

Gesamtmesslänge in Schritten			
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}

Untergrenze	16 Schritte
Obergrenze	8388608 Schritte (23 Bit)
Default	8388608

Der tatsächlich einzugebende Obergrenzwert für die Gesamtmesslänge in Schritten ist von der Mess-System-Ausführung abhängig und kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

$\text{Gesamtmesslänge in Schritten} = \text{Mess-Schritte pro Umdrehung} * \text{Anzahl der Umdrehungen}$
--

Zur Berechnung können die Parameter **Schritte/Umdr.** und **Anzahl Umdrehungen** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.



Bei der Eingabe der Parametrierdaten ist darauf zu achten, dass die Parameter „**Gesamtmesslänge in Schritten**“ und „**Mess-Schritte pro Umdrehung**“ so gewählt werden, dass der Quotient aus beiden Parametern eine Zweierpotenz ist. Ist dies nicht gegeben, korrigiert das Mess-System die Messlänge in Schritten auf die nächst kleinere ganze Zahl, damit sich die nächst kleinere Zweierpotenz in der Umdrehungszahl ergibt. Die Anzahl Schritte pro Umdrehung bleibt konstant.

Bei Eingaben, die eine Grenzwertüberschreitung zur Folge haben, werden die betroffenen Parameter auf ihren Minimal- bzw. Maximalwert gesetzt.

Die neu errechnete Messlänge in Schritten kann über das „Objekt 6002h - Gesamtmesslänge in Schritten“ ausgelesen werden und ist immer kleiner als die vorgegebene Messlänge. Es kann daher vorkommen, dass die tatsächlich benötigte Gesamtschrittzahl unterschritten wird und das Mess-System vor Erreichen des maximalen mechanischen Verfahrensweges einen Nullübergang generiert.

8.1.3 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 ungültigen Eingaben wird der Presetwert automatisch auf den Wert „0“ gesetzt.

Unsigned32

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

8.1.4 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
$2^7 \text{ bis } 2^0$	$2^{15} \text{ bis } 2^8$	$2^{23} \text{ bis } 2^{16}$	$2^{31} \text{ bis } 2^{24}$

8.1.5 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 das erste Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1800h) die Mess-System-Position.

8.1.6 Mess-System Diagnose

8.1.6.1 Objekt 6500h - Betriebsstatus

Dieses Objekt enthält den Betriebsstatus des Mess-Systems und beinhaltet 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		

8.1.6.2 Objekt 6501h - Single-Turn Auflösung

Das Objekt 6501h enthält die maximale Anzahl der Mess-Schritte pro Umdrehung welche durch das Mess-System ausgegeben werden können.

Unsigned32

Single-Turn Auflösung			
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}

Standardwert: 2048 = 800h Schritte pro Umdrehung (abhängig von der Kapazität, siehe Typenschild).

8.1.6.3 Objekt 6502h - Anzahl der Umdrehungen

Dieses Objekt beinhaltet die Anzahl der Umdrehungen, welche das Mess-System ausgeben kann.

Für ein Multi-Turn Mess-System ergibt sich aus der Anzahl der Umdrehungen und der Single-Turn Auflösung die Gesamtmesslänge, welche sich nach der unten stehenden Formel berechnen lässt. Die max. Anzahl der Umdrehungen ist 4.096 (12 Bit).

Gesamtmesslänge in Schritten = Anzahl der Umdrehungen x Single-Turn Auflösung

Standardwert: 4096 = 1000h Umdrehungen.

8.1.6.4 Objekt 6503h - Alarme

Das Objekt 6503h liefert zusätzlich zur „Emergency-Meldung“ weitere Alarm-Meldungen. Ein Alarm wird gesetzt, wenn eine Störung im Mess-System zum falschen Positionswert führen könnte. Falls ein Alarm auftritt, wird das zugehörige Bit solange auf logisch „High“ gesetzt, bis der Alarm gelöscht und das Mess-System bereit ist, einen richtigen Positionswert auszugeben.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Positionsfehler	Nein	Ja
1	Reserviert für weitere Verwendung		
2	Reserviert für weitere Verwendung		
3	Reserviert für weitere Verwendung		
4	Reserviert für weitere Verwendung		
5	Reserviert für weitere Verwendung		
6	Reserviert für weitere Verwendung		
7	Reserviert für weitere Verwendung		
8	Reserviert für weitere Verwendung		
9	Reserviert für weitere Verwendung		
10	Reserviert für weitere Verwendung		
11	Reserviert für weitere Verwendung		
12	EE-PROM-Fehler	OK	Fehler
13	Reserviert für weitere Verwendung		
14	herstellerspezifische Funktionen		
15	herstellerspezifische Funktionen		

Positionsfehler

Das Bit wird gesetzt, wenn das Mess-System eine Störung des Systems erkennt.

EE-PROM-Fehler

Das Mess-System hat eine falsche Checksumme im EEPROM-Bereich erkannt, oder ein Schreibvorgang in das EEPROM konnte nicht erfolgreich abgeschlossen werden.

8.1.6.5 Objekt 6504h - Unterstützte Alarme

Das Objekt 6504h beinhaltet Informationen über die Alarme, die durch das Mess-System unterstützt werden.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Positionsfehler	Nein	Ja
1	Reserviert für weitere Verwendung		
2	Reserviert für weitere Verwendung		
3	Reserviert für weitere Verwendung		
4	Reserviert für weitere Verwendung		
5	Reserviert für weitere Verwendung		
6	Reserviert für weitere Verwendung		
7	Reserviert für weitere Verwendung		
8	Reserviert für weitere Verwendung		
9	Reserviert für weitere Verwendung		
10	Reserviert für weitere Verwendung		
11	Reserviert für weitere Verwendung		
12	EE-PROM-Fehler	Nein	Ja
13	Reserviert für weitere Verwendung		
14	herstellerspezifische Funktionen		
15	herstellerspezifische Funktionen		

8.1.6.6 Objekt 6505h - Warnungen

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

8.1.6.7 Objekt 6506h - Unterstützte Warnungen

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

8.1.6.8 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:	02.00 dez.	
Binärcode:	0000 0010	0000 0000
Hexadezimal:	02	00

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

Softwareversion:	11.10 dez.	
Binärcode:	0001 0001	0000 1010
Hexadezimal:	11	0A

Die komplette Softwareversion ist in Objekt 100Ah enthalten, siehe Seite 47.

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

8.1.6.9 Objekt 6508h - Betriebszeit

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.

Die Betriebszeit-Funktion wird nicht verwendet, der Betriebszeitwert wird auf den Maximalwert gesetzt (FF FF FF FF h).

8.1.6.10 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.

8.1.6.11 Objekt 650Ah - Hersteller-Offsetwert

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.

Bei Lesezugriff ist der Offsetwert "0".

8.1.6.12 Objekt 650Bh - Serien-Nummer

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

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-Identifizier = 080h + Node-ID

Wenn das Mess-System einen internen Fehler erkennt, wird eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode des Objekts 1003h (Vordefiniertes Fehlerfeld) und dem Fehler-Register (Objekt 1001h) 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".

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-Identifizier = 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.

Jetzt kann der Positionswert auf verschiedene Arten übertragen werden:

1. Asynchron-Übertragung

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

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	1005

11 Fehlerursachen und Abhilfen

11.1 Optische Anzeigen

grüne LED	Ursache	Abhilfe
aus	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	<ul style="list-style-type: none"> - Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
blinkend	keine Zuordnung zu einem Master <ul style="list-style-type: none"> - vertauschte CAN-Leitungen - unterbrochene CAN-Leitungen - doppelte NODE-ID im Netzwerk 	<ul style="list-style-type: none"> - eingestellte Baudrate muss mit der Master-Baudrate übereinstimmen! - CAN-Leitungen überprüfen - Sicherstellen, dass jede NODE-ID nur einmal im Netzwerk vorhanden ist
an	Mess-System betriebsbereit	-

11.2 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.	Der angefragte Service konnte nicht ausgeführt werden, bzw. meldet sich der Slave nicht mehr. <ul style="list-style-type: none"> - den Slave ein weiteres Mal anfragen - werden mehrere Datensegmente übertragen, sollte die Übertragung abgebrochen werden - Service-Parameter überprüfen - physikalische Verbindung zum Slave überprüfen - Busauslastung innerhalb 50-80 % ? - Time-Out Zeit höher setzen - dem Slave eine höhere Priorität zuweisen - Hardware-Defekt --> Mess-System austauschen
0x0504 0005	Presetwert außerhalb gültigem Bereich, Objekt 6003h.	Gültiger Bereich: 0 bis programmierte Messlänge in Schritten – 1
0x0601 0000	Nicht unterstützter Zugriff auf ein Objekt.	Überprüfen, welches Attribut für das entsprechende Objekt gültig ist: <ul style="list-style-type: none"> - rw: Lese- und Schreibzugriff - wo: nur Schreibzugriff - ro: nur Lesezugriff - Const: nur Lesezugriff Übersicht der Objekte siehe Tabelle 8 und Tabelle 9 auf Seite 44 und 51.
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 44 und 51.
0x0606 0000	EE-PROM-Fehler.	Mess-System-Spannung eventuell ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
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 44 und 51.
0x0609 0011	Subindex nicht vorhanden.	Überprüfen, welche Subindexe das entsprechende Objekt unterstützt.
0x0609 0031	Gesendeter Parameterwert in Objekt 6001h zu groß, nur Download.	Gültiger Bereich: $1 \leq \text{Mess-Schritte pro Umdrehung} \leq 2048$
0x0609 0032	Gesendeter Parameterwert in Objekt 6001h zu klein, nur Download.	Gültiger Bereich: $1 \leq \text{Mess-Schritte pro Umdrehung} \leq 2048$
0x0800 0020	Signatur-Fehler.	Falsche Signatur beim Abspeichern der Parameter geschrieben, siehe Objekt 1010h: Parameter abspeichern, Seite 49.

Tabelle 10: SDO-Fehlercodes

11.3 Emergency-Fehlercodes

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst, Übertragungsformat siehe Kapitel „Emergency-Meldung“, Seite 60. Die Fehleranzeige wird über die Objekte

- Fehlerregister 0x1001, siehe Seite 45 und
- Vordefiniertes Fehlerfeld 0x1003, siehe Seite 46

vorgenommen.

11.3.1 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 0x1003, 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 0x1003, 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

11.3.2 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 0x1003 entnommen werden. Wenn kein Fehler mehr vorliegt, zeigt auch das Fehlerregister keinen Fehler mehr an.

Die Fehlerliste in Objekt 0x1003 kann auf verschiedene Arten gelöscht werden:

1. Schreiben des Wertes „0“ auf Subindex 0 im Objekt 0x1003
2. Ausführen des NMT-Dienstes „Reset Communication“, Kommando 0x82
3. Durch Lesen des Objekts 0x1001, nach dem der letzte Fehler gelöscht wurde

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0000	Fehler rückgesetzt / kein Fehler	-
0x8100	Kommunikationsfehler, die vom CAN-Controller ausgelöst werden.	<ul style="list-style-type: none"> - Knoten zurücksetzen mit Kommando 0x81, danach Knoten neu starten mit Kommando 0x01 - Mess-System-Spannung ausschalten, danach wieder einschalten.

Tabelle 11: Emergency-Fehlercodes

11.4 Alarm-Meldungen

Über das Objekt 6503h werden zusätzlich zur Emergency-Meldung weitere Alarm-Meldungen ausgegeben. Das entsprechende Fehlerbit wird gelöscht, wenn der Fehler nicht mehr anliegt.

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 0 = 1, Positionsfehler	Ausfall von Abtastelementen im Mess-System	Versorgungsspannung eventuell ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
Bit 12 = 1, EE-PROM-Fehler	Speicherbereich im internen EE-PROM defekt	

11.5 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 verdrehten 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.

User Manual

CM_-58 CANopen

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
email: info@tr-electronic.de
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:	06/27/2017
Document / Rev. no.:	TR - ECE - BA - DGB - 0066 - 11
File name:	TR-ECE-BA-DGB-0066-11.docx
Author:	MÜJ

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.

Contents

Contents	69
Revision index	72
1 General information	73
1.1 Applicability	73
1.2 References	74
1.3 Abbreviations and definitions	75
2 Additional safety instructions	76
2.1 Definition of symbols and instructions	76
2.2 Additional instructions for proper use	76
2.3 Organizational measures	77
2.4 Usage in explosive atmospheres	77
3 CANopen information	78
3.1 CANopen – Communication profile	79
3.2 Process- and Service-Data-Objects	80
3.3 Object Dictionary	81
3.4 CANopen default identifier	81
3.5 Transmission of SDO messages	82
3.5.1 SDO message format	82
3.5.2 Read SDO	84
3.5.3 Write SDO	85
3.6 Network management, NMT	86
3.6.1 Network management services	87
3.6.1.1 NMT device control services	87
3.6.1.2 NMT Node / Life guarding services	88
3.7 Layer setting services (LSS) and protocols	89
3.7.1 Finite state automaton, FSA	90
3.7.2 Transmission of LSS services	91
3.7.2.1 LSS message format	91
3.7.3 Switch mode protocols	92
3.7.3.1 Switch state global protocol	92
3.7.3.2 Switch state selective protocol	92
3.7.4 Configuration protocols	93
3.7.4.1 Configure Node-ID protocol	93
3.7.4.2 Configure bit timing parameters protocol	94
3.7.4.3 Activate bit timing parameters protocol	95
3.7.4.4 Store configuration protocol	95
3.7.5 Inquire LSS address protocols	96
3.7.5.1 Inquire identity Vendor-ID protocol	96
3.7.5.2 Inquire identity Product-Code protocol	96
3.7.5.3 Inquire identity Revision-Number protocol	97
3.7.5.4 Inquire identity Serial-Number protocol	97

3.7.6 Inquire Node-ID protocol.....	98
3.7.7 Identification protocols	99
3.7.7.1 LSS identify remote slave protocol.....	99
3.7.7.2 LSS identify slave protocol.....	99
3.7.7.3 LSS identify non-configured remote slave protocol	100
3.7.7.4 LSS identify non-configured slave protocol.....	100
3.8 Device profile	101
4 Installation / Preparation for start-up	102
4.1 Connection.....	103
4.2 DIP-switch – settings	104
4.2.1 Bus termination	104
4.2.2 Node-ID.....	104
4.2.3 Baud rate	104
4.3 Switching on the supply voltage	105
4.4 Setting the Node-ID and Baud rate by means of LSS services.....	105
4.4.1 Configuration of the Node-ID, sequence	106
4.4.2 Configuration of the Baud rate, sequence	106
5 Commissioning.....	107
5.1 CAN – interface.....	107
5.1.1 EDS file	107
5.1.2 Bus status	108
6 The communication profile	109
6.1 1st transmit Process-Data-Object (asynchronous).....	109
6.2 2nd transmit Process-Data-Object (cyclic)	109
7 Communication specific standard objects (CiA DS-301).....	110
7.1 Object 1000h: Device type.....	111
7.2 Object 1001h: Error register	111
7.3 Object 1002h: Manufacturer status register	112
7.4 Object 1003h: Pre-defined error field	112
7.5 Object 1005h: COB-ID SYNC message	113
7.6 Object 1008h: Device name	113
7.7 Object 1009h: Hardware version	113
7.8 Object 100Ah: Software version	113
7.9 Object 100Ch: Guard time	114
7.10 Object 100Dh: Life time factor	114
7.11 Object 100Eh: COB-ID guarding protocol	114
7.12 Object 1010h: Store parameters.....	115
7.13 Object 1014h: COB-ID EMCY	116
7.14 Object 1018h: Identity Object	116

8 Parameterization	117
8.1 Standardized encoder profile area (CiA DS-406)	117
8.1.1 Object 6000h - Operating parameters	118
8.1.2 Scaling parameters	118
8.1.2.1 Object 6001h – Measuring units per revolution	118
8.1.2.2 Object 6002h - Total measuring range in measuring units	119
8.1.3 Object 6003h - Preset value	120
8.1.4 Object 6004h - Position value	120
8.1.5 Object 6200h - Cyclic timer	120
8.1.6 Measuring system diagnostics	121
8.1.6.1 Object 6500h - Operating status	121
8.1.6.2 Object 6501h - Single-Turn resolution	121
8.1.6.3 Object 6502h - Number of distinguishable revolutions	122
8.1.6.4 Object 6503h - Alarms	122
8.1.6.5 Object 6504h - Supported alarms	123
8.1.6.6 Object 6505h - Warnings	124
8.1.6.7 Object 6506h - Supported warnings	124
8.1.6.8 Object 6507h - Profile and software version	124
8.1.6.9 Object 6508h - Operating time	124
8.1.6.10 Object 6509h - Offset value	124
8.1.6.11 Object 650Ah - Manufacturer offset value	125
8.1.6.12 Object 650Bh - Serial number	125
9 Emergency Message	126
10 Transmission of the measuring system position value	127
11 Causes of faults and remedies	129
11.1 Optical displays	129
11.2 SDO Error codes	130
11.3 Emergency Error codes	131
11.3.1 Object 1001h: Error register	131
11.3.2 Object 1003h: Pre-defined Error field, bits 0 – 15	132
11.4 Alarm messages	132
11.5 Other faults	132

Revision index

Revision	Date	Index
First release	12/11/07	00
- Implementation of the LSS services, CiA DS-305, - Extension of the SDO abort codes	02/05/08	01
Implementation of the object 1014 COB-ID EMCY	02/27/08	02
Correction Object 6000: Unsigned16 --> Unsigned8	11/27/08	03
- Object 100B canceled, - Support of command code 0x22, - Correction Object 6000: Unsigned8 --> Unsigned16	01/21/09	04
New design	07/14/15	05
Reference to Support-DVD removed	02/02/16	06
Notes for use in explosive atmospheres	05/18/16	07
A*W70* added	06/16/16	08
Reference to assembly instruction edited	05/23/17	09
Technical data removed	06/22/17	10
Switch adjustments for the baud rate removed	06/27/17	11

1 General information

The User Manual includes the following topics:

- Safety instructions in addition 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 measuring system models according to the following type designation code with **CANopen** interface:


* 1	* 2	* 3	* 4	* 5	-	* 6	* 6	* 6	* 6	* 6
-----	-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----

Position	Notation	Description
* 1	A	Explosion protection enclosure (ATEX); 
	C	Absolute-Encoder, programmable
	M	Magnetic scanning unit
* 3	V	Solid shaft
	S	Blind shaft
	W	Rope length transmitter (wire)
* 4	58	External diameter Ø 58 mm
	70	External diameter Ø 70 mm
* 5	S	Single turn
	M	Multi turn
* 6	-	Consecutive number

* = Wild cards

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

The following documentation therefore also applies:

- see chapter "Other applicable documents" in the Assembly Instructions www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-DGB-0035
- optional: -User Manual with assembly instructions

1.2 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-205-1 V1.1, LMT Service Specification, February 1996
12.	CiA DS-205-2 V1.1, LMT Protocol Specification, February 1996
13.	CiA DS-206 V1.1, Recommended Layer Naming Conventions, February 1996
14.	CiA DS-207 V1.1, Application Layer Naming Conventions, February 1996
15.	CiA DS-301 V3.0, CANopen Communication Profile based on CAL, October 1996
16.	CiA DS-305 V2.0, Layer Setting Services (LSS) and Protocols, January 2006
17.	CiA DS-406 V2.0, CANopen Profile for Encoder, May 1998

1.3 Abbreviations and definitions

EMC	Electro Magnetic Compatibility
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.
LMT	Layer Management. One of the service elements of the application in the CAN Reference Model. It serves to configure parameters of each layer in the CAN Reference Model.
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.

2 Additional safety instructions

2.1 Definition of symbols and instructions



means that death or serious injury can occur if the required precautions are not met.



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 V2.0A"**.

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.
-

2.3 Organizational measures






- This User Manual must always be 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.

2.4 Usage in explosive atmospheres

When used in explosive atmospheres, the standard measuring system has to be installed in an appropriate explosion protective enclosure and subject to requirements.

The products are labeled with an additional  marking on the nameplate:

Explosion Protection Enclosure	 Marking	 -User Manual
A**70*	Gas:  II 2G Ex Dust:  II 2D Ex	TR-ECE-BA-GB-0098
A*W70*	Gas:  II 2G Ex	TR-ECE-BA-GB-0126

The "intended use" as well as any information on the safe usage of the ATEX-compliant measuring system in explosive atmospheres are contained in the  User Manual.

Standard measuring systems that are installed in the explosion protection enclosure can therefore be used in explosive atmospheres.

When the measuring system is installed in the explosion protection enclosure, which means that it meets explosion protection requirements, the properties of the measuring system will no longer be as they were originally.

Following the specifications in the  User Manual, please check whether the properties defined in that manual meet the application-specific requirements.

Fail-safe usage requires additional measures and requirements. Such measures and requirements must be determined prior to initial commissioning and must be taken and met accordingly.

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).

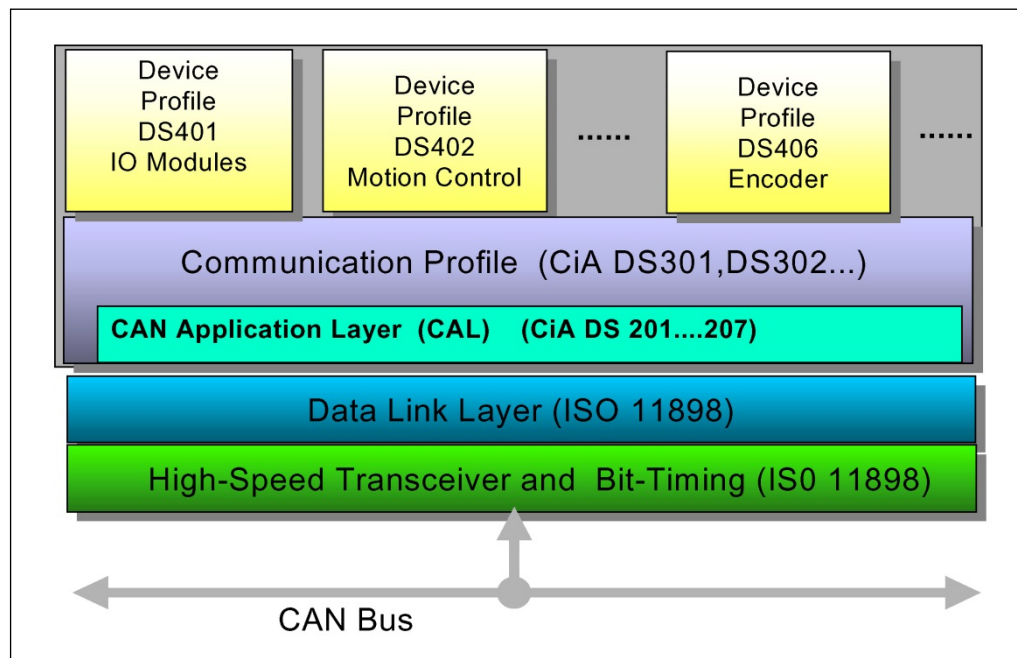


Figure 1: CANopen classified in the ISO/OSI reference model

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.

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.

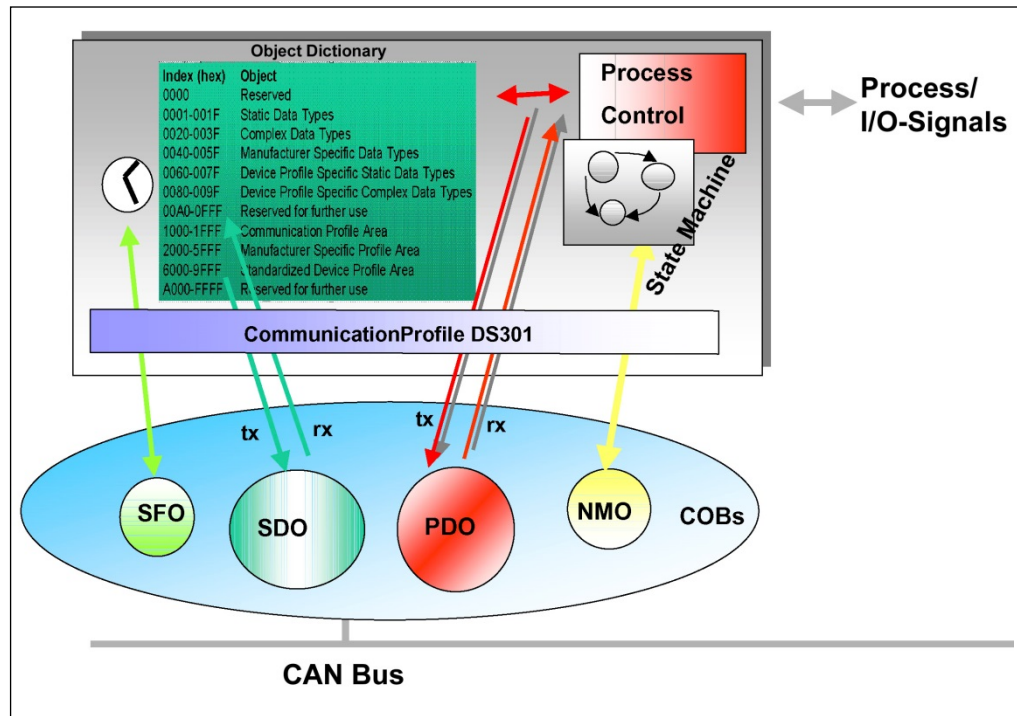


Figure 2: Communication profile

Special Function Object (SFO)

- Synchronization (SYNC)
- Emergency (EMCY) Protocol

Network Management Object (NMO)

e.g.

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

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

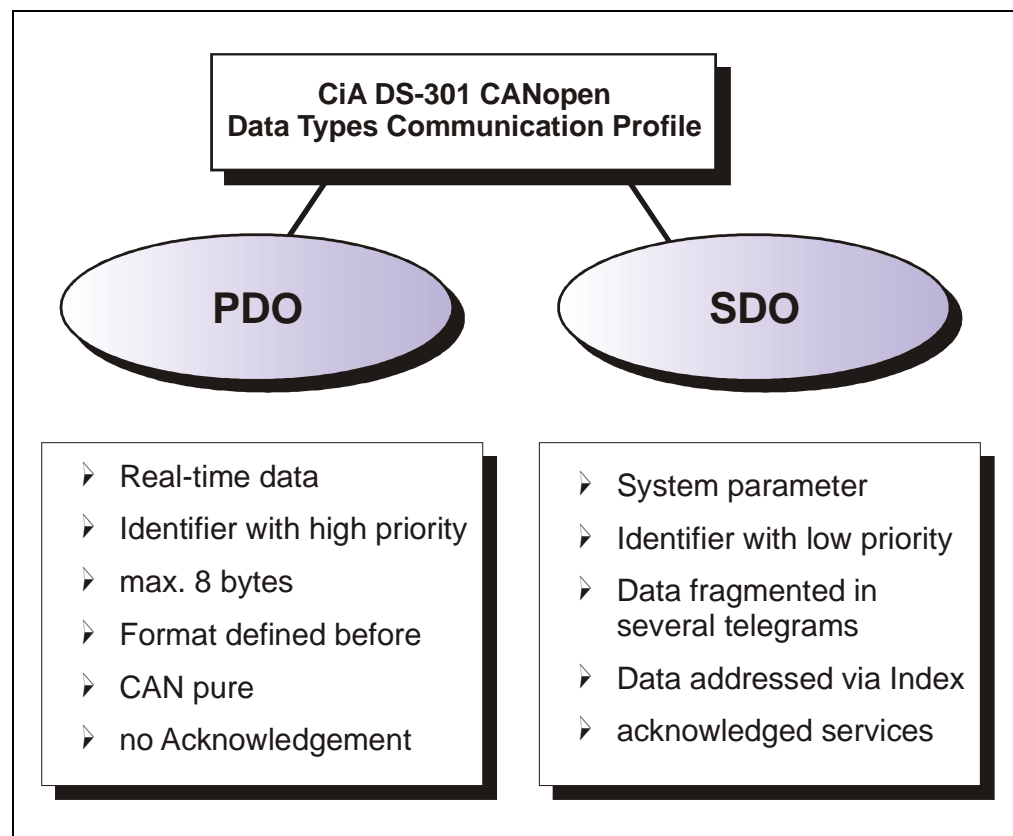


Figure 3: Comparison of PDO/SDO characteristics

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.

$$\text{COB-Identifier} = \text{Function Code} + \text{Node-ID}$$

10				0						
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
Function Code				Node-ID = Adjustment of the address switches + 1						

Examples

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

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 Table 10 on page 130.

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

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.

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.

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).

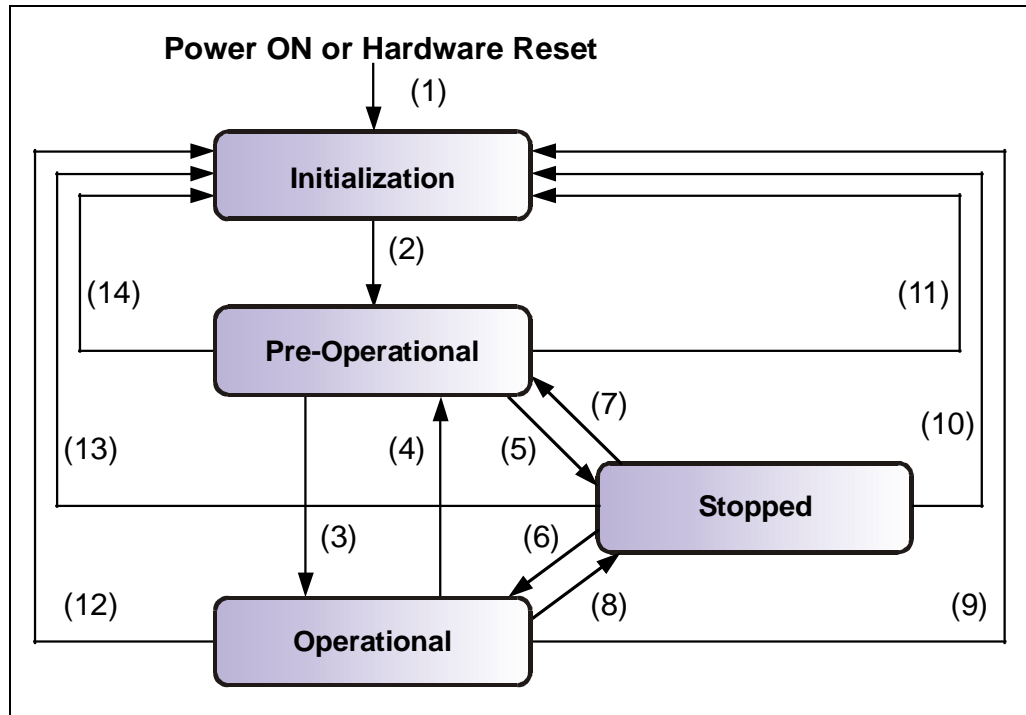


Figure 5: Boot-Up mechanism of the network management

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

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

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 2⁷ 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

3.7 Layer setting services (LSS) and protocols

The LSS-services and protocols, documented in CiA DS-305 V2.0, 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)

Thus it isn't necessary to adjust the Node-ID or Baud rate by means of DIP-switches. 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

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

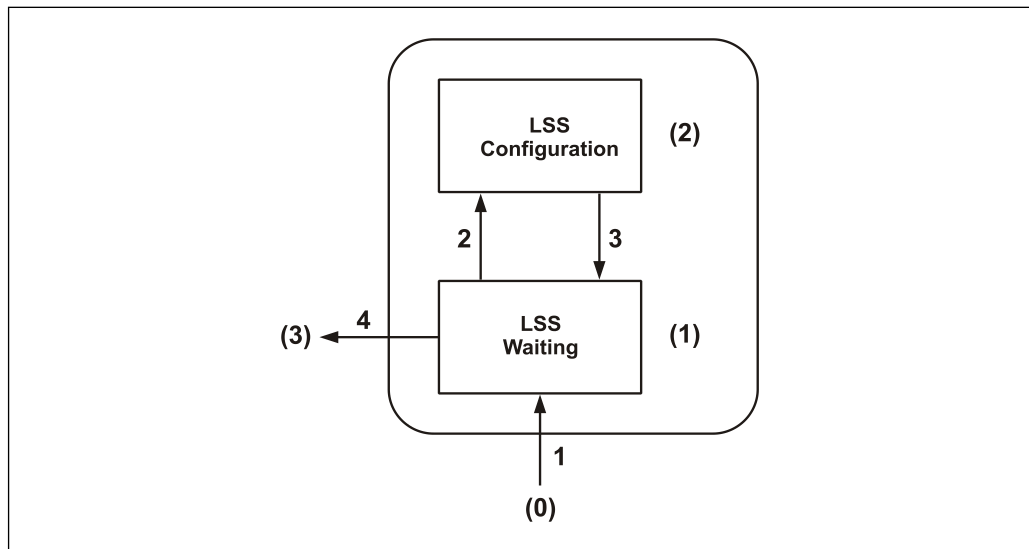


Figure 6: LSS FSA state machine

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

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.

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	04	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 (\triangleq Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E5	64	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (\triangleq Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	65	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. (\triangleq Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E5	66	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (\triangleq Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	67	LSB		MSB				

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E4	68							

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	17	1...64						

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	17							

Node-ID

- 1...64: valid addresses, DIP-switches disabled
- 255: DIP-switches enabled

Error Code

- 0: Protocol successfully completed
- 1: Node-ID out of range, 1...64
- 2...254: reserved
- 255: application specific error occurred

Specific Error

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

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	19	0	0, 2, 4, 7					

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	19							

Table Selector

0: Standard CiA Baud rate table

Table Index, supported baud rates see pin assignment

0: 1 Mbit/s
 2: 500 kbit/s
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 7: 20 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

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	21	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	23							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Error Code	Spec. Error	Reserved by CiA				
0x7E4	23							

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

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	90							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Vendor-ID (\triangle Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E4	90	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	91							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (\triangle Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E4	91	LSB		MSB				

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	92							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. (\triangleIndex 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	92	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	93							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (\triangleIndex 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	93	LSB		MSB				

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	94							

LSS-Slave --> LSS-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E4	94	1...64, 255						

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.

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 (\triangle Index 1018h:01)				Reserved by CiA		
0x7E5	70	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Code (\triangle Index 1018h:02)				Reserved by CiA		
0x7E5	71	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. LOW				Reserved by CiA		
0x7E5	72	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Revision-No. HIGH				Reserved by CiA		
0x7E5	73	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. LOW				Reserved by CiA		
0x7E5	74	LSB		MSB				

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. HIGH				Reserved by CiA		
0x7E5	75	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	79							

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	76							

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	80							

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

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 1-64 and baud rates up to 1 Mbit/s.

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

Cable cross section	20 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm ² – 0.34 mm ²	2500 m	500 m	250 m	100 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!

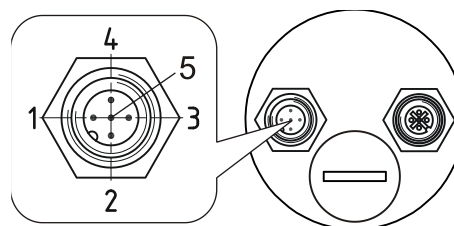
In particular, the applicable EMC directive and the shielding and grounding guidelines must be observed!

4.1 Connection

CANopen_IN

Male connector, M12x1 – 5 pol. A-coded

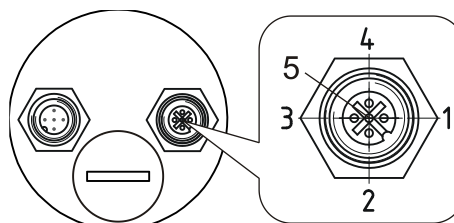
Pin 1	CAN_GND
Pin 2	Supply voltage, 11-27 VDC
Pin 3	0 V
Pin 4	CAN_H
Pin 5	CAN_L



CANopen_OUT

Female connector, M12x1 – 5 pol. A-coded

Pin 1	CAN_GND
Pin 2	Supply voltage, 11-27 VDC
Pin 3	0 V
Pin 4	CAN_H
Pin 5	CAN_L



The connector pins for the supply voltage (pin 2 / pin 3) are connected together internally and can be used as feeding, as well as supply voltage for the subsequent slave.

For the supply shielded cables with twisted core pairs have to be used !

4.2 DIP-switch – settings

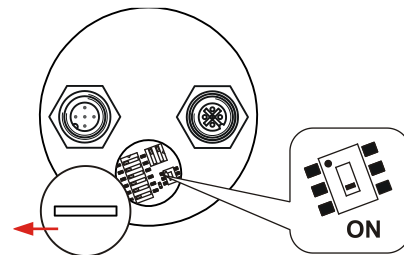


In the delivery state the measuring system is programmed in such a way that the Node-ID and the Baud rate can be adjusted by means of the DIP-switches. If these settings shall be performed via the CAN bus, the corresponding LSS services must be used for this, see “Setting the Node-ID and Baud rate by means of LSS services”, page 105.

The switch position is read-in only in the power-on state, therefore following modifications can be not recognized!

4.2.1 Bus termination

If the measuring system is the last slave in the CAN segment, the bus is to be terminated with the termination switch = ON. In this state, the subsequent CAN-bus is decoupled.



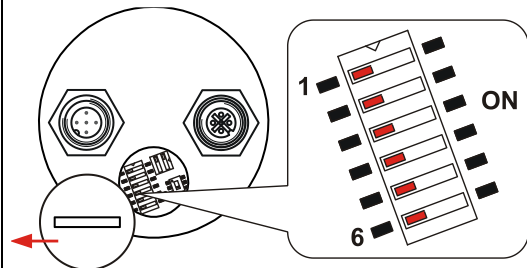
4.2.2 Node-ID

The Node-ID (measuring system address) 1 – 64 is adjusted by means of the DIP-switches 1-6: DIP-1 = ID 2^0 , DIP-6 = ID 2^5

The Node-ID is the adjusted hardware address by the DIP-switches 1-6 + 1. That means:
all 6 switches OFF = 0, Node-ID = 1

Note:

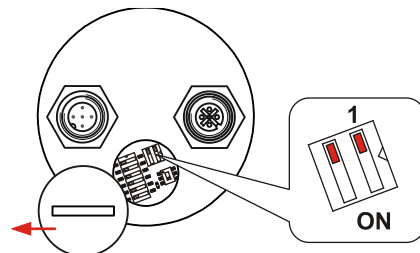
The adjusted address may be assigned only once in the CAN bus.



4.2.3 Baud rate

The baud rate is adjusted by means of the DIP-switches 1 and 2. The baud rates supported by the measuring system have to be taken from the pin assignment.

DIP-1	DIP-2	Baud rate
OFF	OFF	20 kbit/s / 125 kbit/s
ON	OFF	125 kbit/s / 250 kbit/s
OFF	ON	500 kbit/s
ON	ON	1000 kbit/s



4.3 Switching on the supply voltage

After the connection and all settings have 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 126).

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 in such a way that the Node-ID and the Baud rate can be adjusted by means of the DIP-switches. However, if the Node-ID or Baud rate is programmed by means of a LSS service the DIP-switches are disabled (LED 1 = ON). If the Node-ID = 255 (FFh) is programmed the DIP-switches will be switched into the enabled state.

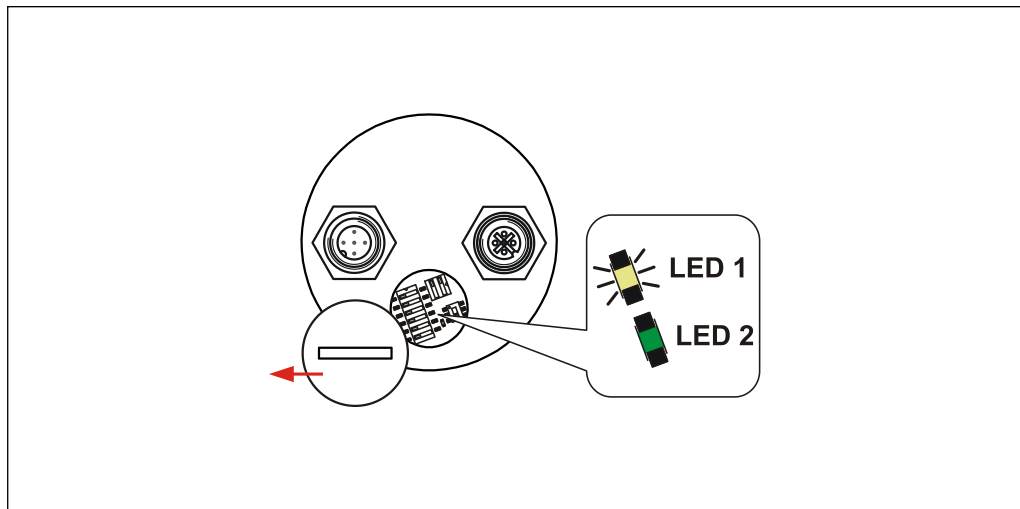


Figure 7: State report, DIP-switches disabled

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*.

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 2.0). **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 hardware (switches).

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.

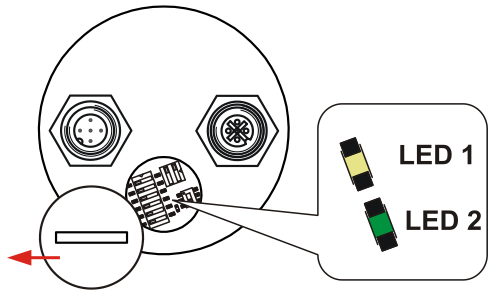
The EDS file has the file name "**CMx58M_CANopen.eds**".

Download:

- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0028

5.1.2 Bus status

LED 1, DIP-switches status indication
OFF: DIP-switches enabled ON: DIP-switches disabled

LED 2, BUS RUN (green)	
<ul style="list-style-type: none"> ● = ON ○ = OFF ⦿ = FLASHING 	
○ No supply voltage, hardware error	
● OK, OPERATIONAL	
⦿ No allocation to a master	

Corresponding measures in case of an error see chapter “Optical displays”, page 129.

6 The communication profile

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}

6.1 1st transmit Process-Data-Object (asynchronous)

This PDO transmit the position value of the measuring system in an asynchronous way. The cyclic timer is stored in index 6200h.

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1800h	0	number of supported entries	3	ro
	1	COB-ID used by PDO 1	180h + Node-ID	ro
	2	transmission type	254	ro
	3	inhibit time	0	rw
1A00h	0	number of mapped objects	1	ro
	1	Position value	60040020h	ro

6.2 2nd transmit Process-Data-Object (cyclic)

This PDO transmit the position value of the measuring system in a cyclic way (on request). Request by remote frame and/or sync telegrams.

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1801h	0	number of supported entries	3	ro
	1	COB-ID used by PDO 2	280 + Node-ID	ro
	2	transmission type	-	ro
	3	inhibit time	0	rw
1A01h	0	number of mapped objects	1	ro
	1	Position value	60040020h	ro

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	111
1001	VAR	Error register	Unsigned8	ro	M	111
1002	VAR	Manufacturer status register	Unsigned32	ro	O	112
1003	ARRAY	Pre-defined error field	Unsigned32	rw	O	112
1005	VAR	COB-ID SYNC message	Unsigned32	rw	O	113
1008 ¹⁾	VAR	Device name	Vis-String	const	O	113
1009 ¹⁾	VAR	Hardware version	Vis-String	const	O	113
100A ¹⁾	VAR	Software version	Vis-String	const	O	113
100C	VAR	Guard time	Unsigned16	rw	O	114
100D	VAR	Life time factor	Unsigned8	rw	O	114
100E	VAR	COB-ID guarding protocol	Unsigned32	ro	O	114
1010	ARRAY	Store parameters	Unsigned32	rw	O	115
1014	VAR	COB-ID EMCY	Unsigned32	ro	O	116
1018	RECORD	Identity Object	Identity (23h)	ro	M	116

Table 8: Communication specific standard objects

¹⁾ segmented reading

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 0x1003. 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".

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 132.

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 16bit error code and a 16bit 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, 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

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

7.11 Object 100Eh: COB-ID guarding protocol

The identifier is used for the node guarding and the life guarding procedure.

Unsigned32

MSB																	LSB										
31	30	29	28-11														10-0										
reserved		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11 bit Identifier										

Bit 10 - 0 = 11 bit identifier, value = 700h + Node-ID

7.12 Object 1010h: Store parameters

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

Index	Sub-Index	Comment	Type
1010h	0	largest supported Sub-Index	Unsigned8
	1	save all parameters	Unsigned32

Sub-Index0 (only read): The entry at sub-index 0 contains the largest Sub-Index that is supported. Value = 1.

Sub-Index1 (only write): Contains the save command.

Unsigned32

MSB		LSB	
Bits	31-2	1	0
Value	= 0	0	1

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.



In case of write access the device stores the parameters to the non volatile memory. This procedure takes approx. 3s. In this time the measuring system isn't accessible at the bus.

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

Unsigned32

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

On reception of the correct signature, the device stores the parameters. If the storing failed, the device responds with a corresponding abort message.

If a wrong signature is written, the device refuses to store and responds with abort domain transfer, error class 8, error code 0.

8 Parameterization

8.1 Standardized encoder profile area (CiA DS-406)

Each encoder shares the dictionary entries from 6000h to 65FFh. These entries are common to encoders.

The overview of all common entries is shown below:

M = Mandatory
C2 = Device class C2

Index (h)	Object	Name	Data length	Attr.	C2	Page
Parameter						
¹⁾ 6000	VAR	Operating parameters	Unsigned16	rw	M	118
²⁾ 6001	VAR	Measuring units per revolution	Unsigned32	rw	M	118
²⁾ 6002	VAR	Total measuring range in measuring units	Unsigned32	rw	M	119
¹⁾ 6003	VAR	Preset value	Unsigned32	rw	M	120
6004	VAR	Position value	Unsigned32	ro	M	120
¹⁾ 6200	VAR	Cyclic timer	Unsigned16	rw	M	120
Diagnostics						
6500	VAR	Operating status	Unsigned16	ro	M	121
6501	VAR	Single-Turn resolution	Unsigned32	ro	M	121
6502	VAR	Number of distinguishable revolutions	Unsigned16	ro	M	122
6503	VAR	Alarms	Unsigned16	ro	M	122
6504	VAR	Supported alarms	Unsigned16	ro	M	123
6505	VAR	Warnings	Unsigned16	ro	M	124
6506	VAR	Supported warnings	Unsigned16	ro	M	124
6507	VAR	Profile and software version	Unsigned32	ro	M	124
6508	VAR	Operating time	Unsigned32	ro	M	124
6509	VAR	Offset value	Signed32	ro	M	124
650A	ARRAY	Manufacturer offset value	Signed32	ro	M	125
650B	VAR	Serial number	Unsigned32	ro	M	125

Table 9: Encoder profile area

¹⁾ is immediately active after a write command and is stored in the EEPROM durably

²⁾ is only actively and stored durably, if the object "**1010, Store parameters**" is executed

8.1.1 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 - 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.

8.1.2 Scaling parameters

With the **Scaling parameters**, the physical resolution of the measuring system can be changed. The position value output is binary decoded and is calculated with a zero point correction and the count direction set. The measuring system does not support decimal numbers or numbers of revolutions (gearbox function) deviating from exponents of 2. The parameter Measuring units per revolution must be an integer within the indicated range.

8.1.2.1 Object 6001h – Measuring units per revolution

The parameter "Measuring units per revolution" sets the number of steps per revolution.

Unsigned32

Measuring units per revolution			
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}

lower limit	1 step / revolution
upper limit	2048 steps per revolution (max. value see nameplate)
default	2048

8.1.2.2 Object 6002h - Total measuring range in measuring units

The parameter "Total measuring range in measuring units" sets the number of steps about the total measuring range before the measuring system restarts at zero.

Unsigned32

Total measuring range in measuring units			
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}

lower limit	16 steps
upper limit	8388608 steps (23 bit)
default	8388608

The actual upper limit for the Total measuring range in measuring units to be entered is dependent on the measuring system version and can be calculated with the formula below. As the value "0" is already counted as a step, the end value = Total measuring range in measuring units – 1.

$$\text{Total measuring range in measuring units} = \text{Steps per revolution} * \text{Number of revolutions}$$

To calculate, the parameters **Steps per revolution** and the **Number of revolutions** can be read on the measuring system nameplate.



*When entering parameter data, ensure that the parameters "**Total measuring range in measuring units**" and "**Measuring units per revolution**" are selected such that the quotient of the two parameters is an exponent of 2.*

If this is not the case, the measuring system corrects the measurement length in steps to the next smallest integer, so that results the next smallest exponent of 2 of the number of revolutions. The Steps per revolution remains constant.

During inputs, which entail an exceeding of the limit value, the relevant parameters are set on their minimum or maximum value.

The newly calculated total measuring range in measuring units can be read from the "Object 6002h - Total measuring range in measuring units" and is always shorter than the specified measurement length. It may therefore occur that the total number of steps actually required is not achieved and the measuring system generates a zero transition before it reaches the maximum mechanical distance.

8.1.3 Object 6003h - Preset value

⚠ WARNING

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

NOTICE

- 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".

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}

8.1.4 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}

8.1.5 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, the 1st transmit PDO (object 1800h) transmit the measuring system position.

8.1.6 Measuring system diagnostics

8.1.6.1 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		

8.1.6.2 Object 6501h - Single-Turn resolution

The object 6501h contains the number of measuring steps per revolution which can be output by the measuring system.

Unsigned32

Single-Turn resolution			
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}

Standard value: 2048 = 800h steps per revolution (depending on capacity-marked on nameplate).

8.1.6.3 Object 6502h - Number of distinguishable revolutions

This object contains the number of distinguishable revolutions that the measuring system can output.

For a Multi-Turn measuring system the number of distinguishable revolutions and the Single-Turn resolution gives the measuring range according to the formula below. The maximum number of distinguishable revolutions is 4.096 (12 bits).

Measuring range = Number of distinguishable revolutions x Single-Turn resolution

Standard value: 4096 = 1000h revolutions.

8.1.6.4 Object 6503h - Alarms

Additionally to the emergency message, object 6503h provides further alarm messages. An alarm is set if a malfunction in the measuring system could lead to an incorrect position value. If an alarm occurs, the according bit is set to logical high until the alarm is cleared and the measuring system is able to provide an accurate position value.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0	Position error	No	Yes
1	Reserved for further use		
2	Reserved for further use		
3	Reserved for further use		
4	Reserved for further use		
5	Reserved for further use		
6	Reserved for further use		
7	Reserved for further use		
8	Reserved for further use		
9	Reserved for further use		
10	Reserved for further use		
11	Reserved for further use		
12	EE-PROM Error	OK	Error
13	Reserved for further use		
14	Manufacturer specific functions		
15	Manufacturer specific functions		

Position error

The bit is set, if the measuring system detects a malfunction of the system

EE-PROM error

The measuring system detects a wrong checksum in the EEPROM area or a write process into the EEPROM could not be finished successfully.

8.1.6.5 Object 6504h - Supported alarms

Object 6504h contains the information on supported alarms by the measuring system.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0	Position error	No	Yes
1	Reserved for further use		
2	Reserved for further use		
3	Reserved for further use		
4	Reserved for further use		
5	Reserved for further use		
6	Reserved for further use		
7	Reserved for further use		
8	Reserved for further use		
9	Reserved for further use		
10	Reserved for further use		
11	Reserved for further use		
12	EE-PROM Error	No	Yes
13	Reserved for further use		
14	Manufacturer specific functions		
15	Manufacturer specific functions		

8.1.6.6 Object 6505h - Warnings

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

8.1.6.7 Object 6506h - Supported warnings

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

8.1.6.8 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:	02.00 dec.	
Binary code:	0000 0010	0000 0000
Hexadecimal:	02	00

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

Software version:	11.10 dec.	
Binary code:	0001 0001	0000 1010
Hexadecimal:	11	0A

The complete software version is contained in object 100Ah, see page 113.

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

8.1.6.9 Object 6508h - Operating time

This object is not supported.

The operating time function is not used the operating time value is set to the maximum value (FF FF FF FF h).

8.1.6.10 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.

8.1.6.11 Object 650Ah - Manufacturer offset value

This object is not supported.

By read access the offset value is "0".

8.1.6.12 Object 650Bh - Serial number

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

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 the error register object 1001h.

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

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.

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

1. Asynchronous Transmission

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

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	1005

11 Causes of faults and remedies

11.1 Optical displays

Green LED	Cause	Remedy
Off	Voltage supply absent or was fallen below	<ul style="list-style-type: none"> - Check voltage supply wiring - Does the voltage supply is in the permitted range?
	Hardware fault, measuring system defective	Replace measuring system
Flashing	No allocation to a master <ul style="list-style-type: none"> - exchanged CAN lines - interrupted CAN lines - duplicated NODE-ID in the network 	<ul style="list-style-type: none"> - Adjusted baud rate must agree with the master baud rate! - Check CAN lines - Make sure that each NODE-ID is present only once in the network
On	Measuring system ready for operation	-

11.2 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.	The requested service could not be executed or the slave sends no more messages. <ul style="list-style-type: none"> - request the service once again - if several data segments are transferred, the transmission should be aborted - check service parameter - check the physical connection to the slave - is the bus traffic within 50-80 % ? - Set the Time out to a higher value - assign a higher priority to the slave - Hardware defect --> replace measuring system
0x0504 0005	Preset value out of range.	Valid range: 0 up to programmed measuring length in steps – 1
0x0601 0000	Unsupported access to an object	Check which attribute for the corresponding object is valid: <ul style="list-style-type: none"> - rw: read- and write access - wo: write only access - ro: read only access - Const: read only access Overview of the objects see Table 8 and Table 9 on page 110 and 117.
0x0601 0002	Attempt to read a write only object.	False Command Code (CCD), only read commands are permitted, see Table 3 on page 82.
0x0602 0000	Object does not exist in the object dictionary.	Valid objects see Table 8 and Table 9 on page 110 and 117.
0x0606 0000	EE-PROM error	Possibly shut-off measuring system voltage then switch on again. If the error recurs despite this measure, the measuring system must be replaced.
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 82 with the objects, see Table 8 and Table 9 on page 110 and 117.
0x0609 0011	Sub-index does not exist.	Check which sub-indices the corresponding object supports.
0x0609 0031	Transmitted value of parameter in object 6001h too high, download only.	Valid range: $1 \leq \text{Measuring steps per revolution} \leq 2048$
0x0609 0032	Transmitted value of parameter in object 6001h too low, download only.	Valid range: $1 \leq \text{Measuring steps per revolution} \leq 2048$
0x0800 0020	Data cannot be stored to the measuring system.	Wrong signature written when storing the parameters, see Object 1010h: Store parameters, page 115.

Table 10: SDO Error codes

11.3 Emergency Error codes

Emergency objects are triggered by the occurrence of a device internal error situation, transmission format see chapter "Emergency Message", page 126.

The error indication is carried out about the objects

- Error register 0x1001, page 111 and
- Pre-defined error field 0x1003, page 112

11.3.1 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 0x1003, 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 0x1003, 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 (overflow, error state)
5	0
6	0
7	0

11.3.2 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 0x1003. If no more error is present, the error register indicates also no more error.

The error list in object 0x1003 can be deleted in different ways:

1. Writing a "0" to sub-index 0 in object 0x1003
2. Execution of the NMT-service "Reset Communication", command 0x82
3. Reading the object 0x1001, 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.	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

Table 11: Emergency Error codes

11.4 Alarm messages

About the object 6503h additionally to the EMCY-message further alarm messages are output. The corresponding error bit is deleted, if the error is present no more.

Error	Cause	Remedy
Bit 0 = 1, Position error	Failure of scanning elements in the measuring system	Possibly shut-off measuring system voltage then switch on again. If the error recurs despite this measure, the measuring system must be replaced.
Bit 12 = 1, EE-PROM error	Memory area in internal EE-PROM defective	

11.5 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.