

Linear Encoder magnetostruktiv: LM_-48

- Zusätzliche Sicherheitshinweise
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

**Benutzerhandbuch
Schnittstelle**

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:	02/23/2022
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ELA-BA-DGB-0024 v06
Dateiname:	TR-ELA-BA-DGB-0024-06.docx
Verfasser:	STB

Schreibweisen

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

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

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

Marken

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

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	7
1.1 Geltungsbereich.....	7
1.2 Referenzen	8
1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe	8
2 Zusätzliche Sicherheitshinweise	10
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition.....	10
2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung.....	10
3 CANopen Informationen	11
3.1 CANopen – Kommunikationsprofil.....	12
3.2 Prozess- und Service-Daten-Objekte	13
3.3 Objektverzeichnis (Object Dictionary)	14
3.4 CANopen Default Identifier, COB-ID	14
3.5 Übertragung von SDO Nachrichten	15
3.5.1 SDO-Nachrichtenformat.....	15
3.5.2 Lese SDO.....	17
3.5.3 Schreibe SDO	18
3.6 Netzwerkmanagement, NMT	19
3.6.1 Netzwerkmanagement-Dienste.....	20
3.6.1.1 NMT-Dienste zur Gerätekontrolle.....	20
3.6.1.2 NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung	21
3.7 PDO-Mapping	21
3.8 Layer management services (LMT) und Protokolle.....	22
3.8.1 LMT-Modes und Dienste.....	23
3.8.2 Übertragung von LMT-Diensten	24
3.8.2.1 LMT-Nachrichtenformat.....	24
3.8.3 Switch mode Protokolle	25
3.8.3.1 Switch mode global Protokoll	25
3.8.3.2 Switch mode selective Protokoll	25
3.8.4 Configuration Protokolle.....	26
3.8.4.1 Configure NMT-Address Protokoll.....	26
3.8.4.2 Configure bit timing parameters Protokoll	27
3.8.4.3 Activate bit timing parameters Protokoll	28
3.8.4.4 Store configuration Protokoll	28
3.8.5 Inquire LMT-Address Protokolle	29
3.8.5.1 Inquire Manufacturer-Name Protokoll.....	29
3.8.5.2 Inquire Product-Name Protokoll	29
3.8.5.3 Inquire Serial-Number Protokoll	30
3.8.6 Identification Protokolle.....	31
3.8.6.1 LMT identify remote slave Protokoll	31
3.8.6.2 LMT identify slave Protokoll.....	31
3.9 Layer setting services (LSS) und Protokolle.....	32
3.9.1 Finite state automaton, FSA	33

3.9.2 Übertragung von LSS-Diensten	34
3.9.2.1 LSS-Nachrichtenformat	34
3.9.3 Switch mode Protokolle	35
3.9.3.1 Switch state global Protokoll	35
3.9.3.2 Switch state selective Protokoll	35
3.9.4 Configuration Protokolle.....	36
3.9.4.1 Configure Node-ID Protokoll.....	36
3.9.4.2 Configure bit timing parameters Protokoll	37
3.9.4.3 Activate bit timing parameters Protokoll	38
3.9.4.4 Store configuration Protokoll	38
3.9.5 Inquire LSS-Address Protokolle.....	39
3.9.5.1 Inquire identity Vendor-ID Protokoll.....	39
3.9.5.2 Inquire identity Product-Code Protokoll.....	39
3.9.5.3 Inquire identity Revision-Number Protokoll	40
3.9.5.4 Inquire identity Serial-Number Protokoll	40
3.9.5.5 Inquire Node-ID Protokoll	41
3.9.6 Identification Protokolle.....	42
3.9.6.1 LSS identify remote slave Protokoll	42
3.9.6.2 LSS identify slave Protokoll	42
3.9.6.3 LSS identify non-configured remote slave Protokoll.....	43
3.9.6.4 LSS identify non-configured slave Protokoll	43
3.10 Geräteprofil	44
4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung.....	45
4.1 Anschluss – Hinweise.....	46
4.2 Bus-Terminierung	46
4.3 Einschalten der Versorgungsspannung.....	46
4.4 Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LMT-Dienste.....	47
4.4.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf	47
4.4.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf.....	47
4.5 Einstellen der Node-ID und Baudrate mittels LSS-Diensten	48
4.5.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf.....	48
4.5.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf.....	48
5 Inbetriebnahme.....	49
5.1 CAN – Schnittstelle	49
5.1.1 EDS-Datei	49
6 Kommunikations-Profil	50
6.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1801h.....	50
6.2 Aufbau der Mappingparameter, 1A00h-1A01h.....	52
6.2.1 Ändern der Mappingeinstellung	52
6.3 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)	53
6.4 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)	53
7 Kommunikationsspezifischer Profilbereich (CiA DS-301)	54
7.1 Objekt 1000h: Gerätetyp.....	55
7.2 Objekt 1001h: Fehlerregister	55

7.3 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld	56
7.4 Objekt 1005h: COB-ID SYNC Nachricht	56
7.5 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen	57
7.6 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion.....	57
7.7 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion.....	57
7.8 Objekt 100Ch: Guard-Time (Überwachungszeit)	57
7.9 Objekt 100Dh: Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)	57
7.10 Objekt 1010h: Parameter abspeichern	58
7.11 Objekt 1011h: Parameter wieder herstellen	59
7.12 Objekt 1014h: COB-ID EMERGENCY (EMCY).....	60
7.13 Objekt 1017h: Producer Heartbeat Time	60
7.14 Objekt 1018h: Identity Objekt	61
7.15 Objekt 1F80h: NMT Autostart	61
8 Parametrierung und Konfiguration.....	62
8.1 Herstellerspezifischer Profilbereich	62
8.1.1 Objekt 2000h – COB-ID für Boot-Up Nachricht	62
8.1.2 Objekt 2100h – Positionswert bei Magnetverlust	63
8.2 Standardisierter Encoder-Profilbereich (CiA DS-406)	64
8.2.1 Objekt 6000h – Betriebsparameter.....	65
8.2.2 Objekt 6005h – Mess-Schritt Einstellungen	65
8.2.3 Objekt 6010h – Presetwert	66
8.2.4 Objekt 6020h – Positionswert	67
8.2.5 Objekt 6030h – Geschwindigkeitswert.....	67
8.2.6 Objekt 6200h – Cyclic-Timer.....	68
8.2.7 Mess-System Diagnose	69
8.2.7.1 Objekt 6500h – Betriebsstatus	69
8.2.7.2 Objekt 6501h – Mess-Schritt	69
8.2.7.3 Objekt 6503h – Alarme	69
8.2.7.4 Objekt 6504h – Unterstützte Alarme	70
8.2.7.5 Objekt 6505h – Warnungen.....	70
8.2.7.6 Objekt 6506h – Unterstützte Warnungen	70
8.2.7.7 Objekt 6507h – Profil- und Softwareversion	70
8.2.7.8 Objekt 650Ah – Hersteller-Offsetwert.....	71
8.2.7.9 Objekt 650Bh – Serien-Nummer	71
8.2.7.10 Objekt 650Ch – Offsetwert	71
9 Emergency-Meldung	72
10 Übertragung des Mess-System-Positionswertes.....	73
10.1 SDO-Fehlercodes	74
10.2 Emergency-Fehlercodes.....	75
10.2.1 Objekt 1001h: Fehlerregister	75
10.2.2 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bits 0 – 15	76
10.3 Alarm-Meldungen	76
10.4 Sonstige Störungen	77

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	26.05.2015	00
Standardwerte für Baudrate, Node-ID	08.02.2017	01
- Technische Daten entfernt - Kapitel „Anschluss – Hinweise“ bearbeitet	06.12.2017	02
Standard-/Minimalwert der Positionsauflösung in Objekt 6005h – Mess-Schritt Einstellungen angepasst.	02.07.2018	03
LM_S-34 ergänzt	10.04.2019	04
LM_S-34 Unterstützung für 3-Magnet-Betrieb ergänzt	27.02.2020	05
LM_S-34 entfernt (separates Handbuch TR-ELA-BA-DGB-0041)	23.02.2022	06

1 Allgemeines

Das vorliegende Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

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

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

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

1.1 Geltungsbereich

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

- LMP-48
- LMR-48

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-ELA-BA-DGB-0004

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-302 V4.1, Zusätzliche Application Layer Funktionen, Februar 2009
17.	CiA DS-305 V2.0, Layer Setting Services (LSS) und Protokolle, Januar 2006
18.	CiA DS-406 V2.0, CANopen Profil für Encoder, Mai 1998

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

LMP	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse
LMR	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse
EG	E uropäische G emeinschaft
EMV	E lektro- M agnetische- V erträglichkeit
ESD	Elektrostatische Entladung (E lectro S tatic D ischarge)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
VDE	V erband d er E lektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

CAN-spezifisch

CAL	CAN Application Layer. Die Anwendungsschicht für CAN-basierende Netzwerke ist im CiA-Draft-Standard 201 ... 207 beschrieben.
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und 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)
EMERGENCY (EMCY)	Vordefinierter Kommunikationsdienst, um Geräte und Applikationsfehler zu melden. Beinhaltet u.a. einen spezifischen Fehlercode.
FSA	Finite state automata. Statusmaschine zur Steuerung von LSS-Diensten
Heartbeat	Die Heartbeat Nachricht wird benutzt um anzuzeigen, dass ein Knoten noch erreichbar ist und dient zur Überwachung. Die Nachricht wird periodisch übertragen.
Heartbeat Consumer Time	Die Heartbeat Consumer Time definiert die Zeit, ab wann ein Knoten als nicht mehr erreichbar angesehen wird, aufgrund einer fehlenden Heartbeat Nachricht.
Heartbeat Producer Time	Die Heartbeat Producer Time definiert die Zykluszeit einer Heartbeat Nachricht zur Knotenüberwachung.
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.
NMT Master	Der NMT Master führt mit Hilfe der Übertragung der NMT Nachricht das Netzwerk Management aus. Zweck dieser Nachricht ist, die Zustandsmaschinen aller NMT Slaves im Netzwerk zu steuern.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
RTR	Remote transmission request. Mit Hilfe eines Remoteframes kann ein Teilnehmer einen anderen auffordern, seine Daten zu senden.
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.

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.

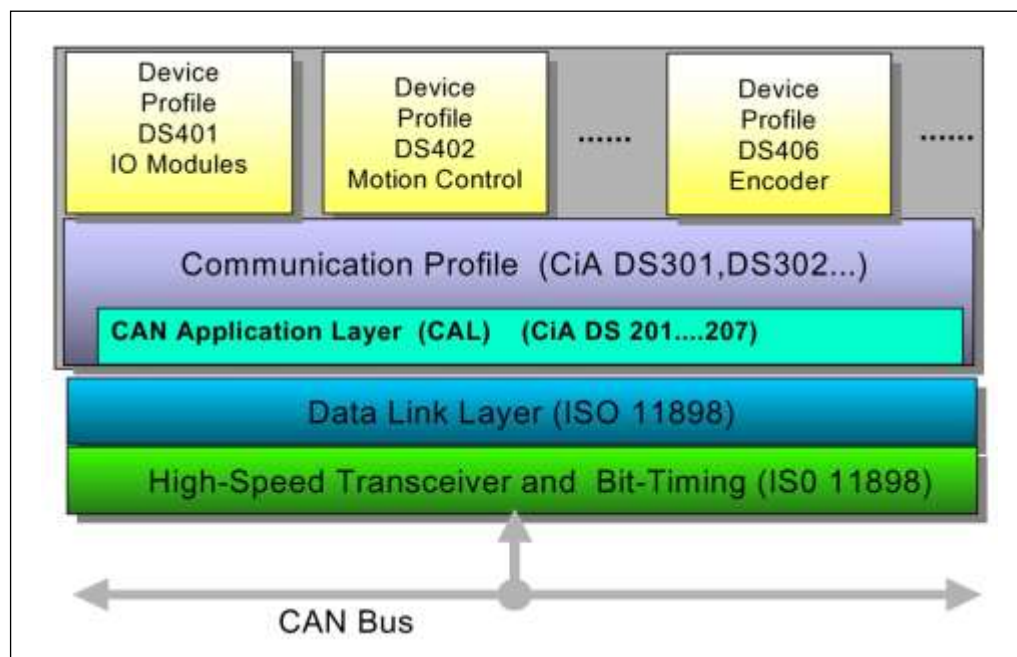


Abbildung 1: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

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.

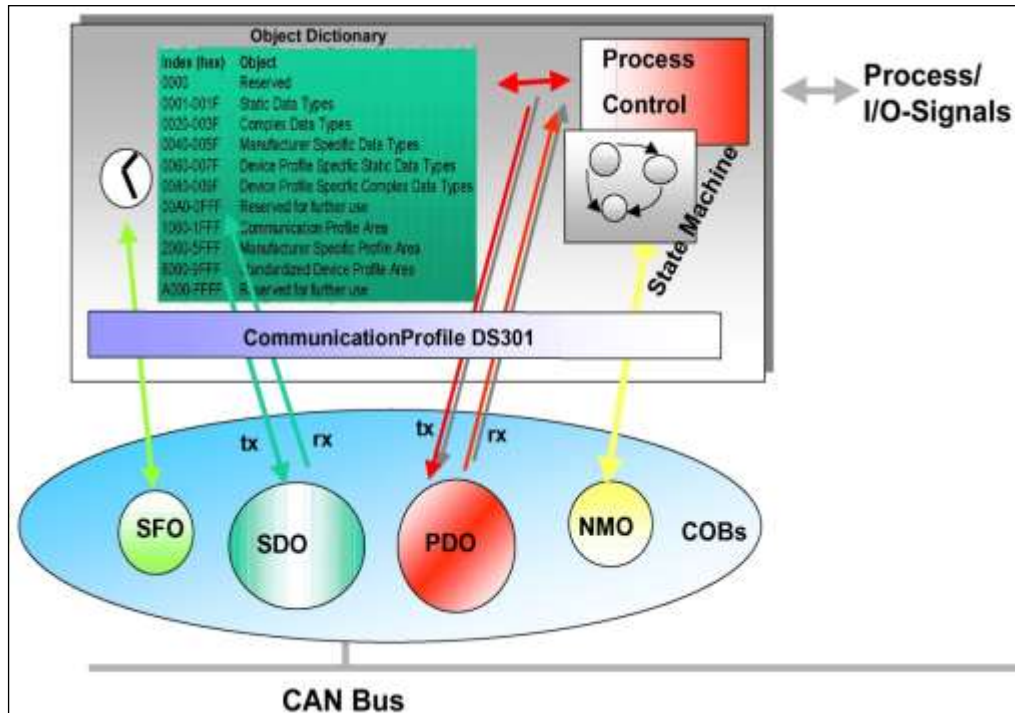


Abbildung 2: Kommunikationsprofil

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 wird das Sende-Prozess-Daten-Objekt 1800h für asynchrone (ereignisgesteuert) Positionsübertragung und die zwei Sende-Prozess-Daten-Objekte 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

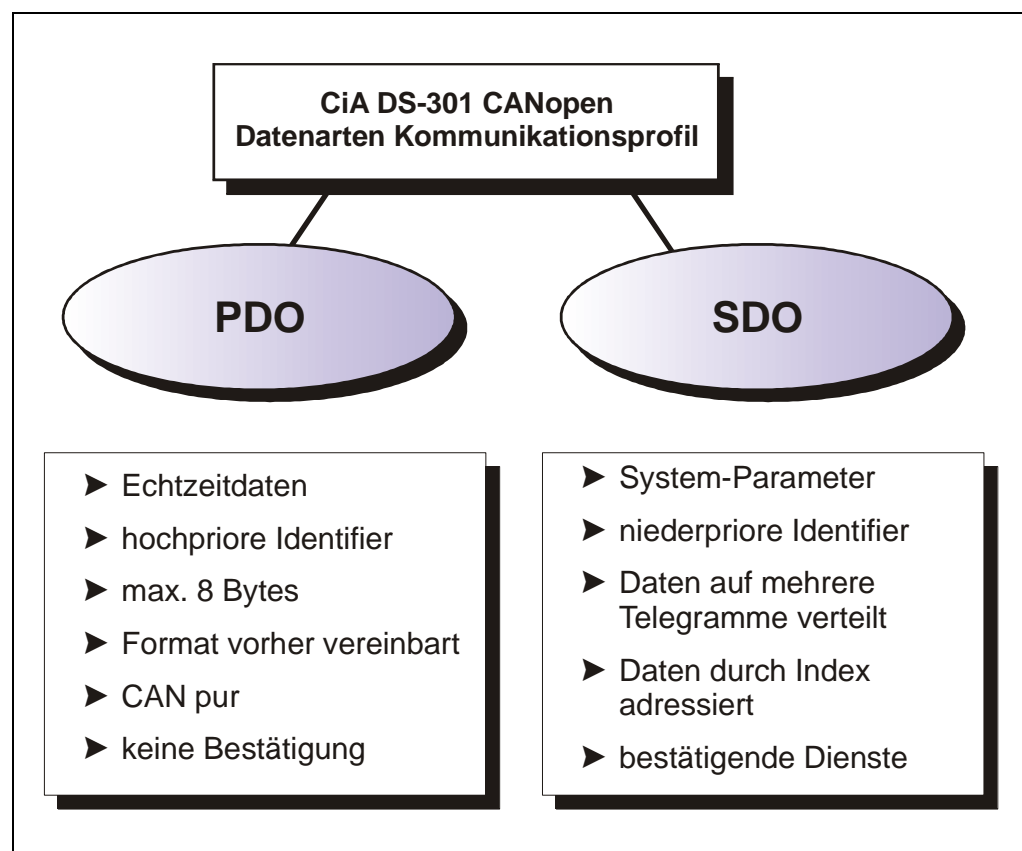


Abbildung 3: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

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 Identifizierung für die Kommunikationskanäle ab.

$$\text{COB-Identifizierer} = \text{Funktions-Code} + \text{Node-ID}$$

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

Beispiele

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
NMT	0000bin	0	–
SYNC	0001bin	80h	1005h
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:

CCS	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 (CCS = Client Command Specifier)** identifiziert bei der SDO Request, ob gelesen oder geschrieben werden soll. Bei einem Schreibauftrag wird zusätzlich die Anzahl der zu schreibenden Bytes im CCS kodiert.

Bei der SDO Response zeigt der CCS an, ob die Request erfolgreich war. Im Falle eines Leseauftrags gibt der CCS zusätzlich Auskunft über die Anzahl der gelesenen Bytes:

CCS	Bedeutung	Gültig für
0x22	Schreibanforderung	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 CCS = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt. Die Bedeutung der Fehlercodes ist aus der Tabelle 13, Seite 74 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

CCS	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

CCS	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).

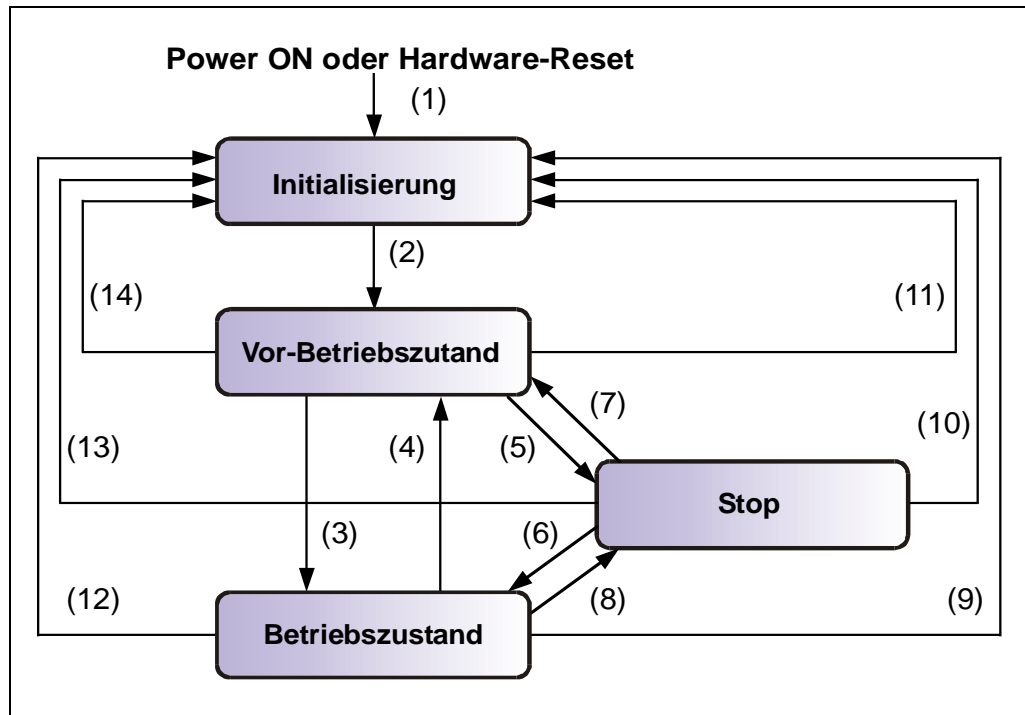


Abbildung 5: Boot-Up-Mechanismus des Netzwerkmanagements

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:

CCS	Node ID
Byte 0	Byte 1

Folgende Kommandos sind definiert:

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

Tabelle 5: Parameter für NMT-Dienste

3.7 PDO-Mapping

Unter PDO-Mapping versteht man die Abbildung der Applikationsobjekte (Echtzeitdaten, z.B. Objekt 6004h „Positionswert“) aus dem Objektverzeichnis in die Prozessdatenobjekte, z.B. Objekt 1A00h (1st Transmit PDO).

Das aktuelle Mapping kann über entsprechende Einträge im Objektverzeichnis, die so genannten Mapping-Tabellen, gelesen werden. An erster Stelle der Mapping Tabelle (Subindex 0) steht die Anzahl der gemappten Objekte, die im Anschluss aufgelistet sind. Die Tabellen befinden sich im Objektverzeichnis bei Index 0x1600 ff. für die RxPDOs bzw. 0x1A00 ff für die TxPDOs.

3.8 Layer management services (LMT) und Protokolle

Die LMT-Dienste und Protokolle, dokumentiert in CiA DS-205-1 und DS-205-2, unterstützen das Abfragen und Konfigurieren verschiedener Parameter des lokalen Layers eines LMT-Slaves durch ein LMT-Master über das CAN Netzwerk.

Unterstützt werden folgende Parameter:

- Node-ID
- Baudrate
- LMT-Adresse

Somit ist es nicht mehr notwendig, die Node-ID bzw. Baudrate über die Schalter einzustellen. Der Zugriff auf den LMT-Slave erfolgt dabei über seine LMT-Adresse, bestehend aus:

- Hersteller-Name
- Hersteller-Gerätename
- Serien-Nummer

Das Mess-System unterstützt folgende Dienste:

Switch mode services

- Switch mode selective
 - einen bestimmten LMT-Slave ansprechen
- Switch mode global
 - alle LMT-Slaves ansprechen

Configuration services

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

Inquiry services

- Inquire LMT-address
 - LMT-Adresse anfragen

Identification services

- LMT identify remote slave
 - Identifizierung von LMT-Slaves innerhalb eines bestimmten Bereichs
- LMT identify slave
 - Rückmeldung der LMT-Slaves auf das vorherige Kommando

3.8.1 LMT-Modes und Dienste

Über die LMT-Modes wird das Verhalten eines LMT-Slaves definiert. Gesteuert wird das Zustandsverhalten durch LMT COBs, erzeugt durch einen LMT-Master.

Die LMT-Modes unterstützen folgende Zustände:

LMT operation: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben

LMT configuration: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben

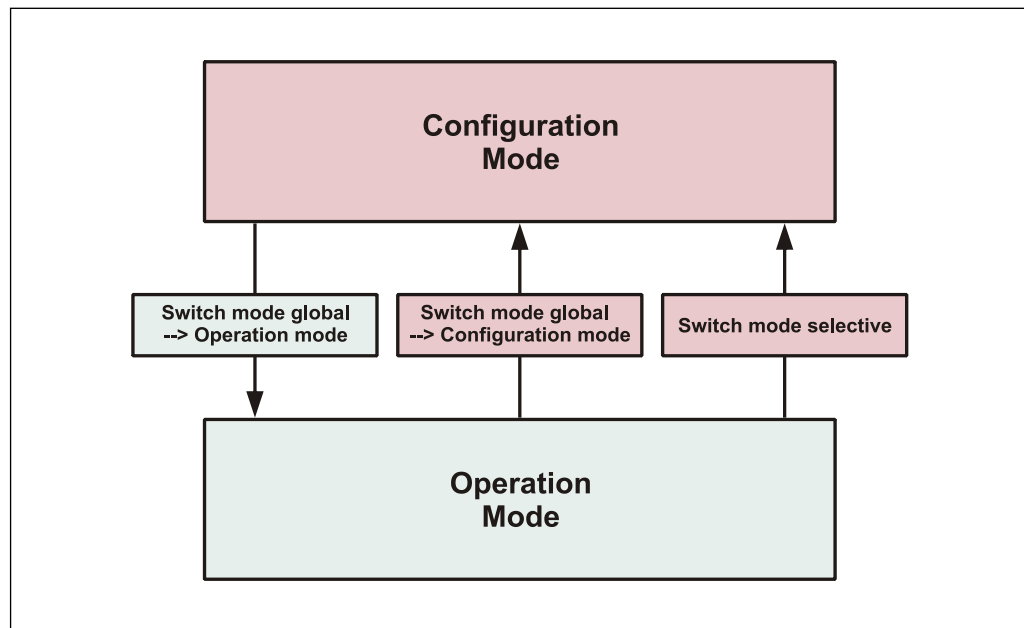


Abbildung 6: LMT-Modes

Zustandsverhalten der unterstützten Dienste

Dienste	Operation	Configuration
Switch mode global	Ja	Ja
Switch mode selective	Ja	Nein
Activate bit timing parameters	Nein	Ja
Configure bit timing parameters	Nein	Ja
Configure NMT-address	Nein	Ja
Store configured parameters	Nein	Ja
Inquire LMT-address	Nein	Ja
LMT identify remote slave	Ja	Ja
LMT identify slave	Ja	Ja

3.8.2 Übertragung von LMT-Diensten

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

COB-ID	Bedeutung
0x7E4	LMT-Slave → LMT-Master
0x7E5	LMT-Master → LMT-Slave

Tabelle 6: COB-IDs für LMT Services

3.8.2.1 LMT-Nachrichtenformat

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

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

Tabelle 7: LMT-Nachricht

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

3.8.3 Switch mode Protokolle

3.8.3.1 Switch mode global Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Switch mode global service* implementiert und steuert das Zustandsverhalten des LMT-Slaves. Über den LMT-Master können alle LMT-Slaves im Netzwerk in den *Operation Mode* oder *Configuration Mode* gebracht werden.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Mode		Reserved by CiA				
0x7E5	04	0 = Operation Mode 1 = Configuration Mode						

3.8.3.2 Switch mode selective Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Switch mode selective service* implementiert und steuert das Zustandsverhalten des LMT-Slaves. Über den LMT-Master kann nur der LMT-Slave im Netzwerk in den *Configuration Mode* gebracht werden, dessen LMT- Adressattribute der LMT-Adresse entsprechen.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name						
0x7E5	01	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name						
0x7E5	02	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No.						
0x7E5	03	LSB						MSB

3.8.4 Configuration Protokolle

3.8.4.1 Configure NMT-Address Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Configure NMT-Address service* implementiert. Über den LMT-Master kann die Node-ID eines einzelnen LMT-Slaves im Netzwerk konfiguriert werden. Hierbei darf sich nur ein LMT-Slave im *Configuration Mode* befinden. Zur Speicherung der neuen Node-ID muss das *Store configuration protocol* an den LMT-Slave übertragen werden.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E5	17	1...127						

LMT-Slave → LMT-Master

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

Error Code

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

Specific Error

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

3.8.4.2 Configure bit timing parameters Protokoll

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

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Table Selector	Table Index	Reserved by CiA				
0x7E5	19	0	0...8					

LMT-Slave → LMT-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

0: 1 Mbit/s
 1: 800 kbit/s
 2: 500 kbit/s, Standardeinstellung
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 5: 100 kbit/s
 6: 50 kbit/s
 7: 20 kbit/s
 8: 10 kbit/s

Error Code

0: Ausführung erfolgreich
 1: selektierte Baudrate nicht unterstützt
 2...254: Reserved
 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

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

3.8.4.3 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 LMT-Slaves im Netzwerk, die sich im *Configuration Mode* befinden.

LMT-Master → LMT-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 LMT-Slave vorgenommen. Nach Ablauf der Zeit D2 meldet sich der LMT-Slave wieder mit CAN-Nachrichten und der neu eingestellten Baudrate.

Es gilt:

Switch Delay > längste vorkommende Verarbeitungsdauer eines LMT-Slaves

3.8.4.4 Store configuration Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Store configured parameters service* implementiert. Über den LMT-Master können die konfigurierten Parameter eines einzelnen LMT-Slaves im Netzwerk in den nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden. Hierbei darf sich nur ein LMT-Slave im *Configuration Mode* befinden. Bei Ausführung des Protokolls wird der LMT-Slave zurückgesetzt, eine Emergency mit COB-ID 0x80 + Node-ID und Fehlercode 0x00FF 00FF abgesetzt. Der LMT-Slave befindet sich danach im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	23							

LMT-Slave → LMT-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...254: Reserved
- 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

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

3.8.5 Inquire LMT-Address Protokolle

3.8.5.1 Inquire Manufacturer-Name Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LMT-Address service* implementiert. Über den LMT-Master kann der Hersteller-Name eines einzelnen LMT-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LMT-Slave im *Configuration Mode* befinden.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	36							

LMT-Slave → LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name (ASCII)						
0x7E4	36	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7

Manufacturer-Name = TR-ELEC
M1...M7 = 0x54, 0x52, 0x2D, 0x45, 0x4C, 0x45, 0x43

3.8.5.2 Inquire Product-Name Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LMT-Address service* implementiert. Über den LMT-Master kann der Hersteller-Gerätename eines einzelnen LMT-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LMT-Slave im *Configuration Mode* befinden.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	37							

LMT-Slave → LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name (ASCII)						
0x7E4	37	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7

Product-Name = TR-LMR
P1...P7 = 0x54, 0x52, 0x2D, 0x4C, 0c4D, 0x52, 0x00

3.8.5.3 Inquire Serial-Number Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *Inquire LMT-Address service* implementiert. Über den LMT-Master kann die Serien-Nummer eines einzelnen LMT-Slaves im Netzwerk ausgelesen werden. Hierbei darf sich nur ein LMT-Slave im *Configuration Mode* befinden.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	38							

LMT-Slave → LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (BCD)						
0x7E4	38	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7

Serial-No. = z.B. „02“
S1...S7 = BCD kodiert

3.8.6 Identification Protokolle

3.8.6.1 LMT identify remote slave Protokoll

Das angegebene Protokoll hat den *LMT identify remote slaves service* implementiert. Über den LMT-Master können LMT-Slaves im Netzwerk in einem bestimmten Bereich identifiziert werden. Alle LMT-Slaves, die dem angegebenen Manufacturer-Name, Product-Name und Serial-No. – Bereich entsprechen, antworten mit dem *LMT identify slave protocol*.

LMT-Master → LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name						
0x7E5	05	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name						
0x7E5	06	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. LOW						
0x7E5	07	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. HIGH						
0x7E5	08	LSB						MSB

3.8.6.2 LMT identify slave Protokoll

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

LMT-Slave → LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E4	09							

3.9 Layer setting services (LSS) und Protokolle

Die LSS-Dienste und Protokolle, dokumentiert in CiA DS-305 V2.2, unterstützen das Abfragen und Konfigurieren verschiedener Parameter des Data Link Layers und des Application Layers eines LSS-Slaves durch ein LSS-Master über das CAN Netzwerk.

Unterstützt werden folgende Parameter:

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

Der Zugriff auf den LSS-Slave erfolgt 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

3.9.1 Finite state automaton, FSA

Der LSS 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

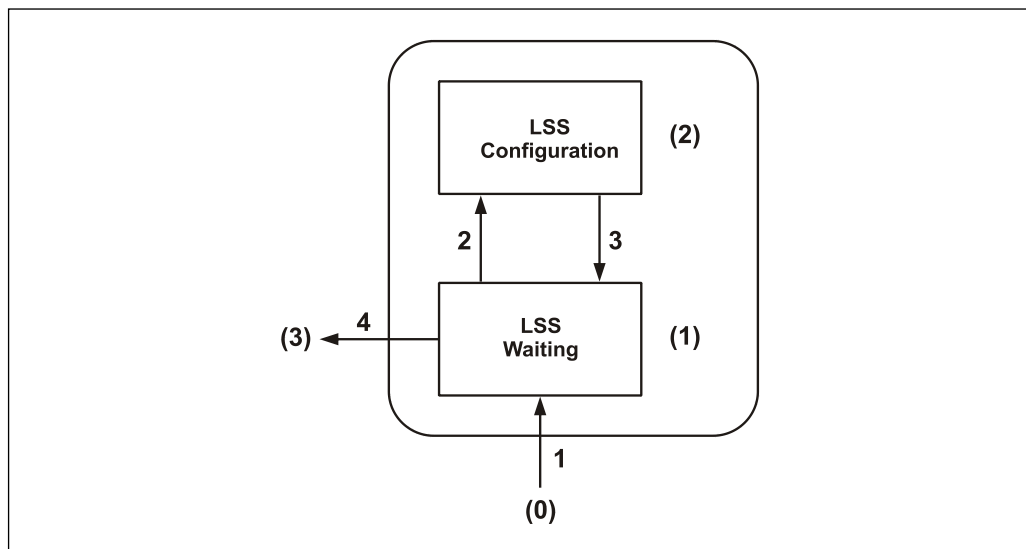


Abbildung 7: LSS FSA Zustandsmaschine

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.

3.9.2 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 8: COB-IDs für Layer Setting Services (LSS)

3.9.2.1 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 9: LSS-Nachricht

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

3.9.3 Switch mode Protokolle

3.9.3.1 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						

3.9.3.2 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							

3.9.4 Configuration Protokolle

3.9.4.1 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. Die Standardeinstellung = 127.

LSS-Master → LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E5	17	1...127						

LSS-Slave → LSS-Master

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

Error Code

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

Specific Error

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

3.9.4.2 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...8					

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

0: 1 Mbit/s
 1: 800 kbit/s
 2: 500 kbit/s, Standardeinstellung
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 5: reserved
 6: 50 kbit/s
 7: 20 kbit/s
 8: 10 kbit/s

Error Code

0: Ausführung erfolgreich
 1: selektierte Baudrate nicht unterstützt
 2...254: Reserved
 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

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

3.9.4.3 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

3.9.4.4 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. Bei Ausführung des Protokolls wird der LSS-Slave zurückgesetzt, eine Emergency mit COB-ID 0x80 + Node-ID und Fehlercode 0x00FF 00FF abgesetzt. Der LSS-Slave befindet sich danach im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

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...254: Reserved
- 255: applikationsspezifischer Fehler aufgetreten

Specific Error

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

3.9.5 Inquire LSS-Address Protokolle

3.9.5.1 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				

3.9.5.2 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				

3.9.5.3 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. (≙Index 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	92	LSB		MSB				

3.9.5.4 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. (≙Index 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	93	LSB		MSB				

3.9.5.5 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...127						

Node-ID

Entspricht der Node-ID des selektierten Gerätes.

3.9.6 Identification Protokolle

3.9.6.1 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				

3.9.6.2 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							

3.9.6.3 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							

3.9.6.4 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							

3.10 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 (121 Ohm) am Anfang und am Ende verkabelt. Stichleitungen sollten möglichst vermieden werden. Das Kabel ist als geschirmtes Twisted Pair Kabel auszuführen und sollte eine Impedanz von 120 Ohm und einen Widerstand von 70 mΩ/m haben. Die Datenübertragung erfolgt über die Signale CAN-H und CAN-L mit einem gemeinsamen GND als Datenbezugspotential. Optional kann auch eine 24 Volt Versorgungsspannung mitgeführt werden.

In einem CANopen Netzwerk können maximal **127** Teilnehmer angeschlossen werden. Das Mess-System unterstützt den Node-ID Bereich von 1–127, Standardeinstellung ist 127. Die Übertragungsgeschwindigkeit lässt sich per LSS/LMT Protokoll einstellen und unterstützt die Baudraten

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

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

Kabelquerschnitt	10 kbit/s	20 kbit/s	50 kbit/s	100 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	800 kbit/s	1 Mbit/s
0,25 mm ² – 0,34 mm ²	5000 m	2500 m	1000 m	ca. 600 m	500 m	250 m	100 m	50 m	25 m

Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die



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

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

4.1 Anschluss – Hinweise

Die elektrischen Ausstattungsmerkmale werden hauptsächlich durch die variable Anschluss-Technik vorgegeben.

Ob das Mess-System

- zusätzliche Schnittstellen
- externe Eingänge wie z.B. der Preset

unterstützt, wird deshalb durch die gerätespezifische Steckerbelegung definiert.



Der Anschluss kann nur in Verbindung mit der gerätespezifischen Steckerbelegung vorgenommen werden!

Bei der Auslieferung des Mess-Systems wird jeweils eine Steckerbelegung in gedruckter Form beigelegt und sie kann nachträglich auch von der Seite „www.tr-electronic.de/service/downloads/steckerbelegungen.html“ heruntergeladen werden. Die Steckerbelegungsnummer ist auf dem Typenschild des Mess-Systems vermerkt.

4.2 Bus-Terminierung

Ist das Mess-System der letzte Teilnehmer im CAN-Segment, ist der Bus durch einen externen Abschlusswiderstand von 121 Ohm zwischen CAN_H und CAN_L abzuschließen.

Der Bus-Abschluss kann auch von TR-Electronic bezogen werden, Art.-Nr.: 62-000-1366 (M12-Stecker, A-kodiert, 120 Ω).



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-Nachricht „**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 72).

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 LMT-Dienste

4.4.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf

Standardeinstellung: Node-ID = 127 dez.

Annahme:

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

Vorgehensweise:

- LMT-Slave mit dem Dienst 04 *Switch mode global protocol*, Mode = 1 in den *Configuration Mode* bringen.
- Dienst 17 *Configure NMT-Address 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.
→ LMT-Slave wird zurückgesetzt und befindet sich im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

4.4.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf

Standardeinstellung: Baudrate = 500 kbit/s

Annahme:

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

Vorgehensweise:

- LMT-Slave mit dem Dienst 04 *Switch mode global protocol*, Mode = 1 in den *Configuration Mode* 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 23 *Store configuration protocol* ausführen.
→ Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
→ Error Code = 0.
→ LMT-Slave wird zurückgesetzt und befindet sich im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

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

4.5.1 Konfiguration der Node-ID, Ablauf

Standardeinstellung: Node-ID = 127 dez.

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 wird zurückgesetzt und befindet sich im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

4.5.2 Konfiguration der Baudrate, Ablauf

Standardeinstellung: Baudrate = 500 kbit/s

Annahme:

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

Vorgehensweise:

- 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 23 *Store configuration protocol* ausführen.
→ Rückmeldung abwarten und erfolgreiche Ausführung überprüfen,
→ Error Code = 0.
→ LSS-Slave wird zurückgesetzt und befindet sich im Zustand *PRE-OPERATIONAL*.

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 des Prozessors. 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 LMT- / LSS-Dienste.

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.

EDS-Datei Download

- **LM_-48 (TR_Linear_CO03):** www.tr-electronic.de/f/TR-ELA-ID-MUL-0025

6 Kommunikations-Profil

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

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

Vom Mess-System werden nur Sende-PDOs unterstützt, um den Istwert bzw. Geschwindigkeitswert zu übertragen.

Die TPDOs werden festgelegt durch die TPDO Kommunikationsparameter 1800h-1801h und die TPDO Mappingparameter 1A00h-1A01h. Während die TPDO Kommunikationsparameter die Kommunikationsmöglichkeiten beschreiben, beinhalten die TPDO Mappingparameter Informationen über den Inhalt des TPDOs.

6.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1801h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge.

Subindex 1 beinhaltet die COB-ID für das TPDO:

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

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

Subindex 2 definiert die Übertragungsart für das TPDO:

Wert	Beschreibung
01h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder SYNC-Telegramm übertragen
02h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 2. SYNC-Telegramm übertragen
03h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 3. SYNC-Telegramm übertragen
...	...
F0h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 240. SYNC-Telegramm übertragen
FDh	Istwert kann nur über einen Remote-Frame übertragen werden
FEh	Istwert wird asynchron mit dem Timerwert aus Objekt 6200h übertragen (Objekt 1800h) bzw. Subindex 5 (Objekt 1801h)

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

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

Subindex 4 wird nicht unterstützt.

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

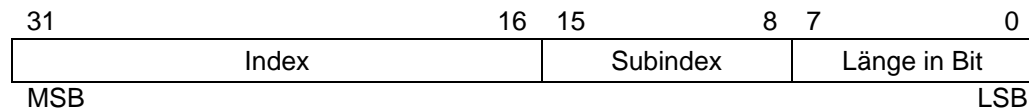
Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem Objekt 6200h – Cyclic-Timer. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.

Der Kommunikationsparameter 1801h benutzt ausschließlich seinen eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

6.2 Aufbau der Mappingparameter, 1A00h-1A01h

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

Die nachfolgenden Subindizes beinhalten die Information der gemappten Applikationsobjekte. Das Objekt beschreibt den Inhalt des PDOS durch ihren Index, Subindex und der Länge in Bit:



6.2.1 Ändern der Mappingeinstellung

Vorgehensweise:

- Löschen des TPDOs durch Setzen des Bits „Valid“ auf 1 im Subindex 1 des entsprechenden Kommunikationsparameters 1800h-1801h.
- Deaktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindexes 0 auf 0 in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A01h.
- Änderung des Mappings in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A01h vornehmen (Subindex 1).
- Aktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindexes 0 auf die Anzahl der gemappten Objekte in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A01h.
- Erzeugen des TPDOs durch Setzen des Bits „Valid“ auf 0 im Subindex 1 des entsprechenden Kommunikationsparameters 1800h-1801h. Die gewünschte COB-ID und das Bit „Valid“ müssen mit einem Schreibvorgang gesetzt werden!
- Mapping-Konfiguration über „Objekt 1010h: Parameter abspeichern“ speichern.

Für das Mapping vorgesehene Objekte:

- Objekt 6020h – Positionswert, siehe Seite 67
- Objekt 6030h – Geschwindigkeitswert, siehe Seite 67

6.3 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt (asynchron)

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

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1800h	0	Anz. unterstützter Einträge	5	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 1	180h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	254	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	5	Event Timer \leftrightarrow Cyclic Timer	0	rw
1A00h	0	Anz. abgebildeter Objekte	max. 2	rw
	1	1. Applikationsobjekt	60200120h	rw
	2	2. Applikationsobjekt	00	rw

6.4 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt (synchron)

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

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1801h	0	Anz. unterstützter Einträge	5	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 2	280h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	1	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	5	Event Timer	0	rw
1A01h	0	Anz. abgebildeter Objekte	max. 2	rw
	1	1. Applikationsobjekt	60200120h	rw
	2	2. Applikationsobjekt	00	rw

7 Kommunikationsspezifischer Profilbereich (CiA DS-301)

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der unterstützten Indizes im Kommunikationsprofilbereich:

M = Mandatory (zwingend)

O = Optional

Index (h)	Objekt	Name	Typ	Attr.	M/O	Seite
1000	VAR	Gerätetyp	Unsigned32	ro	M	55
1001	VAR	Fehlerregister	Unsigned8	ro	M	55
1003	ARRAY	Vordefiniertes Fehlerfeld	Unsigned32	rw	O	56
1005	VAR	COB-ID SYNC-Nachricht	Unsigned32	rw	O	56
¹ 1008	VAR	Hersteller Gerätenamen	Vis-String	const	O	57
¹ 1009	VAR	Hardwareversion	Vis-String	const	O	57
¹ 100A	VAR	Softwareversion	Vis-String	const	O	57
100C	VAR	Guard-Time (Überwachungszeit)	Unsigned16	rw	O	57
100D	VAR	Life-Time-Faktor (Zeitdauer-Faktor)	Unsigned8	rw	O	57
1010	ARRAY	Parameter abspeichern	Unsigned32	rw	O	58
1011	ARRAY	Parameter wieder herstellen	Unsigned32	rw	O	59
1014	VAR	COB-ID EMERGENCY	Unsigned32	rw	O	60
1017	VAR	Producer Heartbeat Time	Unsigned16	rw	O	60
1018	RECORD	Identity Objekt	Unsigned32	ro	O	61
1F80	VAR	NMT Autostart	Unsigned32	rw	O	61

Tabelle 10: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte



Alle schreibbaren Indizes müssen explizit über den Index 1010h gespeichert werden.

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
96h	01h	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Encoder-Typ

Code	Definition
0008h	Absoluter Linear-Encoder
000Ah	Absoluter Linear-Encoder, Mehrmagnet

7.2 Objekt 1001h: Fehlerregister

Dieses Objekt beinhaltet das Fehlerregister für das Gerät. Falls das Alarm-Bit „Positionsfehler“ (Objekt 6503) gesetzt wird, wird auch im Fehlerregister das Bit 0 und 5 gesetzt. Bit 0 und Bit 5 sind fest miteinander verknüpft und melden, dass kein Magnet erkannt worden ist, siehe auch Emergency-Fehlercodes ab Seite 75.

Unsigned8

Bit	Bedeutung
0	generischer Fehler
1	0
2	0
3	0
4	0
5	geräteprofilspezifisch
6	0
7	0

7.3 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 14, Seite 76 entnommen werden.

Mit Schreibzugriff auf Subindex 0 und Inhalt 00h, werden die Anzahl der Fehler und das Standard Fehlerfeld gelöscht, siehe auch Emergency-Fehlercodes ab Seite 75.

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

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		nicht unterstützt	

7.4 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
1	0	0	0	00 1000 0000

Bit 31 = 1, Gerät verarbeitet die SYNC-Nachricht

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 in der Standardeinstellung einmalig durch das zweite Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1801h) übertragen.

Objekt	Funktions-Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

7.5 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen

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

7.6 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion

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

7.7 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion

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

7.8 Objekt 100Ch: Guard-Time (Überwachungszeit)

Die Objekte der Indizes 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

7.9 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

7.10 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 : 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.

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 Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000h.

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

7.11 Objekt 1011h: Parameter wieder herstellen

Dieses Objekt unterstützt die Wiederherstellung der CAN Kommunikationsparameter und den gerätespezifischen Parametern.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1011h	0	größter unterstützte Subindex = 3	Unsigned8	ro
	1	alle Parameter herstellen	Unsigned32	rw
	2	Kommunikationsparameter herstellen, Indizes 1xxxh	Unsigned32	rw
	3	Geräteparameter herstellen, Indizes 2xxxh und 6xxxh	Unsigned32	rw

Um eine versehentliche Wiederherstellung der Parameter zu vermeiden, wird die Wiederherstellung nur dann ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in den entsprechenden Subindex geschrieben wird. Die Signatur heißt „load“.

MSB		LSB	
d	a	o	l
64h	61h	6Fh	6Ch

Beim Empfang der richtigen Signatur werden die entsprechenden Standardwerte wieder hergestellt. Schlug die Wiederherstellung fehl, antwortet das Gerät mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000h.

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

Die Standardwerte werden erst aktiv, nachdem ein Geräte-RESET durchgeführt worden ist: NMT-Dienst RESET NODE (0x81) für Subindex 1 bis 3, NMT-Dienst RESET COMMUNICATION (0x82) für Subindex 2, oder die Versorgungsspannung aus und danach wieder eingeschaltet wird.

Bei Lesezugriff auf den entsprechenden Subindex liefert das Gerät Informationen über seine Möglichkeiten die Standardwerte wieder herzustellen:

MSB		LSB
Bits	31-1	0
Wert	= 0	1

Bit 0 = 1 bedeutet, dass das Gerät die Wiederherstellung der Standardwerte unterstützt.

7.12 Objekt 1014h: COB-ID EMERGENCY (EMCY)

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

EMCY Identifier, rw:

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

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

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

7.13 Objekt 1017h: Producer Heartbeat Time

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

Unmittelbar nach der Konfiguration der Producer Heartbeat Time (Wert > 0) wird mit der zyklischen Übertragung der Heartbeat Nachricht begonnen.

Wurde die Producer Heartbeat Time konfiguriert, werden nach dem Einschalten des Gerätes beim Übergang in den Zustand PRE-OPERATIONAL bereits Heartbeat Nachrichten übertragen. In diesem Fall wird die Boot-Up-Nachricht schon als erste Heartbeat Nachricht angesehen.

Unsigned16

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



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

7.14 Objekt 1018h: Identity Objekt

Dieses Objekt enthält generelle Informationen über das Gerät.

Index	Subindex	Kommentar	Typ
1018h	0	größter unterstützte Subindex	Unsigned8
	1	Vendor-ID	Unsigned32
	2	Produkt-Code	Unsigned32
	3	Revisions-Code	Unsigned32
	4	Seriennummer	Unsigned32

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

Subindex1: Bei Lesezugriff liefert das Gerät die Vendor-ID des Herstellers. Die Vendor-ID von TR-Electronic ist 025Ch.

Subindex2: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über den Produktcode

Subindex3: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Revision.

Subindex4: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Seriennummer.

7.15 Objekt 1F80h: NMT Autostart

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

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

Bitzuordnung:

31	8	7	0
reserviert, 0000 00h			Konfiguration
MSB			LSB

Aufschlüsselung des Konfigurationsbytes

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

8 Parametrierung und Konfiguration

8.1 Herstellerspezifischer Profilbereich

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der unterstützten Indizes im Herstellerprofilbereich:

Index (h)	Objekt	Name	Typ	Attr.	Seite
2000	VAR	COB-ID für Boot-Up Nachricht	Unsigned16	rw	62
2100	VAR	Positionswert bei Magnetverlust	Unsigned8	rw	63

Tabelle 11: Herstellerprofilbereich



Alle Indizes werden mit Schreibzugriff automatisch dauerhaft gespeichert.

8.1.1 Objekt 2000h – COB-ID für Boot-Up Nachricht

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

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

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

Unsigned16

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

8.1.2 Objekt 2100h – Positionswert bei Magnetverlust

Dieses Objekt definiert den ausgegebenen Positionswert, wenn der Fehler „kein Magnet erkannt“ aufgetreten ist. Standardwert = 0.

- Wert = 00h:
Position des fehlerhaften Kanals wird auf 00h gesetzt
- Wert = 01h:
Position des fehlerhaften Kanals wird auf den letzten gültigen Wert gesetzt
- Wert = 02h:
Alle Positionen werden auf 00h gesetzt
- Wert = 03h:
Alle Positionen werden auf den letzten gültigen Wert gesetzt

Unsigned8

Positionswert im Fehlerfall
Byte 0
2^7 bis 2^0

8.2 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)

O = Optional

C2 = Geräteklasse C2

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	C2	Seite
Parameter						
6000	VAR	Betriebsparameter	Unsigned16	rw	M	65
6005	ARRAY	Mess-Schritt Einstellungen	Unsigned32	rw	M	65
6010	ARRAY	Presetwert	Integer32	rw	M	66
6020	ARRAY	Positionswert	Integer32	ro	M	67
6030	ARRAY	Geschwindigkeitswerte	Integer16	ro	M	67
6200	VAR	Cyclic-Timer	Unsigned16	rw	M	68
Diagnose						
6500	VAR	Betriebsstatus	Unsigned16	ro	M	69
6501	VAR	Mess-Schritt	Unsigned32	ro	M	69
6503	VAR	Alarmer	Unsigned16	ro	M	69
6504	VAR	Unterstützte Alarmer	Unsigned16	ro	M	70
6505	VAR	Warnungen	Unsigned16	ro	M	70
6506	VAR	Unterstützte Warnungen	Unsigned16	ro	M	70
6507	VAR	Profil- und Softwareversion	Unsigned32	ro	M	70
650A	ARRAY	Hersteller-Offsetwert	Unsigned32	ro	M	71
650B	VAR	Serien-Nummer	Unsigned32	ro	M	71
650C	ARRAY	Offsetwert	Integer32	ro	O	71

Tabelle 12: Encoder-Profilbereich



Alle schreibbaren Indizes müssen explizit über den Index 1010h gespeichert werden.

8.2.1 Objekt 6000h – Betriebsparameter

Dieses Objekt definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn sich der Magnet zum Stabende hinzu bewegt.

Index	0x6000	Objektyp	VAR
Name	Operating Parameters		
Datentyp	UNSIGNED16	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0x04 = Position steigend 0x0C = Position fallend	Zugriff	rw
Standardwert	0x04	PDO Mapping	nein

Bitzuordnung

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0-1	reserviert		
2	Skalierungsfunktion	auf 1 gesetzt, kann nicht verändert werden!	
3	Zählrichtung	Position steigend zum Stabende	Position fallend zum Stabende
4 – 15	reserviert		

8.2.2 Objekt 6005h – Mess-Schritt Einstellungen

Dieses Objekt definiert die Mess-Schritt Einstellungen für die Objekte:

- Positionswert Objekt 6020, in 0.001 μm
- Geschwindigkeitswert Objekt 6030, in 0.01 mm/s

Index	0x6005	Objektyp	Array
Name	Measuring Step Settings		
Datentyp	UNSIGNED32	Kategorie	Mandatory

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Standardwert	2
Wertebereich	0x01...0x02

Sub-Index	001
Beschreibung	Measuring Step, Positionsauflösung
Kategorie	Mandatory
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0xC350; 50 μm
Wertebereich	0xC350...0xF4240; 50 μm bis 1 mm

Sub-Index	002
Beschreibung	Speed Step, Geschwindigkeitsauflösung
Kategorie	Optional
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0x0A; 0.1 mm/s
Wertebereich	0x01... 0x186A0; 0,01 mm/s bis 1 m/s

8.2.3 Objekt 6010h – 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 der unterstützten Kanäle auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Messbereiches zu setzen. Der Ausgabe-Positionswert wird auf den Parameter „Presetwert“ gesetzt, wenn auf dieses Objekt geschrieben wird.

Wird der Wert 0xFF FF FF FF auf Subindex 1 geschrieben, wird der Preset gelöscht. Die ausgegebene Position bezieht sich danach auf den physikalischen Nullpunkt des Mess-Systems (Auslieferungszustand).

Index	0x6010	Objekttyp	Array
Name	Preset Value		
Datentyp	INTEGER32	Kategorie	Mandatory

Presetwert, Zweierkomplement			
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}

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der verfügbaren Kanäle
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1 (0x01)

Sub-Index	001
Beschreibung	Preset value position 1, Presetwert - Magnet 1
Kategorie	Mandatory
Datentyp	INTEGER32
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Standardwert	0
Wertebereich	-2 147 483 648...+2 147 483 647 (0x80000000...0x7FFFFFFF)

8.2.4 Objekt 6020h – Positionswert

Dieses Objekt definiert die Positionswerte, welche über die Mapping-Parameter-Objekte 1A00 bis 1A01 (Sende-PDOs) ausgegeben werden können. Positionsauflösung siehe „Objekt 6005h – Mess-Schritt Einstellungen“ auf Seite 65.

Index	0x6020	Objekttyp	Array
Name	Position Value		
Datentyp	INTEGER32	Kategorie	Mandatory

Positionswert, Zweierkomplement			
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}

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der verfügbaren Kanäle
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1 (0x01)

Sub-Index	001
Beschreibung	Position value position 1, Positionswert - Magnet 1
Kategorie	Mandatory
Datentyp	INTEGER32
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Standardwert	0
Wertebereich	-2 147 483 648...+2 147 483 647; aktuelle Ist-Position

8.2.5 Objekt 6030h – Geschwindigkeitswert

Dieses Objekt definiert die Geschwindigkeitswerte, welche über die Mapping-Parameter-Objekte 1A00 bis 1A01 (Sende-PDOs) ausgegeben werden können. Geschwindigkeitsauflösung siehe „Objekt 6005h – Mess-Schritt Einstellungen“ auf Seite 65.

Index	0x6030	Objekttyp	Array
Name	Speed Value		
Datentyp	INTEGER16	Kategorie	Mandatory

Geschwindigkeitswert, Zweierkomplement	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Sub-Index	000
Beschreibung	Anzahl der verfügbaren Kanäle
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	1 (0x01)

Sub-Index	001
Beschreibung	Speed value channel 1, Geschwindigkeitswert - Magnet 1
Kategorie	Mandatory
Datentyp	INTEGER16
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Standardwert	0
Wertebereich	-32768...+32767; aktuelle Geschwindigkeit

8.2.6 Objekt 6200h – Cyclic-Timer

Definiert die Übertragungsperiode der gemappten Objekte über das Mapping-Parameter-Objekt 1A00. Eine asynchrone Übertragung der gemappten Objekte wird eingestellt, wenn der Cyclic-Timer auf > 0 programmiert wird.

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) seine Daten.

Index	0x6200	Objekttyp	VAR
Name	Cyclic Timer		
Datentyp	UNSIGNED16	Kategorie	Mandatory
Wertebereich	0...65535 ms	Zugriff	rw
Standardwert	0 ms, Übertragung ausgeschaltet	PDO Mapping	nein



Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem Cyclic-Timer. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.

Der Kommunikationsparameter 1801h benutzt ausschließlich seinen eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

8.2.7 Mess-System Diagnose

8.2.7.1 Objekt 6500h – Betriebsstatus

Dieses Objekt zeigt an, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn sich der Magnet zum Stabende hinzu bewegt.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0-1	reserviert		
2	Skalierungsfunktion	-	immer 1, eingeschaltet
3	Zählrichtung	steigend	fallend
4 – 15	reserviert		

8.2.7.2 Objekt 6501h – Mess-Schritt

Dieses Objekt zeigt den Mess-Schritt an, welcher durch das Mess-System ausgegeben wird. Der Mess-Schritt wird in nm (0,001 µm) angegeben.

Beispiel: 1 µm = 00 00 03 E8 h

Unsigned32

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

8.2.7.3 Objekt 6503h – Alarme

Dieses Objekt 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
1-15	Reserviert für weitere Verwendung		

Positionsfehler

Das Bit wird gesetzt, wenn das Mess-System keinen Magneten erkennen konnte.

8.2.7.4 Objekt 6504h – Unterstützte Alarme

Dieses Objekt beinhaltet Informationen über die Alarme, die durch das Mess-System unterstützt werden.

Unsigned16

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Positionsfehler	Nein	Ja
1-15	Reserviert für weitere Verwendung		

8.2.7.5 Objekt 6505h – Warnungen

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

8.2.7.6 Objekt 6506h – Unterstützte Warnungen

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

8.2.7.7 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.

z.B.: Profilversion: 1.40
 Binärcode: 0000 0001 0100 0000
 Hexadezimal: 1 40

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

z.B.: Softwareversion: 5022.01
 Binärcode: 0010 0010 0000 0001
 Hexadezimal: 22 01

Die komplette Softwareversion ist in Objekt 100Ah enthalten, siehe Seite 57.

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

8.2.7.8 Objekt 650Ah – Hersteller-Offsetwert

Dieses Objekt wird nicht unterstützt.

8.2.7.9 Objekt 650Bh – Serien-Nummer

Dieses Objekt zeigt die Serien-Nummer des Mess-Systems an und ist identisch mit dem Eintrag in Objekt 1018h: Identity Objekt Subindex 4, Seite 61.

Unsigned32

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

8.2.7.10 Objekt 650Ch – Offsetwert

Dieses Objekt speichert den Offsetwert, welcher sich durch die Ausführung der Presetfunktion über Objekt 6010h – Presetwert ergibt. Die daraus resultierende Nullpunktsverschiebung (Offset) entspricht der Differenz des gewünschten Presetwertes und der Lage des physikalischen Nullpunkts des Mess-Systems.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
650Ch	0	größter unterstützte Subindex = 1	Unsigned8	ro
	1	Offsetwert	Integer32	ro

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. Zusätzlich zum Emergency-Objekt wird im Alarm-Objekt 6503H das zugehörige Bit gesetzt.

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.

Jetzt kann der Positionswert auf verschiedene Arten übertragen werden:

1. Asynchron-Übertragung

In der Standardeinstellung überträgt das erste Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1800h) 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 wenn der Wert des Cyclic-Timers > 0 ist.

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

In der Standardeinstellung überträgt das zweite bzw. dritte Sende-Prozessdaten-Objekt (Objekt 1801h) 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 bzw. 380h + 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 und Übertragungsart „Synchron“ übertragen den Positionswert.

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

10.1 SDO-Fehlercodes

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

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0503 0000	Toggle Bit unverändert, aufgrund einer zu hohen Busauslastung	- Generelle Busauslastung $\leq 85\%$! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen - Zykluszeit für Node-Guarding erhöhen
	Toggle Bit unverändert, aufgrund eines geräteinternen Fehlers	- Versuchen, das Gerät neu zu starten durch Spannung AUS/EIN. Hilft diese Maßnahme nicht, muss das Gerät ausgetauscht werden
0x0504 0001	Client/Server Kommando-Code nicht gültig bzw. unbekannt	Vom Gerät unterstützte Kommando-Codes siehe SDO-Nachrichtenformat auf Seite 15.
0x0601 0000	Nicht unterstützter Zugriff auf ein Objekt	Überprüfen, welches Attribut für das entsprechende Objekt gültig ist: - rw: Lese- und Schreibzugriff - wo: nur Schreibzugriff - ro: nur Lesezugriff - Const: nur Lesezugriff Übersicht der Objekte siehe Tabelle 10 und Tabelle 12 auf Seite 54 und 64.
0x0601 0001	Lesezugriff auf ein Objekt, dass nur geschrieben werden kann	Vom Gerät unterstützte Schreib-Kommando-Codes siehe SDO-Nachrichtenformat auf Seite 15.
0x0601 0002	Schreibzugriff auf ein Objekt, dass nur gelesen werden kann	Vom Gerät unterstützte Lese-Kommando-Codes siehe SDO-Nachrichtenformat auf Seite 15.
0x0602 0000	Objekt existiert nicht im Objektverzeichnis	Vom Gerät unterstützte Objekte siehe Seite 54, 62 und 64.
0x0604 0041	Kein PDO Mapping erlaubt für dieses Objekt	Vom Gerät unterstützte PDO-Mapping Objekte siehe Seite 67 und 67.
0x0604 0042	Anzahl und Länge der gemappten Objekte übersteigt die zulässige PDO Länge	Überprüfen - Mapping Objekte ≤ 8 Byte Datenlänge pro TPDO - Anzahl Mapping Objekte ≤ 3 pro TPDO
0x0607 0010	Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter stimmt nicht	Anzahl Bytes des Kommando-Codes muss dem Objekttyp entsprechen, siehe auch Seite 15.
0x0609 0011	Subindex nicht vorhanden	Überprüfen, welche Subindizes das entsprechende Objekt unterstützt.
0x0609 0030	Ungültiger Parameterwert (nur download)	Zulässiger Wertebereich für das entsprechende Objekt überprüfen.
0x0800 0020	Daten können nicht übertragen bzw. gespeichert werden	Falsche Signatur beim Abspeichern/ Wiederherstellen der Parameter geschrieben, siehe Objekte 1010h/1011h, Seite 58/59.
0x0800 0022	Daten können aufgrund des Gerätezustandes (Status) nicht übertragen bzw. gespeichert werden	Falsche Vorgehensweise bei der Mapping-Konfiguration vorgenommen, siehe Ändern der Mappingeinstellung auf Seite 52.
0x0800 0024	Keine Daten verfügbar	Hinweis, dass keine Fehler mehr vorhanden sind, bei Lesezugriff auf Objekt 1003h Subindex 01, siehe Seite 56.

Tabelle 13: SDO-Fehlercodes

10.2 Emergency-Fehlercodes

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst, Übertragungsformat siehe Kapitel „Emergency-Meldung“, Seite 72. Die Fehleranzeige wird über die Objekte

- Fehlerregister 0x1001, siehe Seite 55 und
- Vordefiniertes Fehlerfeld 0x1003, siehe Seite 56

vorgenommen.

10.2.1 Objekt 1001h: Fehlerregister

Das Fehlerregister zeigt bitkodiert den Fehlerzustand des Mess-Systems an. Es können auch mehrere Fehler gleichzeitig durch ein gesetztes Bit angezeigt werden. Der Fehlercode des zuletzt aufgetretenen Fehlers wird in Objekt 0x1003, Subindex 1 hinterlegt, die Anzahl der Fehler im Subindex 0. Im Moment des Auftretens wird ein Fehler durch eine EMCY-Nachricht signalisiert. Sind alle Fehler gelöscht, wird das Fehlerregister zurückgesetzt und eine EMCY-Nachricht mit Fehlercode „0x000“ übertragen.

Bit	Bedeutung
0	generischer Fehler
1	0
2	0
3	0
4	0
5	geräteprofilspezifisch
6	0
7	0

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

Über das Emergency-Objekt wird immer nur der zuletzt aufgetretene Fehler angezeigt. Für jede EMCY-Nachricht die gelöscht wurde, wird eine Emergency-Meldung mit Fehlercode „0x0000“ übertragen. Das Ergebnis kann dem Objekt 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. Wird automatisch gelöscht, wenn der Fehler nicht mehr vorhanden ist

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0000	Fehler rückgesetzt / kein Fehler	-
0xFF00	Mess-System hat keinen Magnet erkannt	<ul style="list-style-type: none"> - Magnet(e) in den zulässigen Messbereich bringen - Konfigurierte Anzahl Magnete mit der verwendeten Anzahl abgleichen - Mindestabstand zwischen den Magneten einhalten
0x8130	Life Guard Fehler	<ul style="list-style-type: none"> - Generelle Busauslastung $\leq 85\%$! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen - Zykluszeit über die Objekte 100Ch und 100Dh für das Node-Guarding-Protokoll erhöhen - Versuchen, das Gerät neu zu starten durch Spannung AUS/EIN. Hilft diese Maßnahme nicht, muss das Gerät ausgetauscht werden
	Heartbeat Fehler	<ul style="list-style-type: none"> - Generelle Busauslastung $\leq 85\%$! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen - Zykluszeit über die Objekte 1016h bzw. 1017h für das Heartbeat-Protokoll anpassen

Tabelle 14: Emergency-Fehlercodes

10.3 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 vorhanden ist.

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 0 = 1, Positionsfehler	Mess-System hat keinen Magnet erkannt.	<ul style="list-style-type: none"> - Magnet(e) in den zulässigen Messbereich bringen. - Konfigurierte Anzahl Magnete mit der verwendeten Anzahl abgleichen. - Mindestabstand zwischen den Magneten einhalten

10.4 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	Kabel verwenden mit paarweise verdrehten Adern für Daten und Versorgung. Die Schirmung und die Leitungsführung müssen nach den Aufbaurichtlinien für das jeweilige Feldbus-System ausgeführt sein.

Linear Encoder magnetostrictive: LM_-48

- [_Additional safety instructions](#)
- [_Installation](#)
- [_Commissioning](#)
- [_Parameterization](#)
- [_Cause of faults and remedies](#)

**User Manual
Interface**

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglshalde 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:	02/23/2022
Document / Rev. no.:	TR-ELA-BA-DGB-0024 v06
File name:	TR-ELA-BA-DGB-0024-06.docx
Author:	STB

Font styles

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

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

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

Brand names

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

Contents

1 General information	85
1.1 Applicability	85
1.2 References	86
1.3 Abbreviations and definitions	86
2 Additional safety instructions	88
2.1 Definition of symbols and instructions	88
2.2 Additional instructions for proper use	88
3 CANopen information	89
3.1 CANopen – Communication profile	90
3.2 Process- and Service-Data-Objects	91
3.3 Object Dictionary	92
3.4 CANopen default identifier	92
3.5 Transmission of SDO messages	93
3.5.1 SDO message format	93
3.5.2 Read SDO	95
3.5.3 Write SDO	96
3.6 Network management, NMT	97
3.6.1 Network management services	98
3.6.1.1 NMT device control services	98
3.6.1.2 NMT Node / Life guarding services	99
3.7 PDO mapping	99
3.8 Layer management services (LMT) and protocols	100
3.8.1 LMT Modes and Services	101
3.8.2 Transmission of LMT services	102
3.8.2.1 LMT message format	102
3.8.3 Switch mode protocols	103
3.8.3.1 Switch mode global protocol	103
3.8.3.2 Switch mode selective protocol	103
3.8.4 Configuration protocols	104
3.8.4.1 Configure NMT-address protocol	104
3.8.4.2 Configure bit timing parameters protocol	105
3.8.4.3 Activate bit timing parameters protocol	106
3.8.4.4 Store configuration protocol	106
3.8.5 Inquire LMT address protocols	107
3.8.5.1 Inquire Manufacturer-Name protocol	107
3.8.5.2 Inquire Product-Name protocol	107
3.8.5.3 Inquire Serial-Number protocol	108
3.8.6 Identification protocols	109
3.8.6.1 LMT identify remote slave protocol	109
3.8.6.2 LMT identify slave protocol	109
3.9 Layer setting services (LSS) and protocols	110
3.9.1 Finite state automaton, FSA	111

3.9.2 Transmission of LSS services	112
3.9.2.1 LSS message format	112
3.9.3 Switch mode protocols	113
3.9.3.1 Switch state global protocol	113
3.9.3.2 Switch state selective protocol	113
3.9.4 Configuration protocols	114
3.9.4.1 Configure Node-ID protocol	114
3.9.4.2 Configure bit timing parameters protocol	115
3.9.4.3 Activate bit timing parameters protocol	116
3.9.4.4 Store configuration protocol	116
3.9.5 Inquire LSS address protocols	117
3.9.5.1 Inquire identity Vendor-ID protocol	117
3.9.5.2 Inquire identity Product-Code protocol	117
3.9.5.3 Inquire identity Revision-Number protocol	118
3.9.5.4 Inquire identity Serial-Number protocol	118
3.9.5.5 Inquire Node-ID protocol	119
3.9.6 Identification protocols	120
3.9.6.1 LSS identify remote slave protocol	120
3.9.6.2 LSS identify slave protocol	120
3.9.6.3 LSS identify non-configured remote slave protocol	121
3.9.6.4 LSS identify non-configured slave protocol	121
3.10 Device profile	122
4 Installation / Preparation for start-up	123
4.1 Connection – notes	124
4.2 Bus termination	124
4.3 Switching on the supply voltage	124
4.4 Setting the Node-ID and Baud rate by means of LMT services	125
4.4.1 Configuration of the Node-ID, sequence	125
4.4.2 Configuration of the Baud rate, sequence	125
4.5 Setting the Node-ID and Baud rate by means of LSS services	126
4.5.1 Configuration of the Node-ID, sequence	126
4.5.2 Configuration of the Baud rate, sequence	126
5 Commissioning	127
5.1 CAN – interface	127
5.1.1 EDS file	127
6 Communication profile	128
6.1 Structure of the communication parameter, 1800h-1801h	128
6.2 Structure of the mapping parameter, 1A00h-1A01h	130
6.2.1 Procedure for re-mapping	130
6.3 1 st Transmit Process-Data-Object (asynchronous)	131
6.4 2 nd Transmit Process-Data-Object (cyclic)	131
7 Communication specific standard objects (CiA DS-301)	132
7.1 Object 1000h: Device type	133
7.2 Object 1001h: Error register	133

7.3 Object 1003h: Pre-defined error field	134
7.4 Object 1005h: COB-ID SYNC message	134
7.5 Object 1008h: Manufacturer device name	135
7.6 Object 1009h: Manufacturer hardware version	135
7.7 Object 100Ah: Manufacturer software version	135
7.8 Object 100Ch: Guard time	135
7.9 Object 100Dh: Life time factor	135
7.10 Object 1010h: Store parameters	136
7.11 Object 1011h: Restore default parameters	137
7.12 Object 1014h: COB-ID EMERGENCY (EMCY)	138
7.13 Object 1017h: Producer heartbeat time	138
7.14 Object 1018h: Identity object	139
7.15 Object 1F80h: NMT auto start	139
8 Parameterization and configuration	140
8.1 Manufacturer specific profile area	140
8.1.1 Object 2000h – COB-ID for boot-up message	140
8.1.2 Object 2100h – Position value at lost magnet	141
8.2 Standardized encoder profile area (CiA DS-406)	142
8.2.1 Object 6000h – Operating parameters	143
8.2.2 Object 6005h – Linear encoder measuring step settings	143
8.2.3 Object 6010h – Preset value	144
8.2.4 Object 6020h – Position value	145
8.2.5 Object 6030h – Speed value	145
8.2.6 Object 6200h – Cyclic timer	146
8.2.7 Measuring system diagnostics	147
8.2.7.1 Object 6500h – Operating status	147
8.2.7.2 Object 6501h – Measuring step	147
8.2.7.3 Object 6503h – Alarms	147
8.2.7.4 Object 6504h – Supported alarms	148
8.2.7.5 Object 6505h – Warnings	148
8.2.7.6 Object 6506h – Supported warnings	148
8.2.7.7 Object 6507h – Profile and software version	148
8.2.7.8 Object 650Ah – Manufacturer offset value	149
8.2.7.9 Object 650Bh – Serial number	149
8.2.7.10 Object 650Ch – Offset value	149
9 Emergency Message	150
10 Transmission of the measuring system position value	151
10.1 SDO Error codes	152
10.2 Emergency Error codes	153
10.2.1 Object 1001h: Error register	153
10.2.2 Object 1003h: Pre-defined Error field, bits 0 – 15	154
10.3 Alarm messages	154
10.4 Other faults	155

Revision index

Revision	Date	Index
First release	05/26/2015	00
Default values for Baud rate, Node-ID	02/08/2017	01
- Technical data removed - Chapter "Connection – notes" edited	12/06/2017	02
Default-/ minimum value of "Measuring step" (Object 6005h – Linear encoder measuring step settings) edited.	07/02/2018	03
LM_S-34 added	04/10/2019	04
LM_S-34 Support for 3-magnet operation added	02/27/2020	05
LM_S-34 removed (separate manual TR-ELA-BA-DGB-0041)	02/23/2022	06

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
- Configuration / parameterization
- Causes of faults and remedies

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

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

1.1 Applicability

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

- LMP-48
- LMR-48

The products are labeled 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-ELA-BA-DGB-0004

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-302 V4.1, Additional Application Layer Functions, February 2009
17.	CiA DS-305 V2.0, Layer Setting Services (LSS) and Protocols, January 2006
18.	CiA DS-406 V2.0, CANopen Profile for Encoder, May 1998

1.3 Abbreviations and definitions

LMP	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing
LMR	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing
EC	E uropean C ommunity
EMC	E lectro M agnetic C ompatibility
ESD	E lectro S tatic D ischarge
IEC	I nternational E lectrotechnical C ommission
VDE	Association for Electrical, Electronic & Information Technologies

CAN specific

CAL	CAN Application Layer. The application layer for CAN-based networks as specified by CiA in Draft Standard 201 ... 207.
CAN	Controller Area Network. Data link layer protocol for serial communication as specified in ISO 11898.
CiA	CAN in Automation international manufacturer and user organization e.V.: non-profit association for Controller Area Network (CAN).
CMS	CAN-based Message Specification. One of the service elements of the application layer in the CAN Reference Model.
COB	Communication Object. (CAN Message) A unit of transportation in a CAN Network. Data must be sent across a Network inside a COB.
COB-ID	COB-Identifier. Identifies a COB uniquely in a Network. The identifier determines the priority of that COB in the MAC sub-layer too.
DBT	Distributor. One of the service elements of the application in the CAN Reference Model. It is the responsibility of the DBT to distribute COB-ID's to the COB's that are used by CMS.
EDS	E lectronic- D ata- S heet
EMERGENCY (EMCY)	Pre-defined communication service, to indicate device and application failures. Contains among other things a specific error code.
FSA	Finite state automata. State machine to control LSS services.
Heartbeat	CANopen use the heartbeat message to indicate that a node is still alive and for guarding purposes. The message is transmitted periodically.
Heartbeat Consumer Time	The heartbeat consumer time defines the time when a node is regarded as no longer alive due to a missing heartbeat message.
Heartbeat Producer Time	The heartbeat producer time defines the transmission frequency of a heartbeat message to guard a node.
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 configuring the node-ID and bit rate via 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.
NMT Master	The NMT master device performs the network management by means of transmitting the NMT message. With this message, it controls the state machines of all connected NMT slave devices.
PDO	Process Data Object. Object for data exchange between several devices.
RTR	Remote transmission request. By means of a remote frame a node can request another node to send its data.
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.

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).

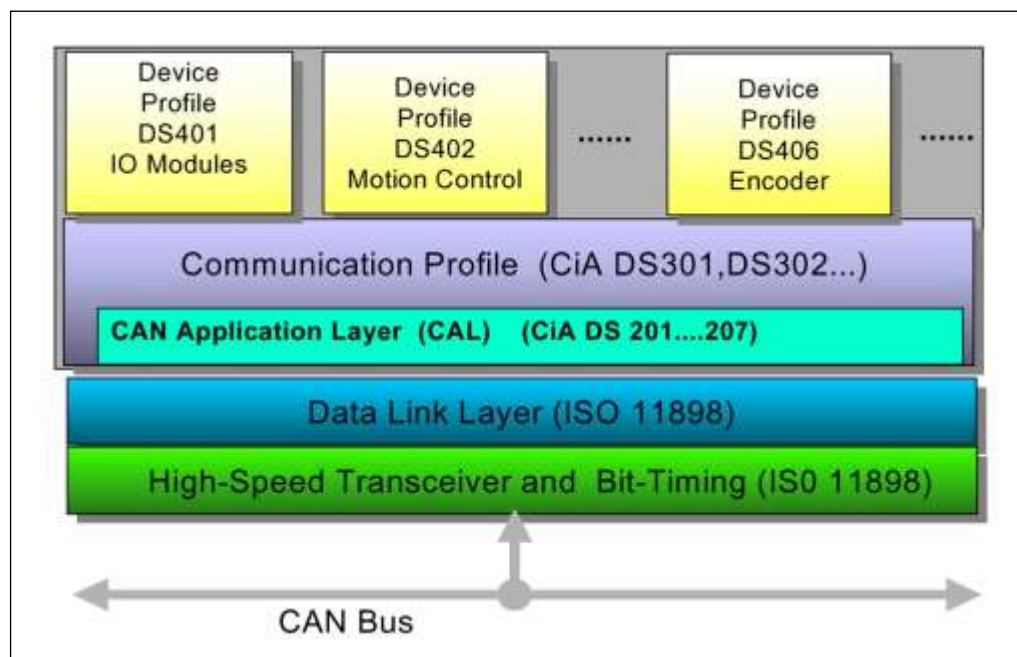


Figure 1: CANopen classified in the ISO/OSI reference model

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.

3.2 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 transmitting process data object 1800h for asynchronous (event-driven) position transmission and the two transmitting process data objects 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

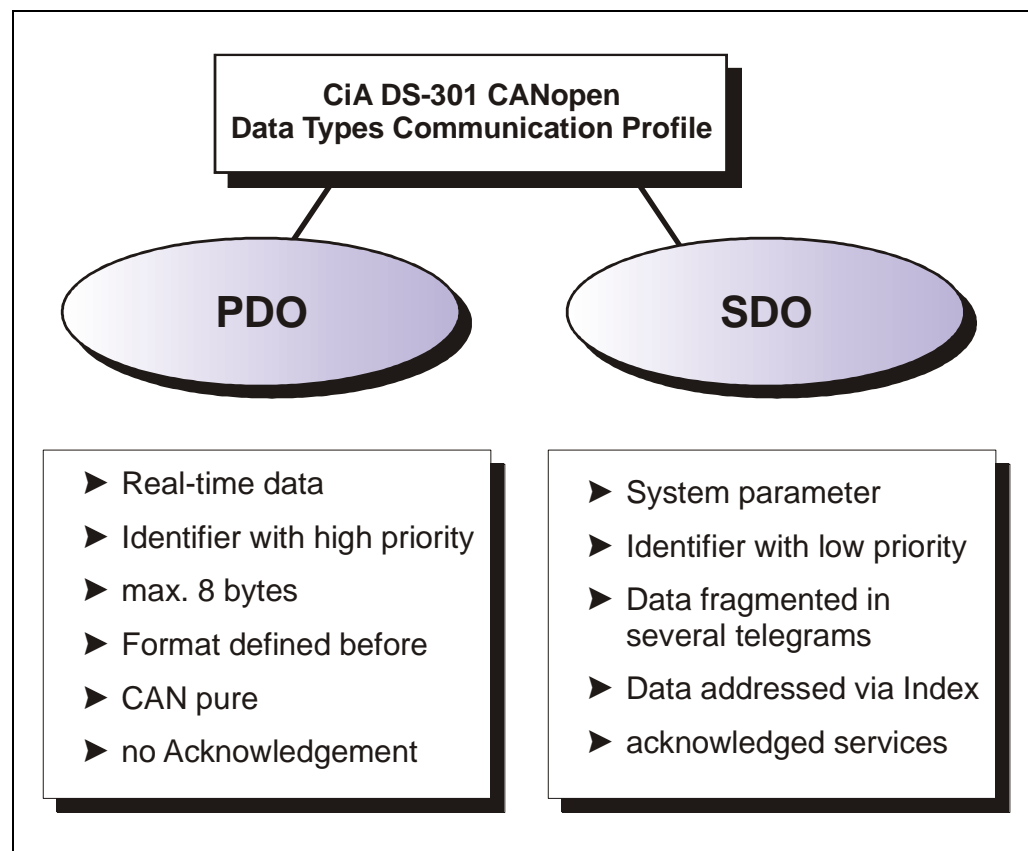


Figure 3: Comparison of PDO/SDO characteristics

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						

Examples

Object	Function Code	COB-ID	Index Communication Parameter
NMT	0000bin	0	–
SYNC	0001bin	80h	1005h
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:

CCS	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 **client command specifier (CCS)** 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 CCS.

At the SDO response the CCS reports whether the request was successful. In the case of a reading order the CCS gives additionally information about the number of bytes, which could be read:

CCS	Meaning	Valid for
0x22	Writing request	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 CCS = 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 13 on page 152.

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 client command specifier = 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

CCS	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

CCS	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).

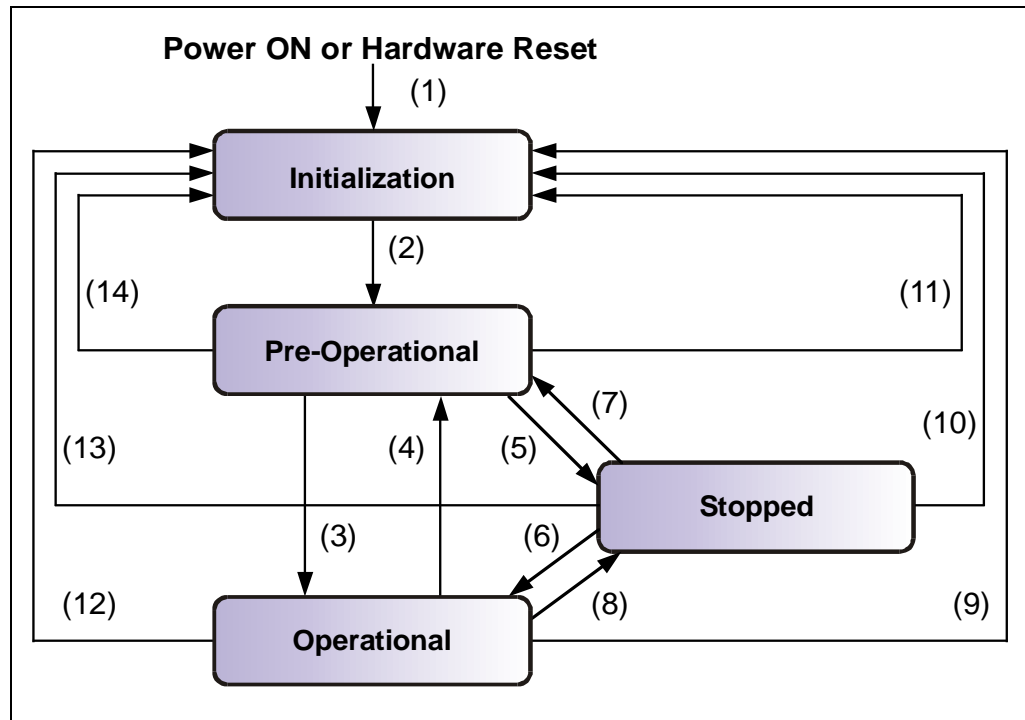


Figure 5: Boot-Up mechanism of the network management

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:

CCS	Node ID
Byte 0	Byte 1

The following commands are defined:

CCS	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
0x100D	Life Time Factor	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

Table 5: Parameter for NMT services

3.7 PDO mapping

PDO mapping refers to the mapping of application objects (real-time data, e.g. object 6004h “Position value” from the object dictionary into Process Data Objects, e.g. Object 1A00h (1st Transmit PDO).

The current mapping can be read via corresponding entries in the object dictionary, the so-called mapping tables. The number of mapped objects that are listed subsequently is found at the top of the mapping table (subindex 0). The tables are located in the object dictionary at index 0x1600 ff. for the RxPDOs and 0x1A00ff for the TxPDOs.

3.8 Layer management services (LMT) and protocols

The LMT-services and protocols, documented in CiA DS-205-1 and DS-205-2, are used to inquire or to change the settings of certain parameters of the local layers of a LMT slave by a LMT master via the CAN network.

Following parameters are supported:

- Node-ID
- Baud rate
- LMT-address

Thus it isn't necessary to adjust the Node-ID or Baud rate by means of switches. Access to the LMT slave is made thereby by its LMT address, consisting of:

- Manufacturer-Name
- Product-Name
- Serial-Number

The measuring system supports the following services:

Switch mode services

- Switch mode selective
- Switch mode global

Configuration services

- Configure NMT-address
- Configure bit timing parameters
- Activate bit timing parameters
- Store configured parameters

Inquiry services

- Inquire LMT-address

Identification services

- LMT identify remote slave
- LMT identify slave

3.8.1 LMT Modes and Services

By means of LMT Modes the behavior of a LMT slave is defined. The state behavior is controlled by LMT COBs produced by the LMT master.

The LMT Modes support the following states:

LMT operation: In this state, all services are supported as defined below

LMT configuration: In this state, all services are supported as defined below

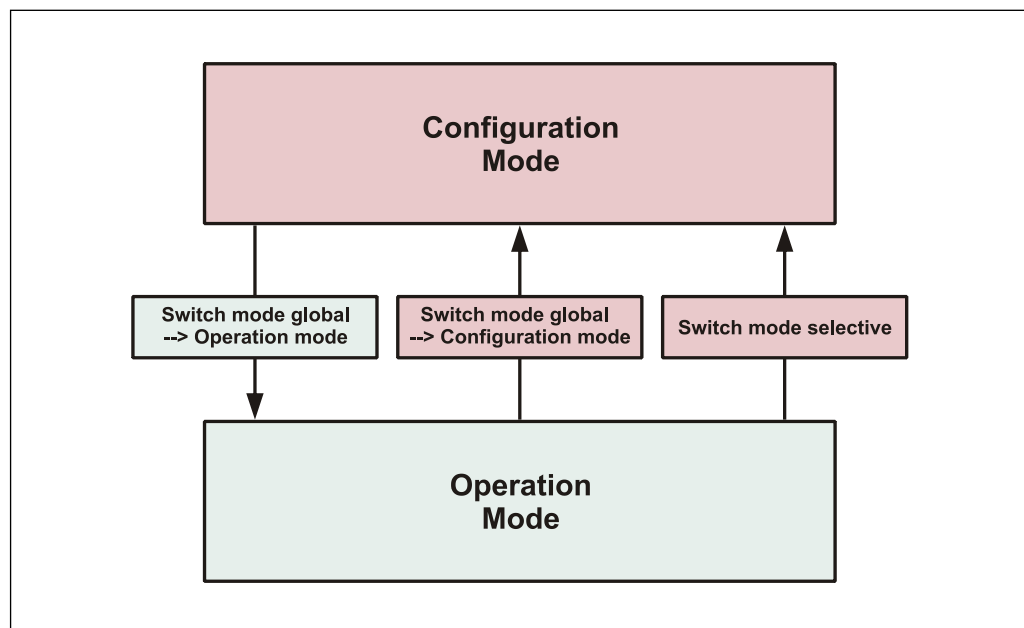


Figure 6: LMT Modes

State behavior of the supported services

Services	Operation	Configuration
Switch mode global	Yes	Yes
Switch mode selective	Yes	No
Activate bit timing parameters	No	Yes
Configure bit timing parameters	No	Yes
Configure NMT-address	No	Yes
Store configured parameters	No	Yes
Inquire LMT-address	No	Yes
LMT identify remote slave	Yes	Yes
LMT identify slave	Yes	Yes

3.8.2 Transmission of LMT services

By means of LMT services, the LMT master requests services to be performed by the LMT slave. Communication between LMT master and LMT slave is made by means of implemented LMT protocols.

Similar as in the case of SDO transmitting, also here two COB-IDs for sending and receiving are used:

COB-ID	Meaning
0x7E4	LMT slave → LMT master
0x7E5	LMT master → LMT slave

Table 6: COB-IDs for LMT services

3.8.2.1 LMT message format

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

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

Table 7: LMT message

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

3.8.3 Switch mode protocols

3.8.3.1 Switch mode global protocol

The given protocol has implemented the *Switch mode global service* and controls the state behavior of the LMT slave. By means of the LMT master all LMT slaves in the network can be switched into *Operation Mode* or *Configuration Mode*.

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Mode		Reserved by CiA				
0x7E5	04	0 = Operation mode 1 = Configuration mode						

3.8.3.2 Switch mode selective protocol

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

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name						
0x7E5	01	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name						
0x7E5	02	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No.						
0x7E5	03	LSB						MSB

3.8.4 Configuration protocols

3.8.4.1 Configure NMT-address protocol

The given protocol has implemented the *Configure NMT-address service*. By means of the LMT master the Node-ID of a single LMT slave in the network can be configured. Only one device is to be switched into *Configuration Mode*. For storage of the new Node-ID the *Store configuration protocol* must be transmitted to the LMT slave.

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E5	17	1...127						

LMT-Slave --> LMT-Master

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

Error Code

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

Specific Error

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

3.8.4.2 Configure bit timing parameters protocol

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

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Table Selector	Table Index	Reserved by CiA				
0x7E5	19	0	0...8					

LMT-Slave --> LMT-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

0: 1 Mbit/s
 1: 800 kbit/s
 2: 500 kbit/s
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 5: 100 kbit/s
 6: 50 kbit/s
 7: 20 kbit/s
 8: 10 kbit/s

Error Code

0: Protocol successfully completed
 1: selected Baud rate not supported
 2...254: reserved
 255: application specific error occurred

Specific Error

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

3.8.4.3 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 LMT slaves in the network which are in the *Configuration Mode*.

LMT-Master --> LMT-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 LMT slave is performed. After the time D2 the LMT slave responses with CAN-messages and the new configured Baud rate.

It is necessary:

Switch Delay > longest occurring processing duration of a LMT slave

3.8.4.4 Store configuration protocol

The given protocol has implemented the *Store configuration service*. By means of the LMT master the configured parameters of a single LMT slave in the network can be stored into the non-volatile memory. Only one device is to be switched into *Configuration Mode*. When the protocol is executed the LMT slave will be reset, an emergency with COB-ID 0x80 + Node-ID and error code 0x00FF 00FF is transmitted. The LMT slave is switched into *PRE-OPERATIONAL* state.

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	23							

LMT-Slave --> LMT-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...254: reserved
- 255: application specific error occurred

Specific Error

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

3.8.5 Inquire LMT address protocols

3.8.5.1 Inquire Manufacturer-Name protocol

The given protocol has implemented the *Inquire LMT address service*. By means of the LMT master the Manufacturer-Name of a single LMT slave in the network can be read-out. Only one device is to be switched into *Configuration Mode*.

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	36							

LMT-Slave --> LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name (ASCII)						
0x7E4	36	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7

Manufacturer-Name = TR-ELEC
M1...M7 = 0x54, 0x52, 0x2D, 0x45, 0x4C, 0x45, 0x43

3.8.5.2 Inquire Product-Name protocol

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

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	37							

LMT-Slave --> LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name (ASCII)						
0x7E4	37	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7

Product-Name = TR-LMR
P1...P7 = 0x54, 0x52, 0x2D, 0x4C, 0x4D, 0x52, 0x00

3.8.5.3 Inquire Serial-Number protocol

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

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E5	38							

LMT-Slave --> LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (BCD)						
0x7E4	38	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7

Serial-No. = e.g. "02"
 S1...S7 = BCD coded

3.8.6 Identification protocols

3.8.6.1 LMT identify remote slave protocol

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

LMT-Master --> LMT-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Manufacturer-Name						
0x7E5	05	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Product-Name						
0x7E5	06	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. LOW						
0x7E5	07	LSB						MSB

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. HIGH						
0x7E5	08	LSB						MSB

3.8.6.2 LMT identify slave protocol

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

LMT-Slave --> LMT-Master

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Reserved by CiA						
0x7E4	09							

3.9 Layer setting services (LSS) and protocols

The LSS-services and protocols, documented in CiA DS-305 V2.2, are used to inquire or to change the settings of several parameters of the data link layer and application layer of a LSS slave by a LSS master via the CAN network.

Following parameters are supported:

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

Access to the LSS slave is made 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

3.9.1 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

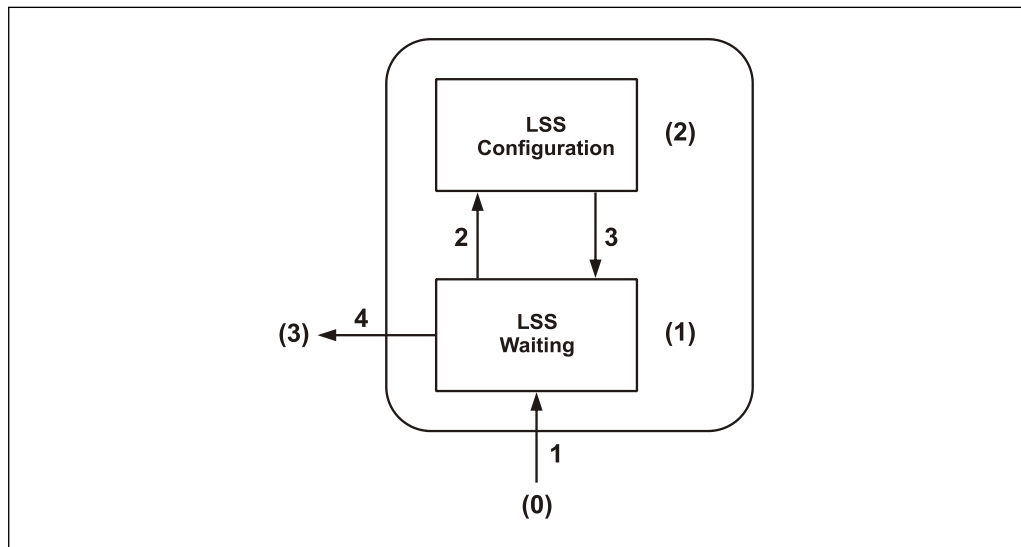


Figure 7: LSS FSA state machine

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.

3.9.2 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 8: COB-IDs for Layer Setting Services (LSS)

3.9.2.1 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 9: LSS message

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

3.9.3 Switch mode protocols

3.9.3.1 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						

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

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

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

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Serial-No. (\triangle 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							

3.9.4 Configuration protocols

3.9.4.1 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. Default setting = 127 dec.

LSS-Master --> LSS-Slave

	0	1	2	3	4	5	6	7
COB-ID	CS	Node-ID	Reserved by CiA					
0x7E5	17	1...127						

LSS-Slave --> LSS-Master

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

Error Code

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

Specific Error

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

3.9.4.2 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...8					

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

0: 1 Mbit/s
 1: 800 kbit/s
 2: 500 kbit/s, default setting
 3: 250 kbit/s
 4: 125 kbit/s
 5: reserved
 6: 50 kbit/s
 7: 20 kbit/s
 8: 10 kbit/s

Error Code

0: Protocol successfully completed
 1: selected Baud rate not supported
 2...254: reserved
 255: application specific error occurred

Specific Error

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

3.9.4.3 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

3.9.4.4 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. When the protocol is executed the LSS slave will be reset, an emergency with COB-ID 0x80 + Node-ID and error code 0x00FF 00FF is transmitted. The LSS slave is switched into *PRE-OPERATIONAL* 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...254: reserved
- 255: application specific error occurred

Specific Error

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

3.9.5 Inquire LSS address protocols

3.9.5.1 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				

3.9.5.2 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				

3.9.5.3 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. (ΔIndex 1018h:03)				Reserved by CiA		
0x7E4	92	LSB		MSB				

3.9.5.4 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. (ΔIndex 1018h:04)				Reserved by CiA		
0x7E5	93	LSB		MSB				

3.9.5.5 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...127						

Node-ID

Corresponds the Node-ID of the selected device.

3.9.6 Identification protocols

3.9.6.1 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				

3.9.6.2 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							

3.9.6.3 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							

3.9.6.4 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							

3.10 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 (121 ohms) at the beginning and at the end of the bus line. If it is possible, drop lines should be avoided. The cable is to be implemented as shielded twisted pair cable and should have an impedance of 120 ohms and a resistance of 70 mΩ/m. The data transmission is carried out about the signals CAN-H and CAN-L with a common GND as data reference potential. Optionally also a 24 V supply voltage can be carried.

In a CANopen network max. 127 slaves can be connected. The measuring system supports the Node-ID range from 1...127, default setting = 127 dec. The transmission rate can be adjusted via LMT/LSS protocol and supports the baud rates

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

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

Cable cross section	10 kbit/s	20 kbit/s	50 kbit/s	100 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	800 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm ² – 0.34 mm ²	5000 m	2500 m	1000 m	ca. 600 m	500 m	250 m	100 m	50 m	25 m

The



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

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

4.1 Connection – notes

Mainly, the electrical characteristics are defined by the variable connection technique.

Whether the measuring system supports

- additional interfaces
- external inputs such as the Preset

is therefore defined by the device specific pin assignment.



The connection can be made only in connection with the device specific pin assignment!

At the delivery of the measuring system one device specific pin assignment in printed form is enclosed and it can be downloaded afterwards from the page „www.tr-electronic.com/service/downloads/pin-assignments.html“. The number of the pin assignment is noted on the nameplate of the measuring system.

4.2 Bus termination

If the measuring system is the last slave in the CAN segment, the bus is to be terminated with an external termination resistor of 121 ohms between CAN_H and CAN_L.

The bus termination can be requested also from TR-Electronic, Order-No.: 62-000-1366 (M12 male socket, A-coded, 120 Ω).



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 150).

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 LMT services

4.4.1 Configuration of the Node-ID, sequence

Default setting: Node-ID = 127 dec.

Assumption:

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

Procedure:

- Perform service 04 *Switch mode global protocol*, Mode = 1, to switch the LMT slave into *Configuration Mode*.
- Perform service 17 *Configure NMT-address 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.
--> LMT slave is reset and is in condition *PRE-OPERATIONAL*.

4.4.2 Configuration of the Baud rate, sequence

Default setting: Baud rate = 500 kbit/s

Assumption:

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

Procedure:

- Perform service 04 *Switch mode global protocol*, Mode = 1, to switch the LMT slave into *Configuration Mode*.
- 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 23 *Store configuration protocol*.
--> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
--> Error Code = 0.
--> LMT slave is reset and is in condition *PRE-OPERATIONAL*.

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

4.5.1 Configuration of the Node-ID, sequence

Default setting: Node-ID = 127 dec.

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.
--> LSS slave is reset and is in condition *PRE-OPERATIONAL*.

4.5.2 Configuration of the Baud rate, sequence

Default setting: Baud rate = 500 kbit/s

Assumption:

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

Procedure:

- 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 23 *Store configuration protocol*.
--> Wait for acknowledgement and check successfully execution,
--> Error Code = 0.
--> LSS slave is reset and is in condition *PRE-OPERATIONAL*.

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 of the processor. 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 supports 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 an 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.

Selection of baud rate and Node-ID (device address) is performed by means of LMT- / LSS-services.

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.

EDS file download

- **LM_-48 (TR_Linear_CO03):** www.tr-electronic.de/f/TR-ELA-ID-MUL-0025

6 Communication profile

Generally there are two kinds of process data objects (PDO):

1. Transmit-PDOs (TPDO), to send data
2. Receive-PDOs (RPDO), to receive data

By the measuring system only Transmit-PDOs are supported, to transmit the actual value or the speed value.

The TPDOs are described by the TPDO communication parameter 1800h-1801h and the TPDO mapping parameter 1A00h-1A01h. The communication parameter describes the communication capabilities of the TPDO and the mapping parameter contains information about the contents of the TPDO.

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

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

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

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

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

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

Value	Description
01h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or SYNC telegram
02h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 2. SYNC telegram
03h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 3. SYNC telegram
...	...
F0h	Actual value is transferred synchronously over a remote frame or cyclically after each 240. SYNC telegram
FDh	Actual value can be transferred only over a remote frame
FEh	Actual value is transferred asynchronously with the timer value from object 6200h (object 1800h) or sub-index 5 (object 1801h)

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

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

Sub-index 4 is not supported.

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

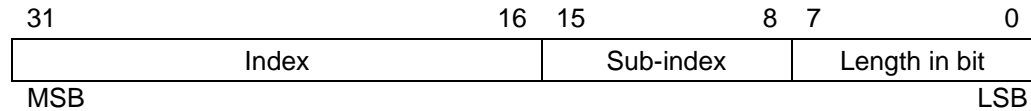
The event-timer sub-index 5 of the communication parameter 1800h is hard-wired with Object 6200h – Cyclic timer. That means that a change in the event timer causes a change in the cyclic timer and vice versa.

The communication parameter 1801h exclusively uses its own timer, access over sub-index 5.

6.2 Structure of the mapping parameter, 1A00h-1A01h

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

The following entries contain the information of the mapped application objects. The object describes the content of the PDO by their index, sub-index and length in bit:



6.2.1 Procedure for re-mapping

- Destroy TPDO by setting bit “valid” to 1 of sub-index 1 of the according communication parameter 1800h-1801h.
- Disable mapping by setting sub-index 0 to 0 in the according mapping parameter 1A00h-1A01h.
- Modify mapping by changing the values of the corresponding mapping parameter 1A00h-1A01h (from sub-index 1).
- Enable mapping by setting sub-index 0 to the number of mapped objects in the corresponding mapping parameter 1A00h-1A01h.
- Create TPDO by setting bit “valid” to 0 of sub-index 1 of the according communication parameter 1800h-1801h. The desired COB-ID and the bit “valid” must be set together with one write command!
- Save mapping configuration by means of “Object 1010h: Store parameters”.

Provided mapping objects:

- Object 6020h – Position value, see page 145
- Object 6030h – Speed value, see page 145

6.3 1st Transmit Process-Data-Object (asynchronous)

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

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1800h	0	number of supported entries	5	ro
	1	COB-ID used by TPDO 1	180h + Node-ID	rw
	2	transmission type	254	rw
	3	inhibit time	0	rw
	5	event timer <--> cyclic timer	0	rw
1A00h	0	number of mapped objects	1	rw
	1	1. application object	60200120h	rw
	2	2. application object	00	rw

6.4 2nd Transmit Process-Data-Object (cyclic)

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

Index	Sub-Index	Comment	Default value	Attr.
1801h	0	number of supported entries	5	ro
	1	COB-ID used by TPDO 2	280 + Node-ID	rw
	2	transmission type	1	rw
	3	inhibit time	0	rw
	5	event timer	0	rw
1A01h	0	number of mapped objects	1	rw
	1	1. application object	60200120h	rw
	2	2. application object	00	rw

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	133
1001	VAR	Error register	Unsigned8	ro	M	133
1003	ARRAY	Pre-defined error field	Unsigned32	rw	O	134
1005	VAR	COB-ID SYNC message	Unsigned32	rw	O	134
¹ 1008	VAR	Manufacturer device name	Vis-String	const	O	135
¹ 1009	VAR	Manufacturer hardware version	Vis-String	const	O	135
¹ 100A	VAR	Manufacturer software version	Vis-String	const	O	135
100C	VAR	Guard time	Unsigned16	rw	O	135
100D	VAR	Life time factor	Unsigned8	rw	O	135
1010	ARRAY	Store parameters	Unsigned32	rw	O	136
1011	ARRAY	Restore default parameters	Unsigned32	rw	O	137
1014	VAR	COB-ID EMERGENCY	Unsigned32	rw	O	138
1017	VAR	Producer heartbeat time	Unsigned16	rw	O	138
1018	RECORD	Identity object	Unsigned32	ro	O	138
1F80	VAR	NMT auto start	Unsigned32	rw	O	139

Table 10: Communication specific standard objects



All writable indices must be stored explicitly by means of index 1010h.

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
96h	01h	2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

Encoder Type

Code	Definition
0008h	Absolute linear encoder
000Ah	Absolute linear encoder, multi-sensor device

7.2 Object 1001h: Error register

This object contains the error register for the device. If the alarm bit "Position error" is set (object 6503), also the bits 0 and 5 are set in the error register. Bit 0 and bit 5 are hard-wired, meaning that no magnet could be recognized, see also Emergency Error codes from page 153.

Unsigned8

Bit	Meaning
0	generic error, rotative measuring systems only
1	0
2	0
3	0
4	0
5	device profile specific
6	0
7	0

7.3 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 14, page 154.

Writing 00h to sub-index 0 deletes the number of errors and the standard error field, see also Emergency Error codes from page 153.

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

Sub-index 0: Sub-index 0 contains the number of actual errors that are recorded in sub-index 1.

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

Unsigned32

Standard Error Field			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
Error code		not supported	

7.4 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
1	0	0	0	00 1000 0000

Bit 31 = 1, Device processes the SYNC message

Bit 30 = 0, Device does not generate the SYNC message

Bit 29 = 0, 11-bit ID (CAN 2.0A)

Bit 28 – 11 = 0

Bit 10 – 0 = 11-bit SYNC-COB-IDENTIFIER, default value = 080h

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

Object	Function Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

7.5 Object 1008h: Manufacturer device name

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

7.6 Object 1009h: Manufacturer hardware version

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

7.7 Object 100Ah: Manufacturer software version

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

7.8 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

7.9 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

7.10 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: 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 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 abort domain transfer: Error code 0606 0000h.

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

7.11 Object 1011h: Restore default parameters

This object supports the restoring of the CAN communication parameters and the device specific parameters.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
1011h	0	largest supported Sub-Index = 3	Unsigned8	ro
	1	restore all default parameters	Unsigned32	rw
	2	restore communication default parameters, indices 1xxxh	Unsigned32	rw
	3	restore device specific parameters, indices 2xxxh and 6xxxh	Unsigned32	rw

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

MSB		LSB	
d	a	o	l
64h	61h	6Fh	6Ch

On reception of the correct signature, the device restores the appropriate default parameters. If restoring failed, the device responds with abort domain transfer: Error code 0606 0000h.

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

The default values will be set valid after the device is reset: NMT service RESET NODE (0x81) for sub-index from 1 to 3, NMT service RESET COMMUNICATION (0x82) for sub-index 2, or power cycled.

On read access to the appropriate sub-index the device provides information about its default parameter restoring capability:

MSB		LSB
Bits	31-1	0
Value	= 0	1

Bit 0 = 1: Device supports restoring of default parameters.

7.12 Object 1014h: COB-ID EMERGENCY (EMCY)

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

EMCY Identifier, rw:

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

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

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

7.13 Object 1017h: Producer heartbeat time

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

If the heartbeat producer time (value > 0) is configured the heartbeat protocol, cyclic sending of heartbeat messages, begins immediately.

If the heartbeat producer time was configured the heartbeat protocol starts on the transition from the NMT state INITIALIZATION to the NMT state PRE-OPERATIONAL. In this case the boot-up message is regarded as first heartbeat message.

Unsigned16

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



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

7.14 Object 1018h: Identity object

This object provides general identification information of the device.

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

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

Sub-index1: Contains the Vendor-ID of the manufacturer. The Vendor-ID for TR-Electronic is 025Ch.

Sub-index2: Provides information about the product code

Sub-index3: Provides information about the revision.

Sub-index4: Provides information about the serial number.

7.15 Object 1F80h: NMT auto start

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

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

Bit structure of the value:

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

Bit structure of the configuration byte

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

8 Parameterization and configuration

8.1 Manufacturer specific profile area

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

Index (h)	Object	Name	Type	Attr.	Page
2000	VAR	COB-ID for boot-up message	Unsigned16	rw	140
2100	VAR	Position value at lost magnet	Unsigned8	rw	141

Table 11: Manufacturer profile area



With write access all indices are stored permanently automatically.

8.1.1 Object 2000h – COB-ID for boot-up message

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

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

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

Unsigned16

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

8.1.2 Object 2100h – Position value at lost magnet

This object defines the position value which is output if the error “no magnet detected” is occurred. Default value = 0.

- Value = 00h:
Position of the defective channel is set to 00h
- Value = 01h:
Position of the defective channel is set to the last valid value
- Value = 02h:
All positions are set to 00h
- Value = 03h:
All positions are set to the last valid value

Unsigned8

Position value at lost magnet
Byte 0
2^7 to 2^0

8.2 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

O = Optional

C2 = Device class C2

Index (h)	Object	Name	Data length	Attr.	C2	Page
Parameter						
6000	VAR	Operating parameters	Unsigned16	rw	M	143
6005	ARRAY	Linear encoder measuring step settings	Unsigned32	rw	M	143
6010	ARRAY	Preset value	Integer32	rw	M	144
6020	ARRAY	Position value	Integer32	ro	M	145
6030	ARRAY	Speed values	Integer16	ro	M	145
6200	VAR	Cyclic timer	Unsigned16	rw	M	146
Diagnostics						
6500	VAR	Operating status	Unsigned16	ro	M	147
6501	VAR	Measuring step	Unsigned32	ro	M	147
6503	VAR	Alarms	Unsigned16	ro	M	147
6504	VAR	Supported alarms	Unsigned16	ro	M	148
6505	VAR	Warnings	Unsigned16	ro	M	148
6506	VAR	Supported warnings	Unsigned16	ro	M	148
6507	VAR	Profile and software version	Unsigned32	ro	M	148
650A	ARRAY	Manufacturer offset value	Unsigned32	ro	M	149
650B	VAR	Serial number	Unsigned32	ro	M	149
650C	ARRAY	Offset value	Integer32	ro	O	149

Table 12: Encoder profile area



All writable indices must be stored explicitly by means of index 1010h.

8.2.1 Object 6000h – Operating parameters

This object defines whether rising or falling position values are output when the magnet moves towards the end of the rod.

Index	0x6000	Object type	VAR
Name	Operating parameters		
Data type	UNSIGNED16	Category	Mandatory
Value range	0x04 = Position rising 0x0C = Position falling	Access	rw
Default value	0x04	PDO mapping	no

Bit structure

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0-1	reserved		
2	Scaling function	is set to 1, can not be changed!	
3	Code Sequence	increasing, if the magnet is moved to the rod end	decreasing, if the magnet is moved to the rod end
4 - 15	reserved		

8.2.2 Object 6005h – Linear encoder measuring step settings

This object defines the measuring step settings for the objects:

- Position value, multi-sensor Object 6020, in 0.001 µm
- Speed value Object 6030, in 0.01 mm/s

Index	0x6005	Object type	Array
Name	Measuring step settings		
Data type	UNSIGNED32	Category	Mandatory

Sub-Index	000
Description	Number of entries
Access	ro
PDO mapping	no
Default value	2
Value range	0x01...0x02

Sub-Index	001
Description	Measuring step, Position resolution
Category	Mandatory
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0xC350; 50 µm
Value range	0xC350...0xF4240; 50 µm to 1 mm

Sub-Index	002
Description	Speed step, Speed resolution
Category	Optional
Data type	UNSIGNED32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0x0A; 0.1 mm/s
Value range	0x01...0x186A0; 0.01 mm/s to 1 m/s

8.2.3 Object 6010h – 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 is used to set the measuring system value of the supported channels to any position value within the measuring range. With write access on this object the position value is set to the parameter "Preset value".

If the value 0xFF FF FF FF is written to sub-index 1 the preset is cleared. Afterwards the position which is output refers to the physical zero point of the measuring system (delivery status).

Index	0x6010	Object type	Array
Name	Preset value		
Data type	INTEGER32	Category	Mandatory

Preset value, two's complement			
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}

Sub-Index	000
Description	Number of available channels
Access	ro
PDO mapping	no
Value	1 (0x01)

Sub-Index	001
Description	Preset value position 1
Category	Mandatory
Data type	INTEGER32
Access	rw
PDO mapping	no
Default value	0
Value range	-2 147 483 648...+2 147 483 647 (0x80000000...0x7FFFFFFF)

8.2.4 Object 6020h – Position value

This object defines the position values which can be output by means of the mapping parameter objects 1A00 to 1A01 (Transmit-PDO). Position resolution, see “Object 6005h – Linear encoder measuring step settings” on page 143.

Index	0x6020	Object type	Array
Name	Position value		
Data type	INTEGER32	Category	Mandatory

Position value, two's complement			
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}

Sub-Index	000
Description	Number of available channels
Access	ro
PDO mapping	no
Value	1 (0x01)

Sub-Index	001
Description	Position value position 1
Category	Mandatory
Data type	INTEGER32
Access	ro
PDO mapping	yes
Default value	0
Value range	-2 147 483 648...+2 147 483 647; current actual position

8.2.5 Object 6030h – Speed value

This object defines the speed values which can be output by means of the mapping parameter objects 1A00 to 1A01 (Transmit-PDO). Speed resolution, see “Object 6005h – Linear encoder measuring step settings” on page 143.

Index	0x6030	Object type	Array
Name	Speed value		
Data type	INTEGER16	Category	Mandatory

Speed value, two's complement	
Byte 0	Byte 1
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

Sub-Index	000
Description	Number of available channels
Access	ro
PDO mapping	no
Value	1 (0x01)

Sub-Index	001
Description	Speed value channel 1
Category	Mandatory
Data type	INTEGER16
Access	ro
PDO mapping	yes
Default value	0
Value range	-32768...+32767; current speed

8.2.6 Object 6200h – Cyclic timer

Defines the transmission period of the mapped objects by means of the mapping parameter object 1A00. An asynchronous transmission of the mapped objects is set, when the cyclic timer is programmed > 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) transmits the data.

Index	0x6200	Object type	VAR
Name	Cyclic timer		
Data type	UNSIGNED16	Category	Mandatory
Value range	0...65535 ms	Access	rw
Default value	0 ms, transmission switched off	PDO mapping	no



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

8.2.7 Measuring system diagnostics

8.2.7.1 Object 6500h – Operating status

This object indicates whether rising or falling position values are output when the magnet moves towards the end of the rod.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0-1	reserved		
2	Scaling function	-	always 1, enabled
3	Code Sequence	increasing	decreasing
4 - 15	reserved		

8.2.7.2 Object 6501h – Measuring step

This object indicates the measuring step that is output by the measuring system. The measuring step is given in nm (0.001 μm).

Example: 1 μm = 00 00 03 E8 h

Unsigned32

Measuring step			
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}

8.2.7.3 Object 6503h – Alarms

Additionally to the “Emergency Message”, this object 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
1-15	Reserved for further use		

Position error

The bit is set, if the measuring system could not detected a magnet.

8.2.7.4 Object 6504h – Supported alarms

This object contains information on supported alarms by the measuring system.

Unsigned16

Bit	Function	Bit = 0	Bit = 1
0	Position error	No	Yes
1-15	Reserved for further use		

8.2.7.5 Object 6505h – Warnings

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

8.2.7.6 Object 6506h – Supported warnings

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

8.2.7.7 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.

e.g.: Profile version: 1.40
Binary code: 0000 0001 0100 0000
Hexadecimal: 1 40

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

e.g.: Software version: 5022.01
Binary code: 0010 0010 0000 0001
Hexadecimal: 22 01

The complete software version is contained in object 100Ah, see page 135.

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

8.2.7.8 Object 650Ah – Manufacturer offset value

This object is not supported.

8.2.7.9 Object 650Bh – Serial number

This object indicates the measuring system serial number and is hard-wired to Object 1018h: Identity object, sub-index 4, page 139.

Unsigned32

Serial number			
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}

8.2.7.10 Object 650Ch – Offset value

This object stores the offset value which is calculated when the preset function by means of Object 6010h – Preset value is executed. The resulting zero point shift (offset) corresponds to the difference of the desired preset value and the position of the physical zero point of the measuring system.

Index	Sub-Index	Comment	Type	Attribute
650Ch	0	largest supported Sub-Index = 1	Unsigned8	ro
	1	Offset value	Integer32	ro

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. Additionally to the emergency object the according bit in the Alarm object 6503h is set.

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.

Now the position value can be transmitted in different ways:

1. Asynchronous Transmission

In the default setting the 1st transmit PDO (object 1800h) transmits 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. Synchronous Transmission

In the default setting the 2nd transmit PDO (object 1801h) transmits 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 or 380h + 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 and transmission type "Synchronous" will transmit the position value.

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

10.1 SDO Error codes

In the case of an error (SDO response CCS = 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, due to a too high bus load	- General bus load $\leq 85\%$! - Attempt to increase the baud rate - Increase cycle time for node guarding
	Toggle bit not alternated, due to a device internal failure	- Try to restart the device: Voltage OFF/ON. If this measure does not help, the device must be replaced.
0x0504 0001	Client/server command specifier not valid or unknown	Command codes supported by the device see SDO message format on page 93.
0x0601 0000	Unsupported access to an object	Check which attribute for the corresponding object is valid: - rw: read- and write access - wo: write only access - ro: read only access - Const: read only access Overview of the objects see Table 10 and Table 12 on page 132 and 142.
0x0601 0001	Attempt to read a write only object	Write command codes supported by the device see SDO message format on page 93.
0x0601 0002	Attempt to write a read only object	Read command codes supported by the device see SDO message format on page 93.
0x0602 0000	Object does not exist in the object dictionary	Objects supported by the device see pages 132, 140 and 142.
0x0604 0041	Object cannot be mapped to the PDO	PDO mapping objects supported by the device see pages 145 and 145.
0x0604 0042	The number and length of the objects to be mapped would exceed PDO length	Check - Mapping objects ≤ 8 byte data length per TPDO - Number of mapping objects ≤ 3 per TPDO
0x0607 0010	Data type does not match, length of service parameter does not match	Number of bytes of the command code must match to the type of object, see also page 93.
0x0609 0011	Sub-index does not exist	Check which sub-indices the corresponding object supports.
0x0609 0030	Invalid value for parameter (download only)	Check permissible range of values for the corresponding object.
0x0800 0020	Data cannot be transferred or stored to the application	Wrong signature written when storing/restoring the parameters, see objects 1010h/1011h, page 136/137.
0x0800 0022	Data cannot be transferred or stored to the application because of the present device state	Wrong procedure for the mapping configuration performed, see Procedure for re-mapping on page 130.
0x0800 0024	No data available	Indication that no more errors are present at read access to object 1003h sub-index 01, see page 134.

Table 13: SDO Error codes

10.2 Emergency Error codes

Emergency objects are triggered by the occurrence of a device internal error situation, transmission format see chapter "Emergency Message", page 150.

The error indication is carried out about the objects

- Error register 0x1001, page 133 and
- Pre-defined error field 0x1003, page 134

10.2.1 Object 1001h: Error register

The error register displays bit coded the error state of the measuring system. Also several errors at the same time can be displayed by a set bit. The error code of the error occurred last is stored in object 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. With clearing of all errors the error register is reset and an EMCY-message with error code "0x000" is transferred.

Bit	Meaning
0	generic error
1	0
2	0
3	0
4	0
5	device profile specific
6	0
7	0

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

About the Emergency object only the error occurred last is indicated. For each EMCY-message which could be deleted an EMCY-report with error code "0x0000" is transmitted. The result can be taken from object 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 "0" to sub-index 0 in object 0x1003
2. Is cleared automatically, if no error is more present.

Error code	Meaning	Remedy
0x0000	reset error / no error	-
0xFF00	Measuring system has detected no magnet	<ul style="list-style-type: none"> - Slide magnet(s) into the permissible measuring range - Verify the configured number of magnets with the operated number - Keep minimum distance between the magnets
0x8130	Life guard error	<ul style="list-style-type: none"> - General bus load $\leq 85\%$! - Attempt to increase the baud rate - Increase cycle time for node guarding protocol by means of the objects 100Ch and 100Dh - Try to restart the device: Voltage OFF/ON. If this measure does not help, the device must be replaced
	Heartbeat error	<ul style="list-style-type: none"> - General bus load $\leq 85\%$! - Attempt to increase the baud rate - Adapt cycle time for heartbeat protocol by means of the objects 1016h or 1017h

Table 14: Emergency Error codes

10.3 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	Measuring system has detected no magnet	<ul style="list-style-type: none"> - Slide magnet(s) into the permissible measuring range - Verify the configured number of magnets with the operated number - Keep minimum distance between the magnets

10.4 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	Use 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.