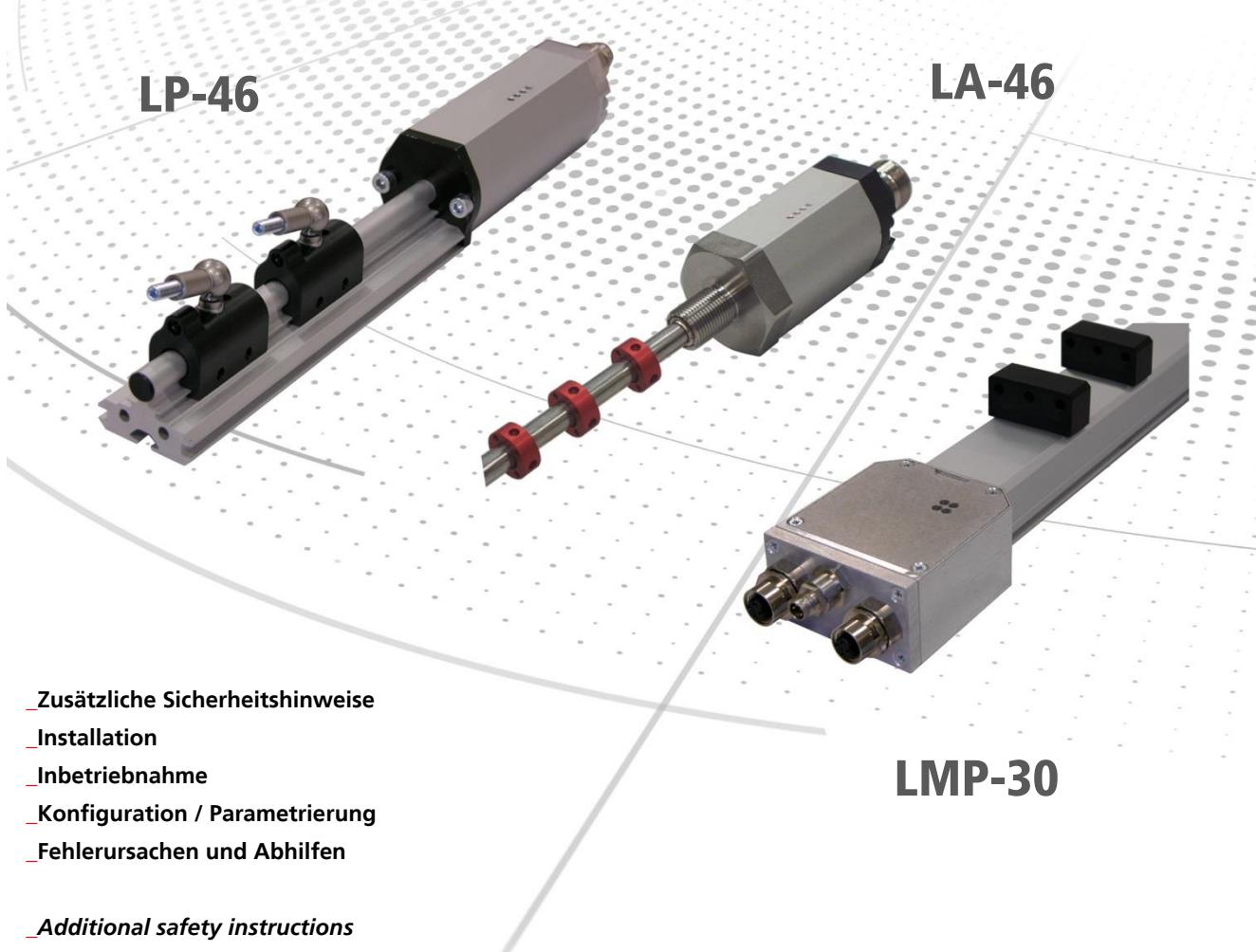


EtherCAT®
+Multi sensor 30

D Seite 2 - 64
GB Page 65 - 128

Absolute linear encoders LA, LP, LMP



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. Drittanwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum: 01/14/2022
Dokument-/Rev.-Nr.: TR-ELA-BA-DGB-0020 v04
Dateiname: TR-ELA-BA-DGB-0020-04.docx
Verfasser: MÜJ

Schreibweisen

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

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

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

Marken

EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

Alle anderen genannten Produkte, Namen und Logos dienen ausschließlich Informationszwecken und können Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer sein, ohne dass eine besondere Kennzeichnung erfolgt.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| Änderungs-Index | 5 |
| 1 Allgemeines | 6 |
| 1.1 Geltungsbereich..... | 6 |
| 1.2 Referenzen | 7 |
| 1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe | 8 |
| 2 Zusätzliche Sicherheitshinweise | 9 |
| 2.1 Symbol- und Hinweis-Definition..... | 9 |
| 2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung..... | 9 |
| 2.3 Organisatorische Maßnahmen | 10 |
| 3 EtherCAT Informationen..... | 11 |
| 3.1 EtherCAT-Funktionsprinzip..... | 11 |
| 3.2 Protokoll | 12 |
| 3.3 Geräteprofil | 13 |
| 3.3.1 CANopen over EtherCAT (CoE) | 14 |
| 3.4 Objektverzeichnis | 15 |
| 3.5 Prozess- und Service-Daten-Objekte | 15 |
| 3.5.1 Kompatibilität zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil..... | 16 |
| 3.5.2 Erweiterungen zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil | 16 |
| 3.6 Übertragung von SDO Nachrichten | 17 |
| 3.6.1 CANopen over EtherCAT Protokoll | 19 |
| 3.6.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request | 19 |
| 3.6.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response | 20 |
| 3.6.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request | 21 |
| 3.6.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response | 22 |
| 3.7 PDO-Mapping | 23 |
| 3.8 EtherCAT State Machine (ESM)..... | 23 |
| 3.9 Weitere Informationen | 24 |
| 4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung..... | 25 |
| 4.1 Anschluss..... | 26 |
| 4.2 Einschalten der Versorgungsspannung..... | 27 |
| 5 Inbetriebnahme..... | 28 |
| 5.1 Gerätebeschreibungsdatei..... | 28 |
| 5.2 Bus-Statusanzeige | 28 |
| 5.2.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz | 28 |
| 5.2.2 Link / Data Activity LED, IN/OUT | 29 |
| 5.2.3 Net Run LED | 29 |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 6 Betriebsarten | 30 |
| 7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)..... | 31 |
| 7.1 Objekt 1000h: Gerätetyp..... | 32 |
| 7.2 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen | 32 |
| 7.3 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion..... | 33 |
| 7.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion..... | 33 |
| 7.5 Objekt 1018h: Identity Objekt | 34 |
| 7.6 Objekt 1A00h: 1 st Transmit PDO Mapping | 36 |
| 7.7 Objekt 1A01h: 2 nd Transmit PDO Mapping..... | 38 |
| 7.8 Objekt 1C00h: Sync Manager Communication Type | 41 |
| 7.9 Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang) | 43 |
| 7.10 Objekt 1C33h: Sync Manager 3, Parameter..... | 44 |
| 8 Hersteller- und Profilspezifische Objekte (CiA DS-406) | 47 |
| 8.1 Objekt 2000h: Parameter übernehmen | 48 |
| 8.2 Objekt 2001h: Auto-Speicherung..... | 48 |
| 8.3 Objekt 2002h: Beobachter | 48 |
| 8.4 Objekt 2003h: Positionsfilter | 49 |
| 8.5 Objekt 2004h: Anzahl freigeschalteter Magnete..... | 49 |
| 8.6 Objekt 2005h: Positionswert bei Magnetverlust | 50 |
| 8.7 Objekt 2006h: Standardwerte übernehmen..... | 50 |
| 8.8 Objekt 3000h: Status | 51 |
| 8.9 Objekt 3001h: Temperatur..... | 51 |
| 8.10 Objekt 3002h: Artikelnummer | 52 |
| 8.11 Objekt 6000h: Betriebsparameter..... | 53 |
| 8.12 Objekt 6002h: Messlänge in Schritten..... | 53 |
| 8.13 Objekt 6005h: Linear-Encoder, Mess-Schritt..... | 54 |
| 8.14 Objekt 6010h: Presetwerte | 55 |
| 8.15 Objekt 6020h: Positionswerte | 57 |
| 8.16 Objekt 6030h: Geschwindigkeitswerte | 58 |
| 9 Fehlerursachen und Abhilfen..... | 59 |
| 9.1 Optische Anzeigen..... | 59 |
| 9.2 Gerätetestatus - Meldungen, Objekt 3000h..... | 59 |
| 9.3 Abort SDO Transfer Request Protocol | 60 |
| 9.3.1 SDO Abort Codes | 61 |
| 9.4 Emergency Request Protocol | 62 |
| 9.4.1 Emergency Error Codes | 63 |
| 9.4.2 Error Register..... | 63 |
| 9.5 Sonstige Störungen | 64 |

Änderungs-Index

| Änderung | Datum | Index |
|----------------------------------|----------|-------|
| Erstausgabe | 05.12.13 | 00 |
| Neues Design | 11.01.16 | 01 |
| Verweis auf Support-DVD entfernt | 05.02.16 | 02 |
| Technische Daten entfernt | 08.02.17 | 03 |
| Soft alt: 5629, Soft neu: 5674 | 14.01.22 | 04 |

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 **EtherCAT** Schnittstelle und Soft-Nr. **5629, 5674**:

- LA-46
- LP-46
- LMP-30

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. | EN 50325-4 | Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen |
| 2. | CiA DS-301 | CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend |
| 3. | CiA DS-406 | CANopen Profil für Encoder |
| 4. | IEC/PAS 62407 | Real-time Ethernet control automation technology (EtherCAT); International Electrotechnical Commission |
| 5. | IEC 61158-1 - 6 | Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protokolle und Dienste, Typ 12 = EtherCAT |
| 6. | IEC 61784-2 | Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications, 12 = EtherCAT |
| 7. | ISO/IEC 8802-3 | Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications |
| 8. | ISO 15745-4 AMD 2 | Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink |

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

| | |
|-----|--|
| LA | Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse |
| LP | Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse |
| LMP | Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse |
| EG | Europäische Gemeinschaft |
| EMV | Elektro-Magnetische-Verträglichkeit |
| ESD | Elektrostatische Entladung (E lectro S tatic D ischarge) |
| IEC | Internationale Elektrotechnische Kommission |
| VDE | Verein D eutscher E lektrotechniker |

Bus-spezifisch

| | |
|-----|---|
| EDS | E lectronic- D ata- S heet (elektronisches Datenblatt) |
| ESM | E therCAT S tate M achine |
| ETG | Anwendervereinigung „ E therCAT T echnology G roup“ |
| CAN | Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898. |
| CiA | CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN). |
| NMT | Network Management. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Modell. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus. |
| PDO | Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten. |
| SDO | Service Data Object. Punkt zu Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes. |
| XML | E xtensible M arkup L anguage, Beschreibungsdatei für die Inbetriebnahme des Mess-Systems. |

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

!WARNING

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

!VORSICHT

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

ACHTUNG

bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung

Das Mess-System ist ausgelegt für den Betrieb in **100Base-TX** Fast Ethernet Netzwerken mit max. 100 MBit/s, spezifiziert in ISO/IEC 8802-3. Die Kommunikation über EtherCAT erfolgt gemäß IEC 61158 Teil 1 bis 6 und IEC 61784-2. Das Geräteprofil entspricht dem „**CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406**“.

Die technischen Richtlinien zum Aufbau des Fast Ethernet Netzwerks sind für einen sicheren Betrieb zwingend einzuhalten.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:



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

2.3 Organisatorische Maßnahmen

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

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

3 EtherCAT Informationen

EtherCAT (**Ethernet for Control and Automation Technology**) ist eine **Echtzeit-Ethernet-Technologie** und ist besonders geeignet für die Kommunikation zwischen Steuerungssystemen und Peripheriegeräten wie z.B. E/A-Systeme, Antriebe, Sensoren und Aktoren.

EtherCAT wurde 2003 von der Firma Beckhoff Automation GmbH entwickelt und wird als offener Standard propagiert. Zur Weiterentwicklung der Technologie wurde die Anwendervereinigung „EtherCAT Technology Group“ (ETG) gegründet.

EtherCAT ist eine öffentlich zugängliche Spezifikation, die durch die IEC (IEC/Pas 62407) im Jahr 2005 veröffentlicht worden ist und ist Teil der ISO 15745-4. Dieser Teil wurde in den neuen Auflagen der internationalen Feldbusstandards IEC 61158 (Protokolle und Dienste), IEC 61784-2 (Kommunikationsprofile) und IEC 61800-7 (Antriebsprofile und -kommunikation) integriert.

3.1 EtherCAT-Funktionsprinzip

Mit der EtherCAT-Technologie werden die allgemein bekannten Einschränkungen anderer Ethernet-Lösungen überwunden:

Das Ethernet Paket wird nicht mehr in jedem Slave zunächst empfangen, dann interpretiert und die Prozessdaten weiterkopiert. Der Slave entnimmt seine die für ihn bestimmten Daten, während das Telegramm das Gerät durchläuft. Ebenso werden Eingangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Die Telegramme werden dabei nur wenige Nanosekunden verzögert. Der letzte Slave im Segment schickt das bereits vollständig verarbeitete Telegramm an den ersten Slave zurück. Dieser leitet das Telegramm sozusagen als Antworttelegramm zur Steuerung zurück. Somit ergibt sich für Kommunikation eine logische Ringstruktur. Da Fast-Ethernet mit Voll-Duplex arbeitet, ergibt sich auch physikalisch eine Ringstruktur.

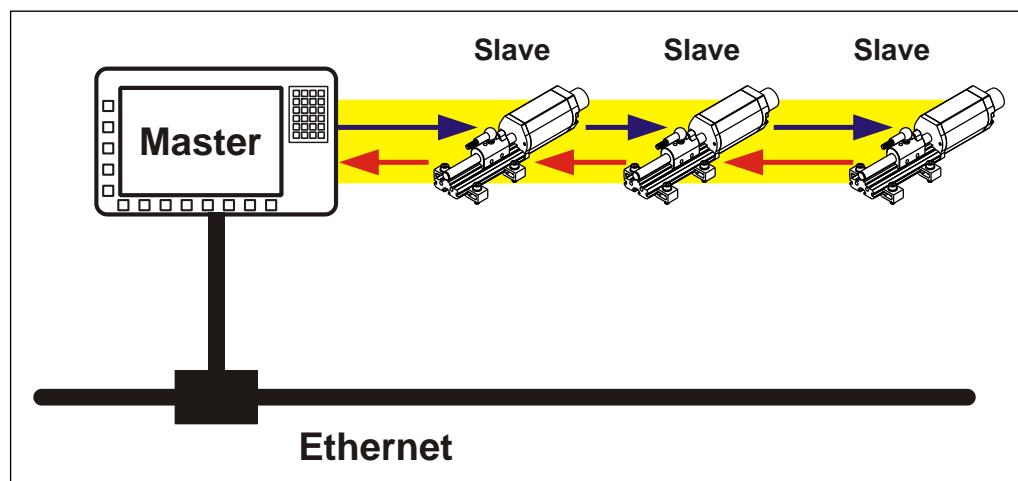


Abbildung 1: EtherCAT-Funktionsprinzip

3.2 Protokoll

Das für Prozessdaten optimierte EtherCAT-Protokoll wird über einen speziellen EtherType direkt im Ethernet-Frame transportiert. Eine komplette Übertragung kann hierbei aus mehreren Subtelegrammen bestehen. Die datentechnische Reihenfolge ist dabei unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Slaves im Netz. Die Adressierung kann wahlfrei vorgenommen werden:

Broadcast, Multicast und Querkommunikation zwischen Slaves sind möglich.

Das Protokoll unterstützt auch die azyklische Parameterkommunikation. Die Struktur und Bedeutung der Parameter wird hierbei durch das Geräteprofil „**CANopen Device Profile für Encoder CiA DS-406**“ vorgegeben.

UDP/IP-Datagramme werden nicht unterstützt. Dies bedeutet, dass sich der Master und die EtherCAT-Slaves im gleichen Subnetz befinden müssen. Die Kommunikation über Router hinweg in andere Subnetze ist somit nicht möglich.

EtherCAT verwendet ausschließlich Standard-Frames nach IEEE802.3 und werden nicht verkürzt. Damit können EtherCAT-Frames von beliebigen Ethernet-Controllern verschickt (Master), und Standard-Tools (z. B. Monitor) eingesetzt werden.

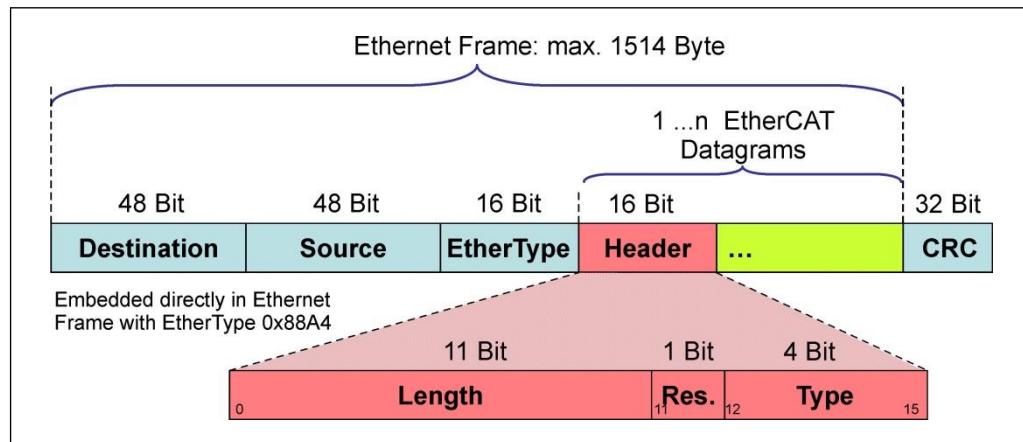


Abbildung 2: Ethernet Frame Struktur

3.3 Geräteprofil

Das Geräteprofil beschreibt die Anwendungsparameter und das funktionale Verhalten des Gerätes, einschließlich der geräteklassenspezifischen Zustandsmaschine. Bei EtherCAT verzichtet man darauf eigene Geräteprofile für Geräteklassen zu entwickeln. Statt dessen werden einfache Schnittstellen für bestehende Geräteprofile bereitgestellt:

Das Mess-System unterstützt das **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) Mailbox-Protokoll, und damit das vom CANopen her bekannte „**Device Profile for Encoder**“, CiA DS-406.

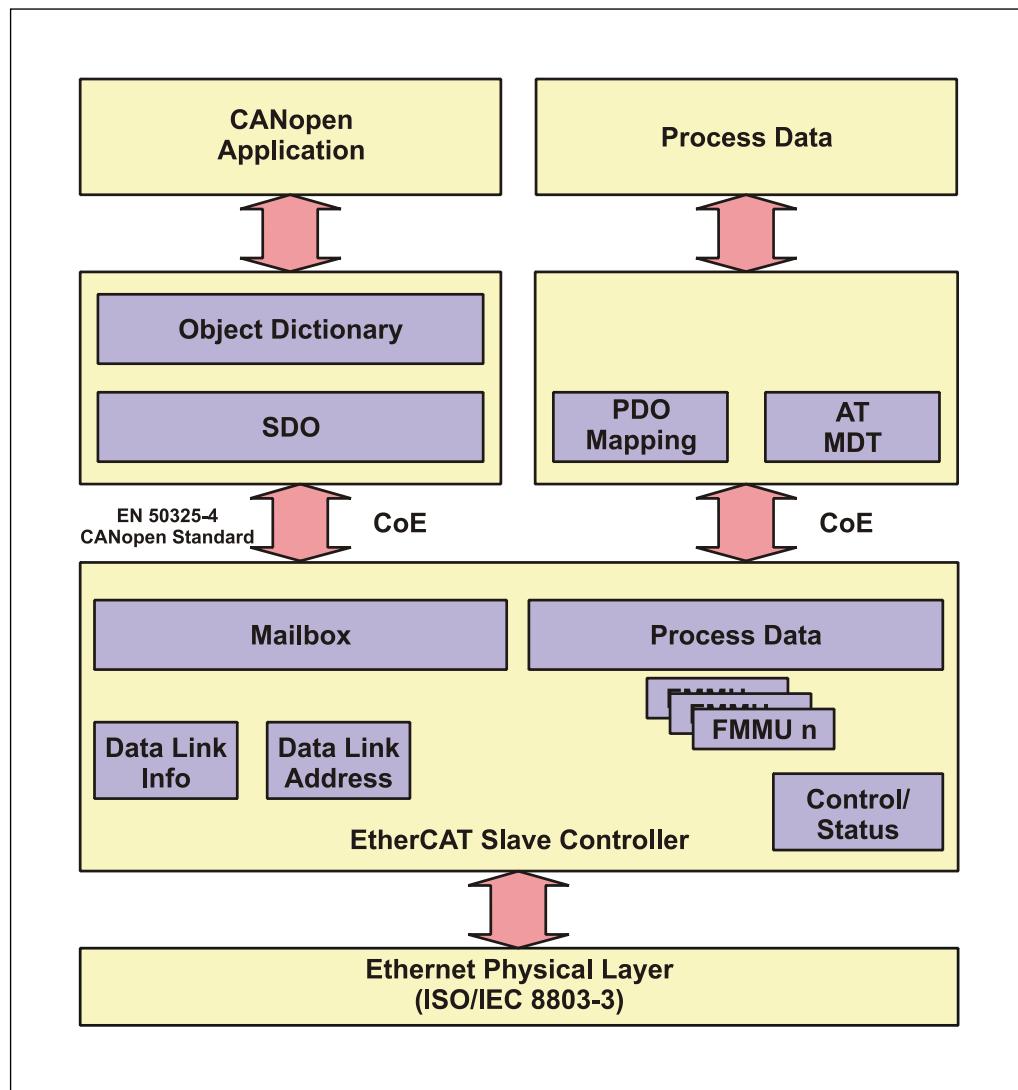


Abbildung 3: CANopen over EtherCAT Kommunikationsmechanismus

3.3.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

EtherCAT kann die gleichen Kommunikationsmechanismen zur Verfügung stellen, wie sie von¹ CANopen her bekannt sind:

- Objektverzeichnis
- PDO, Prozess-Daten-Objekte
- SDO, Service-Daten-Objekte
- NMT, Netzwerkmanagement

EtherCAT kann so auf Geräten, die bisher mit CANopen ausgestattet waren, mit minimalem Aufwand implementiert werden. Weite Teile der CANopen-Firmware können wieder verwendet werden. Die Objekte lassen sich dabei optional erweitern.

Vergleich CANopen / EtherCAT im ISO/OSI-Schichtenmodell

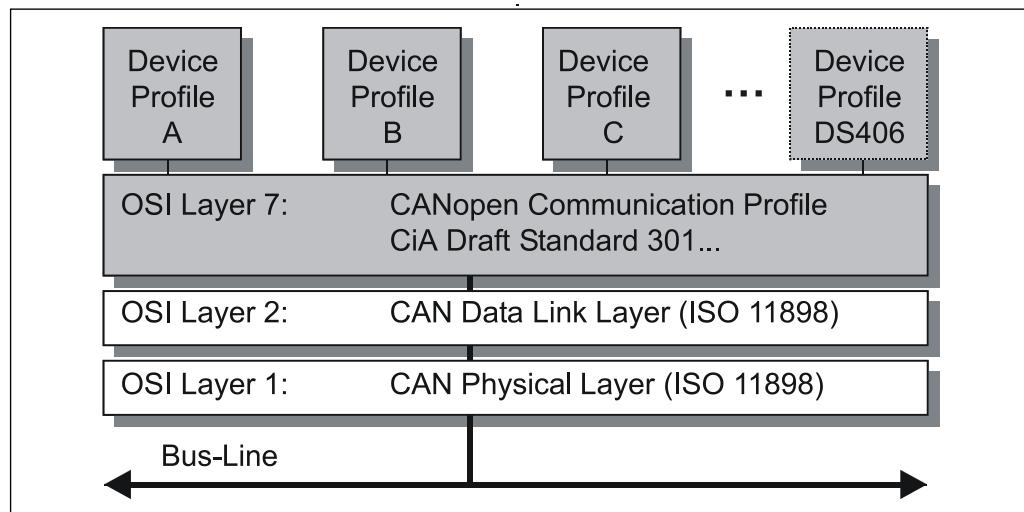


Abbildung 4: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

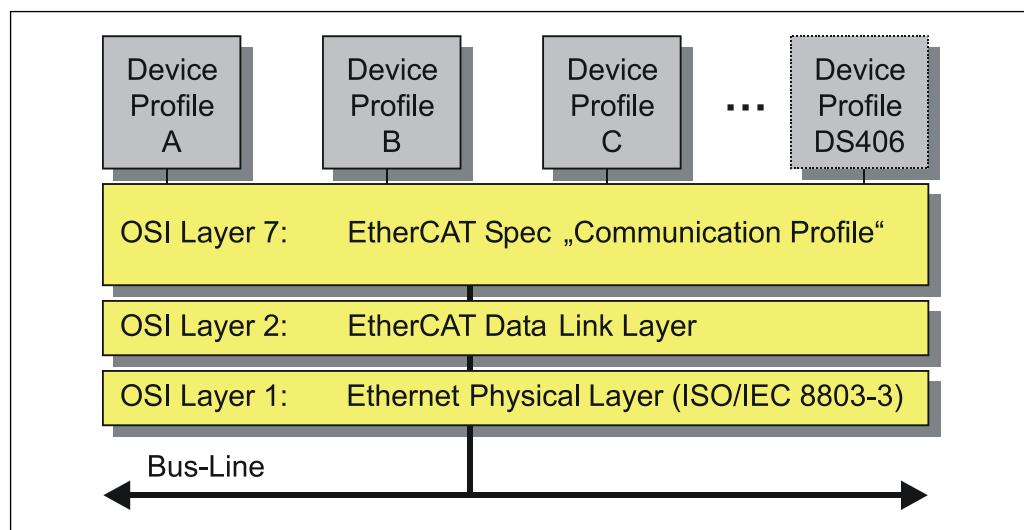


Abbildung 5: EtherCAT eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

¹ EN 50325-4: Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen.

3.4 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis strukturiert die Daten eines EtherCAT-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 (hex) | Objekt |
|---------------|---|
| 0x0000-0x0FFF | Datentyp Definitionen |
| 0x1000-0x1FFF | CoE Kommunikations-Profilbereich (CiA DS-301) |
| 0x2000-0x5FFF | Herstellerspezifischer-Profilbereich |
| 0x6000-0x9FFF | Geräte-Profilbereich (CiA DS-406) |
| 0xA000-0xFFFF | Reserviert |

Abbildung 6: Aufbau des Objektverzeichnisses

3.5 Prozess- und Service-Daten-Objekte

Prozess-Daten-Objekt (PDO)

Prozess-Daten-Objekte managen den Prozessdatenaustausch, z.B. die zyklische Übertragung des Positionswertes.

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

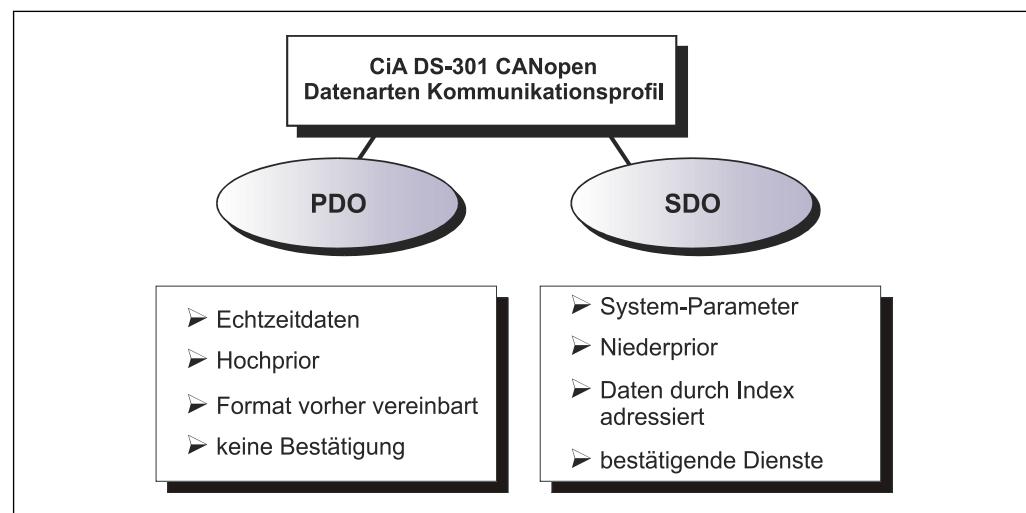


Abbildung 7: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

3.5.1 Kompatibilität zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil

Unterstützte Dienste

- Initiate SDO Download
- Download SDO Segment
- Initiate SDO Upload
- Upload SDO Segment
- Abort SDO Transfer

Nicht unterstützte Dienste (nicht erforderlich)

- Initiate SDO Block Download
- Download SDO Block
- End SDO Block Download
- Initiate SDO Block Upload
- Upload SDO Block
- End SDO Block Upload

3.5.2 Erweiterungen zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil

Aufhebung des 8 Byte Standard CANopen SDO-Frames

- Volle Mailboxkapazität verfügbar
- „Initiate SDO Download“ Request / „SDO Upload“ Response kann Daten nach dem SDO-Header beinhalten
- „Download SDO Segment“ Request / „Upload SDO Segment“ Response kann mehr als 7 Byte Daten beinhalten

Download und Upload aller Sub-Indices auf einmal

3.6 Übertragung von SDO Nachrichten

Mit den SDO Diensten können die Einträge des Objektverzeichnisses gelesen oder geschrieben werden. Das SDO Transport Protokoll erlaubt die Übertragung von Objekten mit beliebiger Größe. Das EtherCAT SDO Protokoll ist äquivalent zum CANopen SDO Protokoll, um die Wiederverwendung von vorhandenen Protokoll-Stacks zu gewährleisten.

Das erste Byte des ersten Segments beinhaltet die notwendigen Steuerungsinformationen. Die nächsten drei Bytes des ersten Segments beinhalten den Index und Sub-Index der zu lesenden oder zu schreibenden Objektverzeichniseinträge. Die letzten vier Bytes des ersten Segments sind verfügbar für Nutzdaten. Das zweite und die folgenden Segmente beinhalten das Steuerbyte und Nutzdaten. Der Empfänger bestätigt jedes Segment oder ein Block von Segmenten, so dass eine Peer-To-Peer Kommunikation (Client/Server) statt findet.

Im CAN-kompatiblen Mode besteht das SDO Protokoll aus 8 Bytes, um der CAN Datengröße zu entsprechen. Im erweiterten Mode werden die Nutzdaten einfach erweitert, ohne den Protokoll-Header zu verändern. Auf diese Weise wird die vergrößerte Datenmenge der EtherCAT Mailbox an das SDO Protokoll angepasst, die Übertragung von großen Datenmengen wird somit entsprechend beschleunigt.

Außerdem wurde ein Mode hinzugefügt, der es erlaubt, in einem Vorgang, die kompletten Daten eines Indexes aus dem Objektverzeichnisses zu übertragen. Die Daten aller Sub-Indices werden anschließend übertragen.

Die Dienste mit Bestätigung (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, und Upload SDO Segment) und die Dienste ohne Bestätigung (Abort SDO Transfer) werden für die Ausführung der Segmented/Expedited Übertragung der Service-Daten-Objekte benutzt.

Der so genannte **SDO Client** (Master) spezifiziert in seiner Anforderung „Request“ den Parameter, die Zugriffsart (Lesen/Schreiben) und gegebenenfalls den Wert. Der so genannte **SDO Server** (Slave bzw. Mess-System) führt den Schreib- oder Lesezugriff aus und beantwortet die Anforderung mit einer Antwort „Response“. Im Fehlerfall gibt ein Fehlercode (Abort SDO Transfer) Auskunft über die Fehlerursache.

Üblicherweise stellt der EtherCAT-Master entsprechende Mechanismen für die SDO-Übertragung zur Verfügung. Die Kenntnis über den Protokoll-Aufbau und internen Abläufe sind daher nicht notwendig.



Für die Fehlersuche kann es jedoch wichtig sein, den prinzipiellen Ablauf von SDO-Übertragungen zu kennen. Aus diesem Grund wird im Folgenden näher auf die Dienste *Initiate SDO Download Expedited* und *Initiate SDO Upload Expedited* eingegangen. Über diese Dienste können jeweils bis zu vier Byte geschrieben, bzw. bis zu vier Byte gelesen werden. Für die meisten Objekte ist dies ausreichend.

Schreib-Dienste, Client --> Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
Der *Expedited SDO Download* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von ≤ 4 Byte benutzt. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Downloadanfrage.
- **Initiate SDO Download Normal**
Der *Initiate SDO Download* Dienst wird für eine Einzelübertragung von Daten benutzt, wenn die Anzahl der Bytes von der Mailbox aufgenommen werden kann, oder wenn ein segmentierte Übertragung mit mehr Bytes gestartet werden soll.
- **Download SDO Segment**
Der *SDO Download Segment* Dienst wird benutzt, um die zusätzlichen Daten zu übertragen, welche nicht mit dem *Initiate SDO Download* Dienst übertragen werden konnten. Der Master startet so viele Download SDO Segment Dienste, bis alle Daten an den Server übertragen worden sind.

Lese-Dienste, Server --> Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
Der *Expedited SDO Upload* Dienst wird für eine beschleunigte Übertragung von ≤ 4 Byte benutzt. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Uploadanfrage und den angeforderten Daten, bei erfolgreicher Durchführung.
- **Initiate SDO Upload Normal**
Der *Initiate SDO Upload* Dienst wird für eine Einzelübertragung von Daten benutzt, wenn die Anzahl der Bytes von der Mailbox aufgenommen werden kann, oder wenn ein segmentierte Übertragung mit mehr Bytes gestartet werden soll. Der Server antwortet mit dem Ergebnis der Uploadanfrage und den angeforderten Daten, bei erfolgreicher Durchführung.
- **Upload SDO Segment**
Der *SDO Upload Segment* Dienst wird benutzt, um die zusätzlichen Daten zu übertragen, welche nicht mit der *Initiate SDO Upload* Dienstantwort übertragen werden konnten. Der Server startet so viele Upload SDO Segment Dienste, bis alle Daten vom Server übertragen worden sind.

3.6.1 CANopen over EtherCAT Protokoll

3.6.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request

Schreiben, Client --> Server

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung |
|----------------|-----------------|------------|--|
| Mailbox Header | Länge | WORD | 0x0A: Länge der Mailbox Service Daten |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request |
| SDO | Größen-Anzeiger | unsigned:1 | 0x00: Größe der Daten (1..4) nicht spezifiziert 0x01: Größe der Daten in Datensatz-Größe spezifiziert |
| | Übertragungstyp | unsigned:1 | 0x01: Expedited Übertragung |
| | Datensatz-Größe | unsigned:2 | 0x00: 4 Byte Daten 0x01: 3 Byte Daten 0x02: 2 Byte Daten 0x03: 1 Byte Daten |
| | Gesamt-Zugriff | unsigned:1 | 0x00 |
| | Kommando | unsigned:3 | 0x01: Initiate Download Request |
| | Index | WORD | Objekt Index |
| | Sub-Index | BYTE | Objekt Sub-Index |
| | Daten | BYTE[4] | Objekt-Daten |

Tabelle 1: CANopen Initiate SDO Download Expedited Request

Aus dem obigen Protokoll lassen sich folgende SDO-Schreibtelegramme ableiten:

| CCD | Bedeutung | Gültig für |
|------|------------------|-------------|
| 0x23 | 4 Byte schreiben | SDO Request |
| 0x27 | 3 Byte schreiben | SDO Request |
| 0x2B | 2 Byte schreiben | SDO Request |
| 0x2F | 1 Byte schreiben | SDO Request |

3.6.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response

Response, Server --> Client

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung | |
|----------------|---------------------|-----------------|--|----------------------------------|
| Mailbox Header | Länge | WORD | 0x06: Länge der Mailbox Service Daten | |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client | |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert | |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität | |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) | |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 | |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 | |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 | |
| | Service | unsigned:4 | 0x03: SDO Response | |
| SDO | Kommando-Code (CCD) | Größen-Anzeiger | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Übertragungstyp | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Datensatz-Größe | unsigned:2 | 0x00 |
| | | Gesamt-Zugriff | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Kommando | unsigned:3 | 0x03: Initiate Download Response |
| | | Index | WORD | Objekt Index |
| | | Sub-Index | BYTE | Objekt Sub-Index |

Tabelle 2: Initiate SDO Download Expedited

Der Server antwortet mit folgender Response:

| CCD | Bedeutung | Gültig für |
|------|----------------------------|--------------|
| 0x60 | Schreiben erfolgreich | SDO Response |
| 0x80 | Fehler, Abort SDO Transfer | SDO Response |

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt, siehe Kapitel SDO Abort Codes, Seite 61.

3.6.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request

Lesen, Server --> Client

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung | |
|----------------|---------------------|-----------------|--|-------------------------------|
| Mailbox Header | Länge | WORD | 0x06: Länge der Mailbox Service Daten | |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client | |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert | |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität | |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) | |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 | |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 | |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 | |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request | |
| SDO | Kommando-Code (CCD) | Größen-Anzeiger | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Übertragungstyp | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Datensatz-Größe | unsigned:2 | 0x00 |
| | | Gesamt-Zugriff | unsigned:1 | 0x00 |
| | | Kommando | unsigned:3 | 0x02: Initiate Upload Request |
| | | Index | WORD | Objekt Index |
| | | Sub-Index | BYTE | Objekt Sub-Index |

Tabelle 3: Initiate SDO Upload Expedited Request

Aus dem obigen Protokoll lässt sich folgendes SDO-Lesetelegramm ableiten:

| CCD | Bedeutung | Gültig für |
|------|-----------------|-------------|
| 0x40 | Leseanforderung | SDO Request |

3.6.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response

Response, Server --> Client

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung |
|----------------|-----------------|------------|--|
| Mailbox Header | Länge | WORD | 0x0A: Länge der Mailbox Service Daten |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x03: SDO Response |
| SDO | Größen-Anzeiger | unsigned:1 | 0x00: Größe der Daten (1..4) nicht spezifiziert 0x01: Größe der Daten in Datensatz-Größe spezifiziert |
| | Übertragungstyp | unsigned:1 | 0x01: Expedited Übertragung |
| | Datensatz-Größe | unsigned:2 | 0x00: 4 Byte Daten 0x01: 3 Byte Daten 0x02: 2 Byte Daten 0x03: 1 Byte Daten |
| | Gesamt-Zugriff | unsigned:1 | 0x00 |
| | Kommando | unsigned:3 | 0x02: Initiate Upload Response |
| | Index | WORD | Objekt Index |
| | Sub-Index | BYTE | Objekt Sub-Index |
| | Daten | BYTE[4] | Objekt-Daten |

Tabelle 4: Initiate SDO Upload Expedited Response

Der Server antwortet mit folgenden Response-Möglichkeiten:

| CCD | Bedeutung | Gültig für |
|------|----------------------------|--------------|
| 0x43 | 4 Byte Daten gelesen | SDO Response |
| 0x47 | 3 Byte Daten gelesen | SDO Response |
| 0x4B | 2 Byte Daten gelesen | SDO Response |
| 0x4F | 1 Byte Daten gelesen | SDO Response |
| 0x80 | Fehler, Abort SDO Transfer | SDO Response |

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt, siehe Kapitel SDO Abort Codes, Seite 61.

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. 0x1A00ff für die TxPDOs.

3.8 EtherCAT State Machine (ESM)

Das Application Management beinhaltet die EtherCAT State Machine, welche die Zustände und Zustandsänderungen der Slave-Applikation beschreibt. Bis auf wenige Details entspricht die ESM dem CANopen Netzwerkmanagement (NMT). Um ein sichereres Anlaufverhalten zu ermöglichen, ist beim EtherCAT zusätzlich der Zustand „Safe Operational“ eingeführt worden. Hierbei werden bereits gültige Eingänge übertragen, während die Ausgänge noch im sicheren Zustand verbleiben.

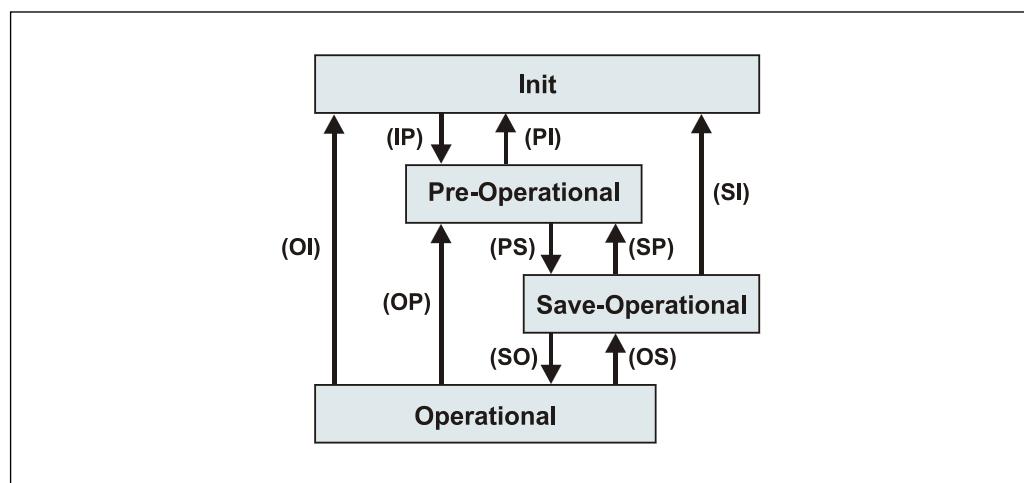


Abbildung 8: EtherCAT State Machine

| Zustand | Beschreibung |
|---------|---|
| IP | Start Mailbox Communication |
| PI | Stop Mailbox Communication |
| PS | Start Input Update |
| SP | Stop Input Update |
| SO | Start Output Update |
| OS | Stop Output Update |
| OP | Stop Output Update, Stop Input Update |
| SI | Stop Input Update, Stop Mailbox Communication |
| OI | Stop Output Update, Stop Input Update, Stop Mailbox Communication |

3.9 Weitere Informationen

Weitere Informationen zu EtherCAT erhalten Sie auf Anfrage von der **EtherCAT Technology Group** (ETG) unter nachstehender Adresse:

ETG Headquarter
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Germany
Phone: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5620
Fax: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5629
Email: info@ethercat.org
Internet: www.ethercat.org

4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

EtherCAT unterstützt Linien-, Baum- oder Sternstrukturen. Die bei den Feldbussen eingesetzte Bus- oder Linienstruktur wird damit auch für Ethernet verfügbar. Dies ist besonders praktisch bei der Anlagenverdrahtung, da eine Kombination aus Linie und Stichleitungen möglich ist.

Für die Übertragung nach dem 100Base-TX Fast Ethernet Standard sind Patch-Kabel der Kategorie STP CAT5 zu benutzen (2 x 2 paarweise verdrillte und geschirmte Kupferdraht-Leitungen). Die Kabel sind ausgelegt für Bitraten von bis zu 100 MBit/s. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird vom Mess-System automatisch erkannt und muss nicht durch Schalter eingestellt werden.

Eine Adressierung über Schalter ist ebenfalls nicht notwendig, diese wird automatisch durch die Adressierungsmöglichkeiten des EtherCAT-Masters vorgenommen.

Die Kabellänge zwischen zwei Teilnehmern darf max. 100 m betragen, insgesamt sind 65535 Teilnehmer im EtherCAT-Netzwerk möglich.

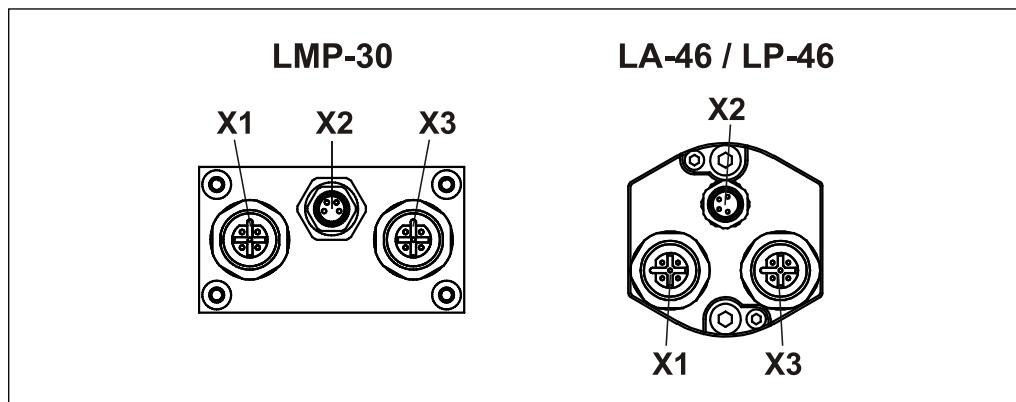
Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- ISO/IEC 11801, EN 50173 (europäische Standard)
- ISO/IEC 8802-3
- 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



| X1 PORT-IN / X3 PORT-OUT | | Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| Pin 1 | TxD+, Sendedaten + | 4 |
| Pin 2 | RxD+, Empfangsdaten + | 1 |
| Pin 3 | TxD-, Sendedaten - | 3 |
| Pin 4 | RxD-, Empfangsdaten - | 2 |

| X2 Versorgung | | Flanschstecker M8x1-4 pol. |
|---------------|--------------------------|----------------------------|
| Pin 1 | 19 – 27 V DC | 1 |
| Pin 2 | ¹⁾ TRWinProg+ | 2 |
| Pin 3 | GND, 0 V | 4 |
| Pin 4 | ¹⁾ TRWinProg- | 3 |



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

Bestellangaben zur Ethernet Flanschdose M12x1-4 pol. D-kodiert

| Hersteller | Bezeichnung | Bestell-Nr.: |
|-----------------|---------------------------------|----------------|
| Binder | Series 825 | 99-3729-810-04 |
| Phoenix Contact | SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7) | 15 21 25 8 |
| Phoenix Contact | SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9) | 15 21 26 1 |
| Harting | HARAX® M12-L | 21 03 281 1405 |

¹⁾ Für Servicezwecke, z.B. Softwareupdate

4.2 Einschalten der Versorgungsspannung

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

Das Mess-System wird zunächst initialisiert und befindet sich danach im Zustand **INIT**. In diesem Zustand ist keine direkte Kommunikation zwischen Master und Mess-System über den Application-Layer möglich. Über den EtherCAT-Master kann das Mess-System gemäß der State-Machine nach und nach in den Zustand **OPERATIONAL** überführt werden:

PRE-OPERATIONL

Mit dem „Start Mailbox Communication“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand **PRE-OPERATIONL** versetzt. In diesem Zustand ist zuerst nur die Mailbox aktiv und Master und Mess-System tauschen Applikations-spezifische Initialisierungen und Parameter aus. 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.

SAFE-OPERATIONAL

Mit dem „Start Input Update“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand **SAVE-OPERATIONL** versetzt. In diesem Zustand liefert das Mess-System bereits gültige aktuelle Eingangsdaten ohne die Ausgangsdaten zu verändern. Die Ausgänge befinden sich im sicheren Zustand.

OPERATIONAL

Mit dem „Start Output Update“ Kommando wird das Mess-System in den Zustand **OPERATIONL** versetzt. In diesem Zustand liefert das Mess-System gültige Eingangsdaten und der Master gültige aktuelle Ausgangsdaten. Nach dem das Mess-System die über den Prozessdaten-Service empfangenen Daten erkannt hat, wird der Zustandsübergang vom Mess-System bestätigt. Wenn die Aktivierung der Ausgangsdaten nicht möglich war, verbleibt das Mess-System weiterhin im Zustand **SAFE-OPERATIONAL** und gibt eine Fehlermeldung aus.



Zugriffe auf die **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) Mailbox bewirken, dass das Mess-System die ersten Buszyklen nach erfolgreich ausgeführten Dienst keine plausiblen Werte ausgibt. Dies gilt für die Zustände **SAFE-OPERATIONAL** und **OPERATIONAL**. In der Regel werden die Mailbox-Zugriffe über SDO-Anforderungen ausgelöst.

5 Inbetriebnahme

5.1 Gerätebeschreibungsdatei

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

Die XML-Datei hat den Dateinamen „**TR-Ethercat_Linerar 30M_xxx.xml**“.

Download:

- www.tr-electronic.de/f/TR-ELA-ID-MUL-0022

5.2 Bus-Statusanzeige

Das EtherCAT-Mess-System ist mit drei Diagnose-LEDs ausgestattet.

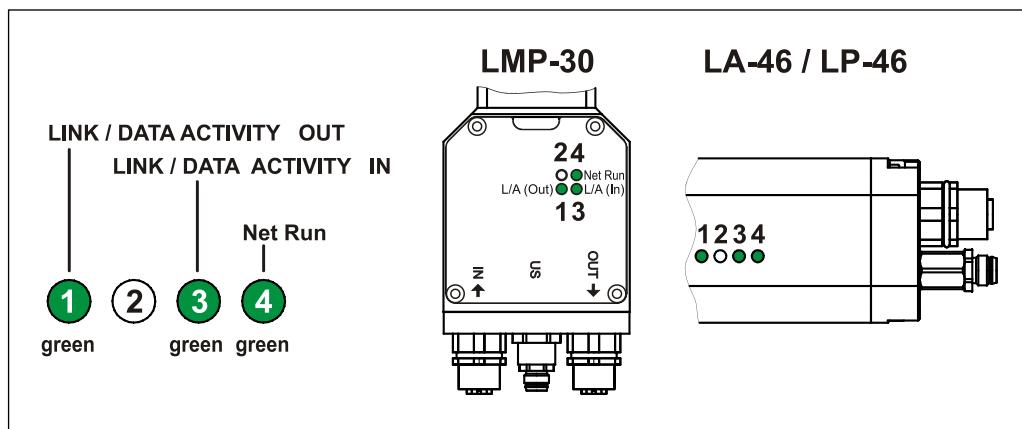


Abbildung 9: EtherCAT Diagnose-LEDs

5.2.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz

| LED | Beschreibung |
|--------------|--|
| ON | permanent AN |
| OFF | permanent AUS |
| Flickering | Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von 10 Hz: AN = 50 ms, AUS = 50 ms. |
| Blinking | Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von 2.5 Hz: AN = 200 ms, AUS = 200 ms. |
| Single flash | Einmaliges kurzes Aufblitzen, 200 ms AN, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, 1000 ms. |
| Double flash | Zweimaliges kurzes Aufblitzen, 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, 1000 ms. |
| Triple flash | Dreimaliges kurzes Aufblitzen, 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, 1000 ms. |

Tabelle 5: LED Anzeigezustände

5.2.2 Link / Data Activity LED, IN/OUT

| L/A IN | Beschreibung |
|----------------------------|---------------------------------|
| ON = Link | Ethernet Verbindung hergestellt |
| Flickering = Data Activity | Datenübertragung RxD |

| L/A OUT | Beschreibung |
|----------------------------|---------------------------------|
| ON = Link | Ethernet Verbindung hergestellt |
| Flickering = Data Activity | Datenübertragung TxD |

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 59.

5.2.3 Net Run LED

| Net Run | EtherCAT Zustandsmaschine |
|--------------|--|
| OFF | Gerät befindet sich im <i>INIT</i> Zustand |
| Blinking | Gerät befindet sich im <i>PRE-OPERATIONAL</i> Zustand |
| Single Flash | Gerät befindet sich im <i>SAFE-OPERATIONAL</i> Zustand |
| ON | Gerät befindet sich im <i>OPERATIONAL</i> Zustand |

6 Betriebsarten

Vom Mess-System wird folgende Betriebsart unterstützt:

- Synchron

In der Betriebsart „Synchron“ werden die Prozess-Daten synchron zur EtherCAT-Buszykluszeit ausgegeben.



Unabhängig von den unterstützten Mess-System Betriebsarten, stellen manche EtherCAT-Master den Betriebsmodus „Free Run“ zur Verfügung. In diesem Betriebsmodus gibt das Mess-System keine plausiblen Geschwindigkeitswerte aus.

7 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der unterstützten Indexe im Kommunikationsprofilbereich:

M = Mandatory (zwingend) / O = Optional / C = Conditional (bedingt)

| Index (h) | Objekt | Name | Typ | Attr. | M/O/C | Seite |
|-----------|--------|---|--|-------|-------|-------|
| 1000 | VAR | Gerätetyp | Unsigned32 | ro | M | 32 |
| 1008 | VAR | Hersteller Gerätenamen | String | const | O | 32 |
| 1009 | VAR | Hersteller Hardwareversion | String | const | O | 33 |
| 100A | VAR | Hersteller Softwareversion | String | const | O | 33 |
| 1018 | RECORD | Identity Objekt | Identity (23h) | ro | M | 34 |
| 1A00 | RECORD | 1 st Übertragungs-PDO - Status - Position 1 bis 30 | PDO Mapping, 21h | ro | C | 36 |
| 1A01 | RECORD | 2 nd Übertragungs-PDO - Status - Position 1 bis 30 - Geschwindigkeit 1 bis 30 | PDO Mapping | ro | C | 38 |
| 1C00 | ARRAY | Sync Manager Kommunikations-Typ | Unsigned8 | ro | M | 41 |
| 1C12 | - | Sync Manager RxPDO Zuweisung | wird nicht unterstützt, da keine RxPDOs vorhanden | | | |
| 1C13 | ARRAY | Sync Manager TxPDO Zuweisung | Unsigned16 | rw | M | 43 |
| 1C32 | - | Sync Manager 3 Parameter (Output) | wird nicht unterstützt, da keine Ausgänge vorhanden | | | |
| 1C33 | ARRAY | Sync Manager 3 Parameter (Input) | Unsigned16 | ro | O | 44 |

Tabelle 6: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

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.

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x1000 |
| Name | Device Type |
| Objekt Code | VAR |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |

| 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 |
| 0A | Absolutes Linear-Mess-System, Mehrmagnet |

7.2 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen

Enthält den Hersteller Gerätenamen,
Übertragung per „Upload SDO Segment Request Protocol“.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x1008 |
| Name | Device Name |
| Objekt Code | VAR |
| Datentyp | VISIBLE_STRING |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | " ", abhängig von der Geräteausführung |

7.3 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion

Enthält die Hersteller Hardwareversion,
Übertragung per „Upload SDO Segment Request Protocol“.

| | |
|--------------------|------------------|
| Index | 0x1009 |
| Name | Hardware Version |
| Objekt Code | VAR |
| Datentyp | VISIBLE_STRING |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | "915201x" |

7.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion

Enthält die Hersteller Softwareversion.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x100A |
| Name | Software Version |
| Objekt Code | VAR |
| Datentyp | VISIBLE_STRING |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | "Vxxx", abhängig von der aktuellen Version |

7.5 Objekt 1018h: Identity Objekt

Das Identity Objekt enthält folgende Parameter:

- EtherCAT Vendor ID
Enthält die von der ETG zugewiesene Geräte Vendor ID
- Product Code
Enthält den Geräte-Produktcode
- Revision Number
Enthält die Revisionsnummer des Gerätes, welche die Funktionalität und die einzelnen Versionen definiert.
- Serial Number
Enthält die Geräte-Seriennummer

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x1018 |
| Name | Identity |
| Objekt Code | RECORD |
| Datentyp | IDENTITY |
| Kategorie | Mandatory |

| | |
|---------------------|---------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der Einträge |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 4 |

| | |
|---------------------|------------|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Vendor ID |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 1289 |

| | |
|---------------------|--------------|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Product Code |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 80915201x |

| | |
|---------------------|-----------------|
| Sub-Index | 3 |
| Beschreibung | Revision Number |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 100001 |

| | |
|---------------------|---------------|
| Sub-Index | 4 |
| Beschreibung | Serial Number |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0 |

7.6 Objekt 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

Über das erste Sende-Prozess-Daten-Objekt 0x1A00 können folgende Prozess-Daten übertragen werden:

- Status, Objekt 3000, 1x 16 Bit
- Position 1 bis 30, Objekt 6020, 30x 32 Bit

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A00 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 43 vorgenommen.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x1A00 |
| Name | TxDPO 1 Position mapping |
| Objekt Code | RECORD |
| Datentyp | PDO_MAPPING |
| Kategorie | Mandatory für jedes unterstützte TxDPO |

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der gempappten Objekte im PDO |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 31 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Status |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 16 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 0 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3000 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Positionswert, Magnet 1 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 1 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6020 |

•
•
•

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 31 |
| Beschreibung | Positionswert, Magnet 30 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 30 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6020 |

7.7 Objekt 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

Über das zweite Sende-Prozess-Daten-Objekt 0x1A01 können folgende Prozess-Daten übertragen werden:

- Status, Objekt 3000, 1x 16 Bit
- Position 1 bis 30, Objekt 6020, 30x 32 Bit
- Geschwindigkeit 1 bis 30, Objekt 6030, 30x 16 Bit

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A01 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 43 vorgenommen.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x1A01 |
| Name | TxPDO 2 Speed mapping |
| Objekt Code | RECORD |
| Datentyp | PDO_MAPPING |
| Kategorie | Mandatory für jedes unterstützte TxPDO |

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der gempappten Objekte im PDO |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 61 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Status |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 16 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 0 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 3000 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Positionswert, Magnet 1 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 1 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6020 |

•
•
•

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 31 |
| Beschreibung | Positionswert, Magnet 30 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 32 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 30 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6020 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 32 |
| Beschreibung | Geschwindigkeitswert, Magnet 1 |
| Datentyp | INTEGER16 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 16 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 1 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6030 |

•
•
•

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 61 |
| Beschreibung | Geschwindigkeitswert, Magnet 30 |
| Datentyp | INTEGER16 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 0-7: Länge des gemappten Objekts in Bits = 16 Bit 8-15: Sub-Index des gemappten Objekts = 30 Bit 16-31: Index des gemappten Objekts = 6030 |

7.8 Objekt 1C00h: Sync Manager Communication Type

Mit diesem Objekt werden die Anzahl der benutzten Kommunikations-Kanäle und die Art der Kommunikation festgelegt.

Unterstützt werden:

- Mailbox senden und empfangen
- Prozessdaten-Eingang für die Übertragung der Positionswerte (Slave --> Master)

Die Einträge können nur gelesen werden, die Konfiguration der Kommunikations-Kanäle erfolgt automatisch beim Hochlauf des EtherCAT-Masters.

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| Index | 0x1C00 |
| Name | Sync Manager Communication Type |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der benutzen Sync Manager Kanäle |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 4 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Communication Type Sync Manager 0 |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 1: Mailbox empfangen (Master --> Slave) |

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Communication Type Sync Manager 1 |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 2: Mailbox senden (Slave --> Master) |

| | |
|---------------------|-----------------------------------|
| Sub-Index | 3 |
| Beschreibung | Communication Type Sync Manager 2 |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 3: unbenutzt |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 4 |
| Beschreibung | Communication Type Sync Manager 3 |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 4: Prozessdaten-Eingang (Slave --> Master) |

7.9 Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)

Über Objekt 1C13h wird die Anzahl und der jeweilige Objekt Index der zugeordneten TxPDOs festgelegt. Als Prozess-Daten-Eingang kann eines der folgenden Sende-Prozess-Daten-Objekte zugeordnet werden:

- **0x1A00, 1. Sende-Prozess-Daten-Objekt**
- **0x1A01, 2. Sende-Prozess-Daten-Objekt**

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Index | 0x1C13 |
| Name | Sync Manager TxPDO Assign |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |

| | |
|---------------------|--------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der zugeordneten TxPDOs |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 1 |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | PDO Mapping Objekt Index des zugeordneten TxPDOs |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Conditional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0x1A00: TxPDO 1 oder 0x1A01: TxPDO 2 |
| Default | 0x1A00: TxPDO 1 |

7.10 Objekt 1C33h: Sync Manager 3, Parameter

Das Objekt 1C33h „Input Sync Manager Parameter“ beschreibt die Einstellungen für den Input Sync Manager und kann nur gelesen werden.

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Index | 0x1c33 |
| Name | Sync Manager 3 Parameter |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Optional |

| | |
|---------------------|---------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der Einträge |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 11 |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Synchronization Type |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 1: Synchron – synchronisiert mit Sync Manager 3 Ereignis |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Cycle Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Min. Zeit zwischen zwei SM2/3 Ereignissen in ns. |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 3 |
| Beschreibung | Shift Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Zeit zwischen SM3 Ereignis und dem Hardware-Eingangslatch in ns |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 4 |
| Beschreibung | Synchronization Types Supported |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0x12: Bit 1: Synchron-Modus unterstützt |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 5 |
| Beschreibung | Minimum Cycle Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Min. Zykluszeit, die durch den Slave unterstützt wird in ns (Max. Zeitdauer des lokalen Zyklusses). |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 6 |
| Beschreibung | Calc and Copy Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Zeit in ns, welche der Controller für eventuelle Berechnungen der Eingangswerte und für die Übertragung der Prozessdaten vom lokalen Speicher zum Sync Manager benötigt, bevor die Daten für den EtherCAT verfügbar sind. |

| | |
|---------------------|------------|
| Sub-Index | 7 |
| Beschreibung | Reserved |
| Datentyp | UNSIGNED32 |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 8 |
| Beschreibung | Get Cycle Time |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0: Messung der lokalen Zykluszeit gestoppt 1: Messung der lokalen Zykluszeit gestartet |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 9 |
| Beschreibung | Delay Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Slave Hardware-Verzögerungszeit in ns. |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 10 |
| Beschreibung | Application Controller Cycle Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Nur relevant für Synchronisations-Typ = 2 und untergeordneten lokalem Zyklus. |

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 11 |
| Beschreibung | Sync 0 Cycle Time |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Nur relevant für Synchronisations-Typ = 2 und untergeordneten lokalem Zyklus. |

8 Hersteller- und Profilspezifische Objekte (CiA DS-406)

M = Mandatory (zwingend)
 O = Optional

| Index (h) | Objekt | Name | Datenlänge | Attr. | M/O | Seite |
|------------------|--------|---------------------------------|------------|-------|-----|-------|
| Parameter | | | | | | |
| 2000 | VAR | Parameter übernehmen | Unsigned8 | rw | O | 48 |
| 2001 | VAR | Auto-Speicherung | Unsigned8 | rw | O | 48 |
| 2002 | VAR | Beobachter | Unsigned8 | rw | O | 48 |
| 2003 | VAR | Positionsfilter | Unsigned8 | rw | O | 49 |
| 2004 | VAR | Anzahl freigeschalteter Magnete | Unsigned8 | rw | O | 49 |
| 2005 | VAR | Positionswert bei Magnetverlust | Unsigned8 | rw | O | 50 |
| 2006 | VAR | Standardwerte übernehmen | Unsigned8 | rw | O | 50 |
| 3000 | VAR | Status | Unsigned16 | ro | O | 51 |
| 3001 | VAR | Temperatur | Integer8 | ro | O | 51 |
| 3002 | VAR | Artikelnummer | Unsigned32 | ro | O | 52 |
| 6000 | VAR | Betriebsparameter | Unsigned16 | rw | M | 53 |
| 6002 | VAR | Gesamtmesslänge in Schritten | Unsigned32 | ro | M | 53 |
| 6005 | REC | Linear Encoder Mess-Schritt | Unsigned32 | rw | M | 54 |
| 6010 | VAR | Presetwerte | Unsigned32 | rw | M | 55 |
| 6020 | VAR | Positionswerte | Unsigned32 | ro | M | 57 |
| 6030 | VAR | Geschwindigkeitswerte | Integer16 | ro | O | 58 |

Tabelle 7: Encoder-Profilbereich

8.1 Objekt 2000h: Parameter übernehmen

Mit Schreibzugriff auf dieses Objekt speichert das Mess-System die Parameter in den nichtflüchtigen Speicher (EEPROM).

| | |
|---------------------|-------------------|
| Index | 0x2000 |
| Beschreibung | Accept Parameters |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | nicht relevant |

8.2 Objekt 2001h: Auto-Speicherung

Dieses Objekt unterstützt das automatische Speichern aller Objekte mit Schreibparameter. Geänderte Parameter müssen deshalb nicht mehr explizit mit Hilfe des Objekts 2000h „Parameter übernehmen“ dauerhaft gespeichert werden.

| | |
|---------------------|--|
| Index | 0x2001 |
| Beschreibung | Autostore |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0: Schreibparameter werden im flüchtigen Speicher abgelegt > 0: Schreibparameter werden dauerhaft gespeichert |
| Default | 1 |

8.3 Objekt 2002h: Beobachter

Der Beobachter ist ein Parameter, der die mathematische Aufbereitung der Messwerte charakterisiert, bei hoher Mess-Dynamic ist der Messwert ohne jegliche mathematische Nachbehandlung, das hat ein größeres Messwert-Rauschen zur Folge, bei geringer Mess-Dynamic ist das Messwert-Rauschen deutlich verringert, hat dadurch aber auch Verzögerungen bei der Messwert-Berechnung zur Folge.

| | |
|---------------------|---|
| Index | 0x2002 |
| Beschreibung | Observer |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0 – 7 1 = Dynamik hoch, 4 = Dynamik mittel, 7 = Dynamik gering |
| Default | 3 |

8.4 Objekt 2003h: Positionsfilter

Über den Positionsfilter kann der ausgegebene Positionswert gemittelt werden und somit der Ausgabe-Jitter gering gehalten werden.

| | |
|---------------------|---|
| Index | 0x2003 |
| Beschreibung | Position Filter |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 1 = keine Mittelung, 2 = Mittelung von 2 Werten, 4 = Mittelung von 4 Werten 8 = Mittelung von 8 Werten |
| Default | 1 |

8.5 Objekt 2004h: Anzahl freigeschalteter Magnete

Über dieses Objekt wird die Anzahl der Magnete festgelegt, mit der das Mess-System betrieben werden soll. Über die Einstellungsmöglichkeiten kann bestimmt werden, ob eine Überwachung bzw. keine Überwachung vorgenommen werden soll:

- ohne Überwachung
Wenn die Anzahl der festgelegten Magneten nicht mit der Anzahl der erfassten Magneten übereinstimmt, wird im Status-Objekt 3000h keine Fehlermeldung ausgegeben.
- mit Überwachung
Wenn die Anzahl der festgelegten Magneten nicht mit der Anzahl der erfassten Magneten übereinstimmt, wird im Status-Objekt 3000h eine Fehlermeldung ausgegeben.

| | |
|---------------------|---|
| Index | 0x2004 |
| Beschreibung | Number of enabled Sensors |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0: keine Überwachung 1-31: Anzahl der Magnete, Überwachung EIN |
| Default | 0 |

8.6 Objekt 2005h: Positionswert bei Magnetverlust

Dieses Objekt definiert den ausgegebenen Positionswert, wenn das Fehlen eines Magneten erkannt wird.

| | |
|---------------------|--|
| Index | 0x2005 |
| Beschreibung | Position value at lost magnet |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 0: fehlende Magnete -> Position = „0“ 1: fehlende Magnete -> letzte gültige Wert 2: Fehler -> alle Positionen = „0“ 3: Fehler -> alle Positionen = letzte gültige Werte |
| Default | 0 |

8.7 Objekt 2006h: Standardwerte übernehmen

Über dieses Objekt werden alle Schreibparameter auf ihre Standardeinstellungen zurückgesetzt.

| | |
|---------------------|--|
| Index | 0x2006 |
| Beschreibung | Set Default Values |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | > 1: Schreibparameter auf Standardwerte setzen |
| Default | 0 |

8.8 Objekt 3000h: Status

Es wird u.a. erkannt, ob sich die Magnete innerhalb des zulässigen Messbereichs befinden. Wird der Fehler „Anzahl Magnete fehlerhaft“ gemeldet, sind entweder keine Magnete installiert, mindestens ein Magnet befindet sich in der Dämpfungszone, oder die konfigurierte Anzahl der Magnete stimmt nicht mit der betriebenen Anzahl überein. Innerhalb der Dämpfungszone wird vom Mess-System kein auswertbares Mess-Signal ausgegeben.

Der Status für Bit 0 und Bit 1 wird nur ausgegeben, wenn unter Objekt 2004h: Anzahl freigeschalteter Magnete die Einstellung „mit Überwachung“ vorherrscht.

| | |
|---------------------|---------------|
| Index | 0x3000 |
| Beschreibung | Status |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Default | 0 |

- Bit 0, Anzahl Magnete fehlerhaft
Wird gesetzt, wenn Anzahl Magnete < erfasste Magnete
- Bit 1, Interner Fehler aufgetreten
Wird gesetzt, wenn keine fehlerfreie Positionsausgabe mehr garantiert werden kann
- Bits 2 bis 7, reserviert
- Bits 8 bis 15, entspricht der Anzahl der erfassten Magneten bzw. Positionen

8.9 Objekt 3001h: Temperatur

Über dieses Objekt wird die aktuelle Gerätetemperatur ausgegeben.

| | |
|---------------------|-------------------------|
| Index | 0x3001 |
| Beschreibung | Temperature |
| Datentyp | INTEGER8 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Wert in °C, HEX-kodiert |

8.10 Objekt 3002h: Artikelnummer

Über dieses Objekt wird die Geräte-Artikelnummer ausgegeben.

| | |
|---------------------|----------------|
| Index | 0x3002 |
| Beschreibung | Article Number |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | - |

8.11 Objekt 6000h: Betriebsparameter

Das Objekt mit Index 6000h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung. Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionsverweise ausgegeben werden, wenn sich der Magnet zum Stabende hinzu bewegt.

| | |
|---------------------|---|
| Index | 0x6000 |
| Beschreibung | Operating Parameters |
| Datentyp | UNSIGNED16 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Bit 2^2 und $2^3 = 0$: Position steigend zum Stabende Bit 2^2 und $2^3 = 1$: Position fallend zum Stabende |

8.12 Objekt 6002h: Messlänge in Schritten

Über die im Mess-System hinterlegte Messlänge und im Objekt 6005 Sub-Index 1 „Positions-Schritt“ hinterlegte Auflösung, wird die **Gesamtschrittzahl** über den gesamten Messbereich des Mess-Systems festgelegt. Das Objekt kann nur gelesen werden.

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Index | 0x6002 |
| Beschreibung | Total Measuring Range |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |

| Messlänge in Schritten | | | |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Byte 0 | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 |
| 2^7 bis 2^0 | 2^{15} bis 2^8 | 2^{23} bis 2^{16} | 2^{31} bis 2^{24} |

Standardwert:

Die auf dem Typenschild angegebene Messlänge multipliziert mit 20, entsprechend der hinterlegten Auflösung in Objekt 6005, Sub-Index 1 „Positions-Schritt“.

$$\text{Messlänge in Schritten} = \frac{\text{Messlänge [mm]}}{\text{Auflösung [mm]}}$$

8.13 Objekt 6005h: Linear-Encoder, Mess-Schritt

Das Objekt definiert die Mess-Schritt – Einstellungen für den

- Positionswert (Objekt 6020)
- Geschwindigkeitswert (Objekt 6030)

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| Index | 0x6005 |
| Name | Linear Encoder Measuring Step |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |

| | |
|---------------------|---------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der Einträge |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 2 |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Positions-Schritt (Auflösung) |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Wert in 0,001 µm kleinste Auflösung = 50 µm: Eingabewert = 50 000 Auflösung = 1 mm: Eingabewert = 1000 000 |
| Default | 50 000 = 50 µm |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 2 |
| Beschreibung | Geschwindigkeits-Schritt |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Wert in 0,01 mm/s Ausgabe in 1 mm/s: Eingabewert = 100 Ausgabe in 1 m/s: Eingabewert = 100 000 = Maximalwert |
| Default | 100 = 1 mm/s |

8.14 Objekt 6010h: Presetwerte

!WARNUNG

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

ACHTUNG

- 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 Positions値 innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten zu setzen. Der Ausgabe-Positions値 wird auf den Parameter "Presetwert" gesetzt, wenn auf dieses Objekt geschrieben wird.

Wird der Wert 0xFFFF FFFF (-1) geschrieben, wird die errechnete Nullpunkt korrektur gelöscht (Differenz des gewünschten Presetwertes zur physikalischen Mess-System-Position). Nach dem Löschen der Nullpunkt korrektur gibt das Mess-System seine "echte" physikalische Position aus.

| | |
|---------------------|---------------|
| Index | 0x6010 |
| Beschreibung | Preset Values |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |

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

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der verfügbaren Kanäle |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 30 |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Presetwert Kanal 1 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Magnet 1: Wert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten. Bei erfolgreicher Übernahme wird „1“ zurückgemeldet. |

-
-
-

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 30 |
| Beschreibung | Presetwert Kanal 30 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | rw |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | Magnet 30: Wert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten. Bei erfolgreicher Übernahme wird „1“ zurückgemeldet. |

8.15 Objekt 6020h: Positionswerte

Das Objekt definiert den ausgegebenen Positionswert für die Kommunikations-Objekte 1A0x (Übertragungs-PDOs).

| | |
|---------------------|-----------------|
| Index | 0x6020 |
| Beschreibung | Position Values |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |

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

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der verfügbaren Kanäle |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 30 |

| | |
|---------------------|---------------------------------|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Positionswert Kanal 1 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | ja |
| Wert | Magnet 1: aktuelle Ist-Position |

•
•
•

| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Sub-Index | 30 |
| Beschreibung | Positionswert Kanal 30 |
| Datentyp | UNSIGNED32 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | ja |
| Wert | Magnet 30: aktuelle Ist-Position |

8.16 Objekt 6030h: Geschwindigkeitswerte

Das Objekt definiert den ausgegebenen Geschwindigkeitswert. Der Mess-Schritt für die Geschwindigkeit ist in „Objekt 6005h: Linear-Encoder, Mess-Schritt“, Sub-Index 2 auf Seite 54 definiert.

| | |
|---------------------|--------------|
| Index | 0x6030 |
| Beschreibung | Speed Values |
| Objekt Code | ARRAY |
| Datentyp | INTEGER16 |
| Kategorie | Optional |

| Geschwindigkeitswert | |
|----------------------|--------------------|
| Byte 0 | Byte 1 |
| 2^7 bis 2^0 | 2^{15} bis 2^8 |

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Beschreibung | Anzahl der verfügbaren Kanäle |
| Datentyp | UNSIGNED8 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | nein |
| Wert | 30 |

| | |
|---------------------|--|
| Sub-Index | 1 |
| Beschreibung | Geschwindigkeitswert Kanal 1 |
| Datentyp | INTEGER16 |
| Kategorie | Mandatory |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | ja |
| Wertebereich | Magnet 1: -32768...32767, 2er-Komplement Darstellung |

•

•

•

| | |
|---------------------|---|
| Sub-Index | 30 |
| Beschreibung | Geschwindigkeitswert Kanal 30 |
| Datentyp | INTEGER16 |
| Kategorie | Optional |
| Zugriff | ro |
| PDO Mapping | ja |
| Wertebereich | Magnet 30: -32768...32767, 2er-Komplement Darstellung |

9 Fehlerursachen und Abhilfen

9.1 Optische Anzeigen

Zuordnung siehe Kapitel „Bus-Statusanzeige“ auf Seite 28.

| Link LED | Ursache | Abhilfe |
|----------|--|---|
| aus | Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten | - Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich? |
| | Anschluss-Stecker nicht richtig verdrahtet bzw. festgeschraubt | Verdrahtung und Stekersitz überprüfen |
| | keine Busverbindung | Buskabel überprüfen |
| | Hardwarefehler, Mess-System defekt | Mess-System tauschen |
| blinkend | Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan Daten übermittelt. | - |
| an | Mess-System betriebsbereit, Verbindung zum Master hergestellt, es werden momentan keine Daten übermittelt. | - |

9.2 Gerätestatus - Meldungen, Objekt 3000h

Zuordnung siehe Kapitel „Objekt 3000h: Status“ auf Seite 51.

| aktives Bit | Ursache | Abhilfe |
|-------------|-------------------------------|---|
| 0 | Anzahl der Magnete fehlerhaft | - Konfigurierte Anzahl der Magnete muss mit der betriebenen Anzahl übereinstimmen. Einstellung des Objekt 2004h: Anzahl freigeschalteter Magnete überprüfen, siehe Seite 49. - Befinden sich alle Magnete im zulässigen Messbereich? Ausgegebene Positionen überprüfen. Siehe auch Objekt 2005h: Positions値 bei Magnetverlust, Seite 50. |
| 1 | Interner Fehler aufgetreten | - Versorgungsspannung ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden. |

9.3 Abort SDO Transfer Request Protocol

Im Fall eines Fehlers (SDO-Response CCD = 0x80) wird statt der Response das *Abort SDO Transfer Request Protocol* übertragen.

Abort SDO Transfer Request, Server --> Client

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung |
|----------------|-----------------|------------|--|
| Mailbox Header | Länge | WORD | 0x0A: Länge der Mailbox Service Daten |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request |
| SDO | Größen-Anzeiger | unsigned:1 | 0x00 |
| | Übertragungstyp | unsigned:1 | 0x00 |
| | Datensatz-Größe | unsigned:2 | 0x00 |
| | reserviert | unsigned:1 | 0x00 |
| | Kommando | unsigned:3 | 0x04: Abort Transfer Request |
| | Index | WORD | Objekt Index |
| | Sub-Index | BYTE | Objekt Sub-Index |
| | Abort Code | DWORD | Abort Code |

Tabelle 8: Abort SDO Transfer Request

9.3.1 SDO Abort Codes

| Code | Beschreibung |
|---------------|---|
| 0x05 03 00 00 | Toggle Bit hat sich nicht geändert |
| 0x05 04 00 00 | SDO Protokoll Timeout |
| 0x05 04 00 01 | Client/Server Kommando nicht gültig oder unbekannt |
| 0x05 04 00 05 | Speicher zu klein |
| 0x06 01 00 00 | Nicht unterstützter Objekt-Zugriff |
| 0x06 01 00 01 | Lesezugriff auf ein Objekt, dass nur geschrieben werden kann |
| 0x06 01 00 02 | Schreibzugriff auf ein Objekt, dass nur gelesen werden kann |
| 0x06 02 00 00 | Objekt nicht vorhanden im Objektverzeichnis |
| 0x06 04 00 41 | Das Objekt kann nicht im PDO gemappt werden |
| 0x06 04 00 42 | Die Anzahl und Länge der gemappten Objekte überschreiten die PDO-Länge |
| 0x06 04 00 43 | Generelle Parameter-Inkompatibilität |
| 0x06 04 00 47 | Generelle Inkompatibilität im Gerät |
| 0x06 06 00 00 | Zugriff-Fehler aufgrund eines Hardwarefehlers |
| 0x06 07 00 10 | Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter stimmt nicht |
| 0x06 07 00 12 | Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu groß |
| 0x06 07 00 13 | Falscher Datentyp, Länge der Service-Parameter zu klein |
| 0x06 09 00 11 | Sub-Index existiert nicht |
| 0x06 09 00 30 | Parameter-Wertebereich überschritten, nur bei Schreibzugriff |
| 0x06 09 00 31 | Geschriebene Parameterwert zu groß |
| 0x06 09 00 32 | Geschriebene Parameterwert zu klein |
| 0x06 09 00 36 | Maximalwert ist kleiner als Minimalwert |
| 0x08 00 00 00 | Allgemeiner Fehler |
| 0x08 00 00 20 | Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation |
| 0x08 00 00 21 | Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation. Grund: lokale Steuerung |
| 0x08 00 00 22 | Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden in der Applikation, Grund: aktueller Gerätestatus |
| 0x08 00 00 23 | Dynamischer Erstellungsfehler des Objektverzeichnisses, oder kein Objektverzeichnis vorhanden |

Tabelle 9: SDO Abort Codes

9.4 Emergency Request Protocol

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst. Die Übertragung wird über die Mailbox-Schnittstelle ausgeführt.

Der Emergency Dienst wird vom Server benutzt, um Diagnose-Nachrichten an den Client zu übermitteln. Jedes, durch den Server an den Client übertragene Diagnoseereignis, wird auch wieder durch die Übertragung des Reset-Error-Codes bestätigt, wenn das Diagnoseereignis nicht mehr vorhanden ist.

Emergency Request, Server --> Client

| Frame Fragment | Datenfeld | Datentyp | Wert / Beschreibung |
|----------------|----------------|------------|---|
| Mailbox Header | Länge | WORD | n ≥ 0x0A: Länge der Mailbox Service Daten |
| | Adresse | WORD | Quell-Stationsadresse, wenn der Master = Client Ziel-Stationsadresse, wenn der Slave = Client |
| | Kanal | unsigned:6 | 0x00, reserviert |
| | Priorität | unsigned:2 | 0x00: kleinste Priorität ... 0x03: höchste Priorität |
| | Typ | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserviert | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Anzahl | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserviert | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x01: Emergency |
| Emergency | Error Code | WORD | Error Code |
| | Error Register | BYTE | Error Register |
| | Daten | BYTE[5] | Error Code 0000-9FFF: Herstellerspezifisches Fehlerfeld Error Code A000-EFFF: Diagnosedaten Error Code F000-FFFF: Herstellerspezifisches Fehlerfeld |
| | reserviert | BYTE[n-10] | noch nicht spezifiziert |

Tabelle 10: Emergency Request

9.4.1 Emergency Error Codes

| Error Code (hex) | Beschreibung |
|------------------|---|
| 00xx | Error Reset oder kein Fehler |
| 10xx | Allgemeiner Fehler |
| 50xx | Geräte Hardware |
| 60xx | Geräte Software |
| 61xx | interne Software |
| 62xx | Benutzer Software |
| 63xx | Datensatz |
| 80xx | Überwachung |
| 81xx | Kommunikation |
| 82xx | Protokollfehler |
| 8210 | PDO nicht abgearbeitet, aufgrund eines Längenfehlers |
| 8210 | PDO Länge überschritten |
| 90xx | externer Fehler |
| A0xx | EtherCAT State Machine Übergangsfehler |
| A000 | Übergang PRE-OPERATIONAL --> SAVE-OPERATIONAL nicht erfolgreich |
| A001 | Übergang SAVE-OPERATIONAL --> OPERATIONAL nicht erfolgreich |
| FFxx | Geräte-spezifisch |

Tabelle 11: Emergency Error Codes

9.4.2 Error Register

| Bit | M/O | Beschreibung |
|-----|-----|---|
| 0 | M | Allgemeiner Fehler |
| 1 | O | nicht unterstützt |
| 2 | O | nicht unterstützt |
| 3 | O | nicht unterstützt |
| 4 | O | Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus) |
| 5 | O | Geräteprofil-spezifisch |
| 6 | O | reserviert, immer 0 |
| 7 | O | Hersteller-spezifisch |

Tabelle 12: Aufbau des Error Registers

9.5 Sonstige Störungen

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

User Manual

LA-46, LP-46, LMP-30 EtherCAT 30 Magnets

5629, 5674

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen
Eglishalte 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
email: info@tr-electronic.de
www.tr-electronic.com

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: | 01/14/2022 |
| Document / Rev. no.: | TR-ELA-BA-DGB-0020 v04 |
| File name: | TR-ELA-BA-DGB-0020-04.docx |
| Author: | MÜJ |

Font styles

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

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

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

Brand names

EtherCAT® is registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

All other specified products, names and logos serve exclusively for information purposes and may be trademarks of their respective owners, without any special marking to indicate this.

Contents

| | |
|--|-----------|
| Contents | 67 |
| Revision index | 69 |
| 1 General information | 70 |
| 1.1 Applicability | 70 |
| 1.2 References..... | 71 |
| 1.3 Abbreviations used / Terminology | 72 |
| 2 Additional Safety Instructions | 73 |
| 2.1 Definition of symbols and notes..... | 73 |
| 2.2 Additional instructions for proper use | 73 |
| 2.3 Organizational measures..... | 74 |
| 3 EtherCAT Information | 75 |
| 3.1 EtherCAT functional principle | 75 |
| 3.2 Protocol..... | 76 |
| 3.3 Device profile | 77 |
| 3.3.1 CANopen over EtherCAT (CoE) | 78 |
| 3.4 Object dictionary | 79 |
| 3.5 Process and Service Data Objects | 79 |
| 3.5.1 Compatibility with the CiA DS-301 communication profile..... | 80 |
| 3.5.2 Extensions to the CiA DS-301 communication profile | 80 |
| 3.6 Transmission of SDO messages | 81 |
| 3.6.1 CANopen over EtherCAT protocol..... | 83 |
| 3.6.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request | 83 |
| 3.6.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response | 84 |
| 3.6.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request | 85 |
| 3.6.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response | 86 |
| 3.7 PDO mapping | 87 |
| 3.8 EtherCAT State Machine (ESM)..... | 87 |
| 3.9 Further information | 88 |
| 4 Installation / Preparation for Commissioning..... | 89 |
| 4.1 Connection..... | 90 |
| 4.2 Switching on the supply voltage | 91 |
| 5 Commissioning..... | 92 |
| 5.1 Device description file | 92 |
| 5.2 Bus status display | 92 |
| 5.2.1 Indicator states and flash rates | 92 |
| 5.2.2 Link / Data Activity LED, IN/OUT | 93 |
| 5.2.3 Net Run LED..... | 93 |

Contents

| | |
|--|------------|
| 6 Operating Modes | 94 |
| 7 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301) | 95 |
| 7.1 Object 1000h: Device type..... | 96 |
| 7.2 Object 1008h: Manufacturer device name..... | 96 |
| 7.3 Object 1009h: Manufacturer hardware version | 97 |
| 7.4 Object 100Ah: Manufacturer software version | 97 |
| 7.5 Object 1018h: Identity object | 98 |
| 7.6 Object 1A00h: 1 st Transmit PDO Mapping | 100 |
| 7.7 Object 1A01h: 2 nd Transmit PDO Mapping..... | 102 |
| 7.8 Object 1C00h: Sync Manager Communication Type | 105 |
| 7.9 Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input) | 107 |
| 7.10 Object 1C33h: Sync Manager 3, Parameter..... | 108 |
| 8 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406)..... | 111 |
| 8.1 Object 2000h: Accept parameters | 112 |
| 8.2 Object 2001h: Auto-Store | 112 |
| 8.3 Object 2002h: Observer..... | 112 |
| 8.4 Object 2003h: Position Filter..... | 113 |
| 8.5 Object 2004h: Number of enabled Sensors | 113 |
| 8.6 Object 2005h: Position value at lost magnet | 114 |
| 8.7 Object 2006h: Set Default Values..... | 114 |
| 8.8 Object 3000h: Status | 115 |
| 8.9 Object 3001h: Temperature..... | 115 |
| 8.10 Object 3002h: Article Number..... | 116 |
| 8.11 Object 6000h: Operating Parameters..... | 117 |
| 8.12 Object 6002h: Total measuring range in steps..... | 117 |
| 8.13 Object 6005h: Linear encoder, measuring step..... | 118 |
| 8.14 Object 6010h: Preset values..... | 119 |
| 8.15 Object 6020h: Position values | 121 |
| 8.16 Object 6030h: Speed values..... | 122 |
| 9 Error Causes and Remedies | 123 |
| 9.1 Optical displays..... | 123 |
| 9.2 Device status - messages, Object 3000h..... | 123 |
| 9.3 Abort SDO Transfer Request Protocol | 124 |
| 9.3.1 SDO Abort Codes | 125 |
| 9.4 Emergency Request Protocol | 126 |
| 9.4.1 Emergency Error Codes | 127 |
| 9.4.2 Error Register..... | 127 |
| 9.5 Miscellaneous faults | 128 |

Revision index

| Revision | Date | Index |
|---|----------|-------|
| First release | 12/05/13 | 00 |
| New design | 01/11/16 | 01 |
| Reference to Support-DVD removed | 02/05/16 | 02 |
| Technical data removed | 02/08/17 | 03 |
| Current soft: 5629, replaced by the latest soft: 5674 | 01/14/22 | 04 |

1 General information

This Manual contains the following topics:

- Safety instructions in addition to the basic safety instructions defined in the Assembly Instructions
- Installation
- Commissioning
- Configuration / Parameterization
- Error causes and solutions

As the documentation is arranged in a modular structure, the User Manual is supplementary to other documentation, such as product data sheets, 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 for the following measuring system series with **EtherCAT** interface and Soft-No. **5629, 5674**:

- LA-46
- LP-46
- LMP-30

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

The following documentation therefore also applies:

- see chapter "Other applicable documents" in the Assembly Instructions
www.tr-electronic.com/f/TR-ELA-BA-DGB-0004

1.2 References

| | | |
|----|-------------------|--|
| 1. | EN 50325-4 | Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen |
| 2. | CiA DS-301 | CANopen communication profile based on CAL |
| 3. | CiA DS-406 | CANopen profile for encoders |
| 4. | IEC/PAS 62407 | Real-time Ethernet control automation technology (EtherCAT); International Electrotechnical Commission |
| 5. | IEC 61158-1 – 6 | Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protocols and Services, Type 12 = EtherCAT |
| 6. | IEC 61784-2 | Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications, 12 = EtherCAT |
| 7. | ISO/IEC 8802-3 | Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications |
| 8. | ISO 15745-4 AMD 2 | Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink |

1.3 Abbreviations used / Terminology

| | |
|-----|--|
| LA | Linear Absolute Measuring System, tubular housing type |
| LP | Linear Absolute Measuring System, profile housing type |
| LMP | Linear Absolute Measuring System, profile housing type |
| EC | E uropean C ommunity |
| EMC | E lectro M agnetic C ompatibility |
| ESD | E lectro S tatic D ischarge |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| VDE | V erein D eutscher E lektrotechniker (Association of German Electrotechnicians) |

Bus-specific

| | |
|-----|---|
| EDS | E lectronic D ata S heet |
| ESM | E therCAT S tate M achine |
| ETG | " E therCAT T echnology G roup", User Association |
| CAN | Controller Area Network. Data Layer Protocol for serial communication, described in ISO 11898. |
| CiA | CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: non-profit organization for the Controller Area Network (CAN). |
| NMT | Network Management. One of the service elements in the application layer in the CAN reference model. Executes initialization, configuration and troubleshooting in bus traffic. |
| PDO | Process Data Object. Object for data exchange between several devices. |
| SDO | Service Data Object. Point to point communication with access to the object data list of a device. |
| XML | E xtensible M arkup L anguage, description file for commissioning the measuring system. |

2 Additional Safety Instructions

2.1 Definition of symbols and notes

⚠ WARNING

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

⚠ CAUTION

means that minor injuries can occur if the required precautions are not met.

NOTICE

means that damage to property can occur if the required precautions are not met.



indicates important information or features and application tips for the product used.

2.2 Additional instructions for proper use

The measuring system is designed for operation in **100Base-TX** Fast Ethernet networks with max. 100 Mbit/s, specified in ISO/IEC 8802-3. Communication via EtherCAT occurs in accordance with IEC 61158 Part 1 to 6 and IEC 61784-2. The device profile corresponds to the "**CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406**".

The technical guidelines for configuration of the Fast Ethernet network must be adhered to in order to ensure safe operation.

Proper use also includes:

- observing all instructions in this User Manual,
 - compliance with the Assembly Instructions, particularly the chapter "**Basic Safety Instructions**" contained therein, must have been read and understood prior to commencement of work
-

2.3 Organizational measures

- This User Manual must always be kept ready-to-hand at the place of use of the measuring system.
- Prior to commencing work, personnel working with the measurement system must
 - have read and understood the Assembly Instructions, particularly the chapter "**Basic Safety Instructions**",
 - and this User Manual, particularly the chapter "**Additional Safety Instructions**".

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

3 EtherCAT Information

EtherCAT (**Ethernet for Control and Automation Technology**) is a **real-time Ethernet technology** and is particularly suitable for communication between control systems and peripheral devices such as e.g. I/O systems, drives, sensors and actuators. EtherCAT was developed in 2003 by Beckhoff Automation GmbH and is available as an open standard. The "EtherCAT Technology Group" (ETG) user association was established for the further development of this technology.

EtherCAT is a publicly accessible specification, which was published by the IEC (IEC/Pas 62407) in 2005 and is part of ISO 15745-4. This part was integrated into the new editions of the international field bus standards IEC 61158 (Protocols and Services), IEC 61784-2 (Communication Profiles) and IEC 61800-7 (Drive Profiles and Communication).

3.1 EtherCAT functional principle

The EtherCAT technology overcomes the generally known limitations of other Ethernet solutions:

The Ethernet packet is no longer received in each slave first of all, then interpreted and the process data copied onward. The slave takes the data intended for it, while the frame passes through the device. Input data are likewise inserted into the frame as it passes through. The frames are only delayed by a few nano-seconds. The last slave in the segment sends the now completely processed frame back to the first slave, which returns the frame to the control as a response frame, so to speak. A logical ring structure thus results for the communication. As Fast-Ethernet works with Full Duplex, a physical ring structure also results.

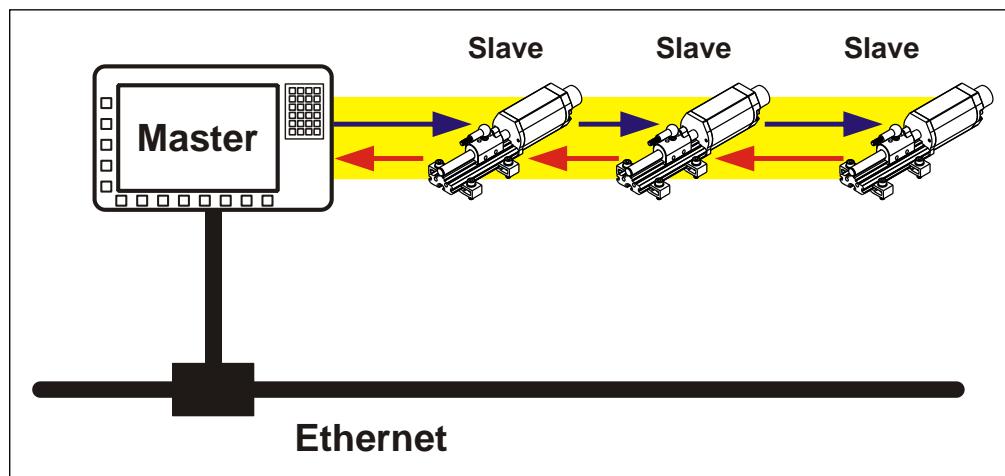


Figure 1: EtherCAT functional principle

3.2 Protocol

The EtherCAT protocol, optimized for process data, is transported directly in the Ethernet frame via a special Ether type. A complete transmission can consist of several sub-frames. The data sequence is independent of the physical sequence of the slaves in the network. The addressing can be freely selected:

Broadcast, Multicast and lateral communication between slaves are possible.

The protocol also supports acyclical parameter communication. The structure and meaning of the parameters is predetermined by the device profile "**CANopen Device Profile for Encoder CiA DS-406**".

UDP/IP datagrams are not supported. This means that the master and the EtherCAT slaves must be located in the same subnet. Communication across routers into other subnets is thus not possible.

EtherCAT exclusively uses standard frames in accordance with IEEE802.3 without shortening. EtherCAT frames can thus be sent by any Ethernet controllers (master), and standard tools (e.g. monitor) can be used.

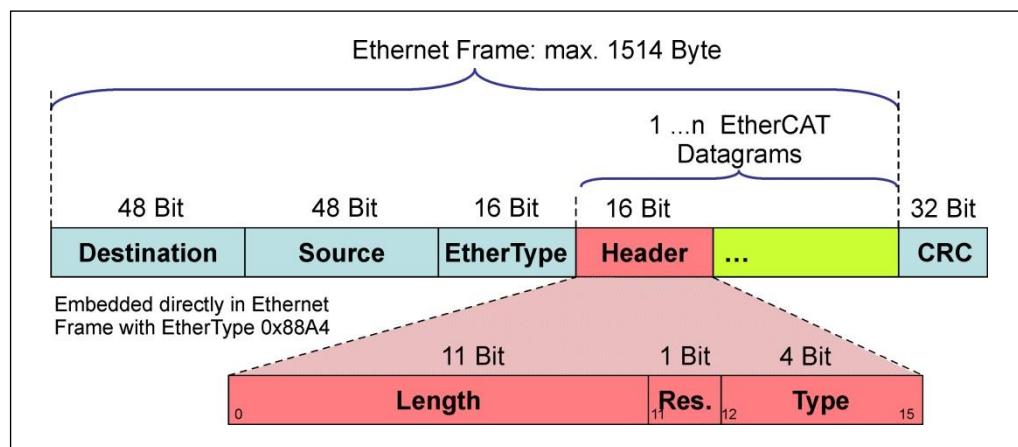


Figure 2: Ethernet frame structure

3.3 Device profile

The device profile describes the application parameters and the functional behavior of the device, including the device class-specific state machine. With EtherCAT you do not develop individual device profiles for device classes. Instead, simple interfaces are provided for existing device profiles:

The measuring system supports the **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) mailbox protocol, and consequently the "**Device Profile for Encoder**", CiA DS-406, known from CANopen.

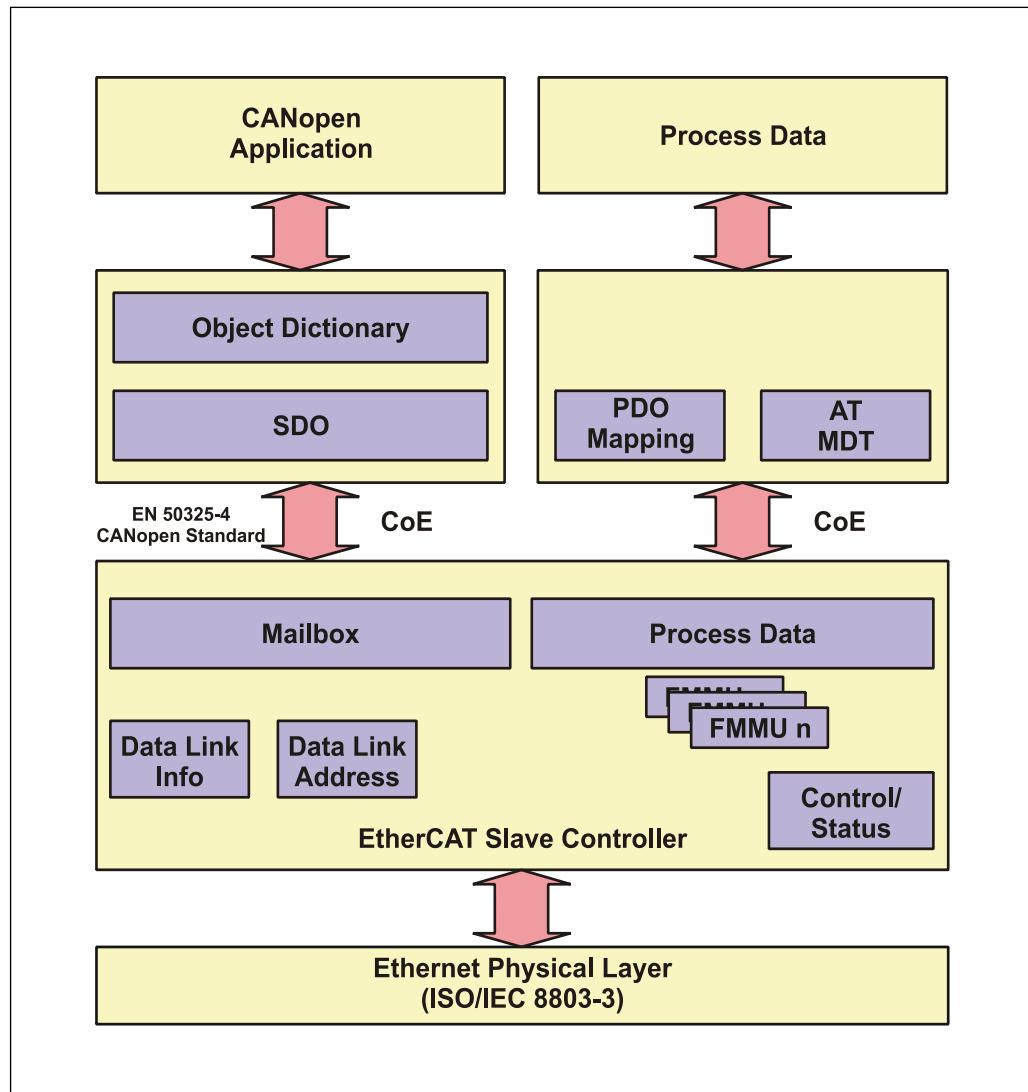


Figure 3: CANopen over EtherCAT communication mechanism

3.3.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

EtherCAT can provide the same communication mechanisms as those known from CANopen:²

- Object dictionary
- PDO, Process Data Objects
- SDO, Service Data Objects
- NMT, Network Management

EtherCAT can thus be implemented on devices that were previously equipped with CANopen, with minimal expense. Extensive parts of the CANopen firmware can be reused. The objects can be optionally extended.

Comparison of CANopen / EtherCAT in the ISO/OSI layer model

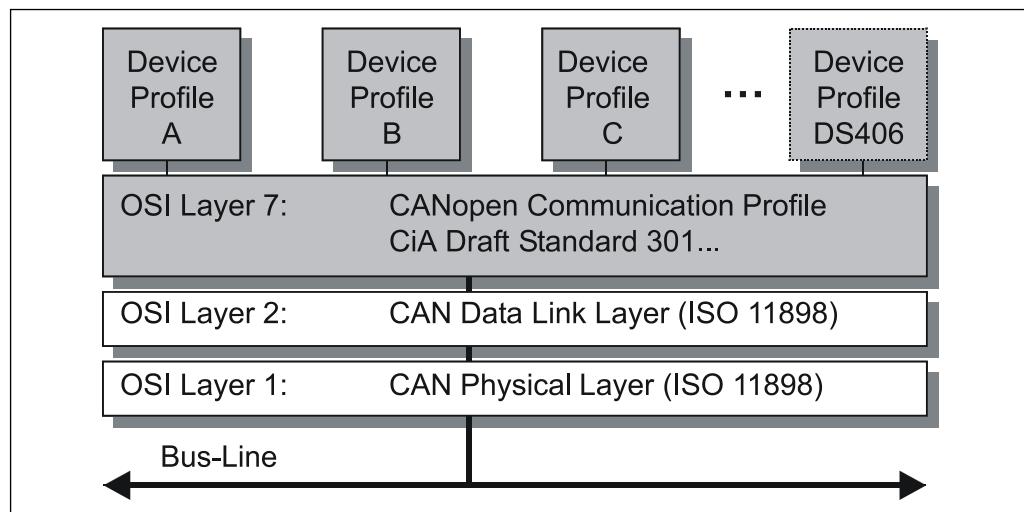


Figure 4: CANopen organized in the ISO/OSI layer model

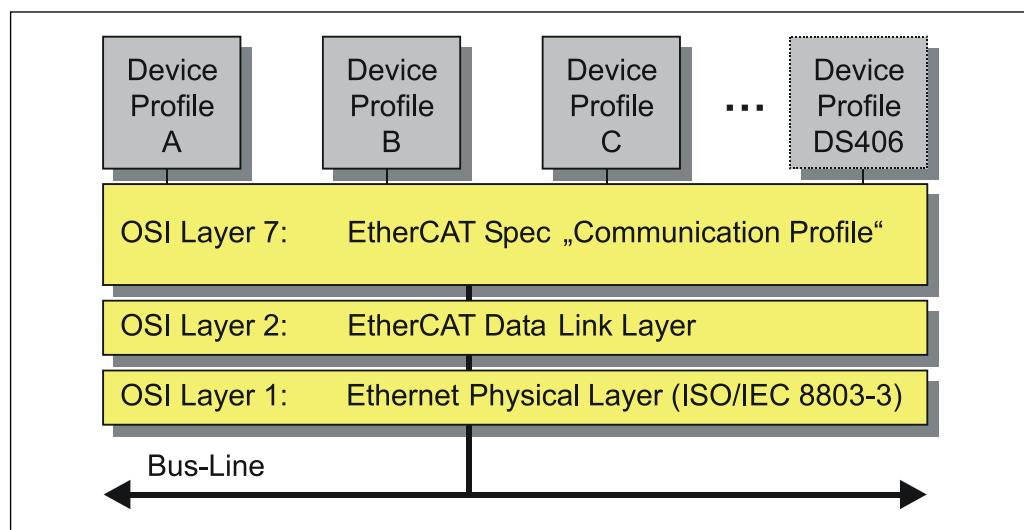


Figure 5: EtherCAT organized in the ISO/OSI layer model

² EN 50325-4: Industrial Communication Systems, based on ISO 11898 (CAN) for Controller Device Interfaces. Part 4: CANopen.

3.4 Object dictionary

The object dictionary structures the data of an EtherCAT device in a clear tabular arrangement. It contains all device parameters and all current process data, which are therefore also accessible via the SDO.

| Index (hex) | Object |
|---------------|--|
| 0x0000-0x0FFF | Data type definitions |
| 0x1000-0x1FFF | CoE communication profile range (CiA DS-301) |
| 0x2000-0x5FFF | Manufacturer-specific profile range |
| 0x6000-0x9FFF | Device profile range (CiA DS-406) |
| 0xA000-0xFFFF | Reserved |

Figure 6: Structure of the object dictionary

3.5 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.

Service Data Object (SDO)

Service Data Objects manage the parameter data exchange, e.g. the acyclical execution of the preset function.

The SDO provides an efficient communication mechanism for parameter data of any size. A service data channel for parameter communication is formed between the configuration master and the connected devices for this purpose. The device parameters can be written to or read from the device object dictionary with a unique frame handshake.

Important features of SDO and PDO

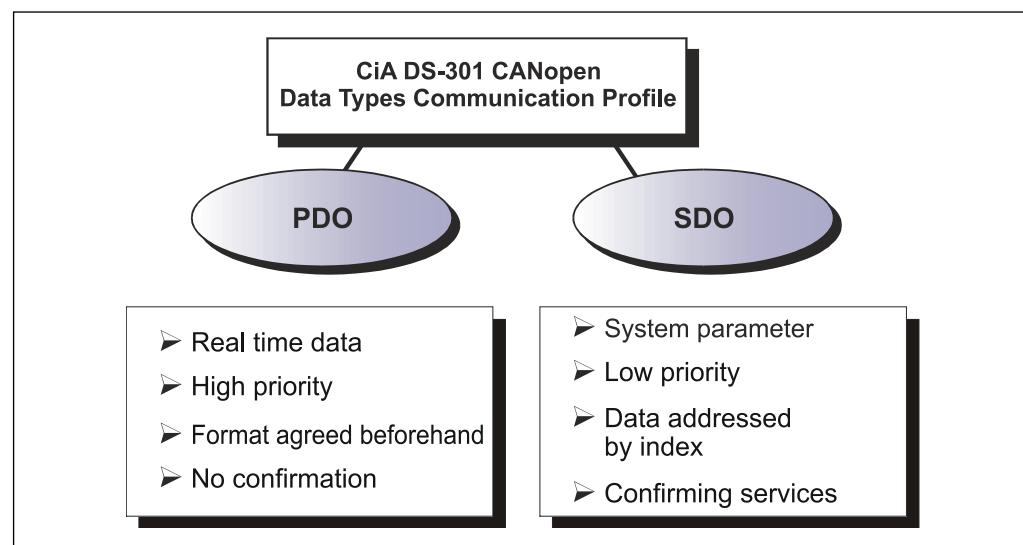


Figure 7: Comparison of PDO/SDO characteristics

3.5.1 Compatibility with the CiA DS-301 communication profile

Supported services

- Initiate SDO Download
- Download SDO Segment
- Initiate SDO Upload
- Upload SDO Segment
- Abort SDO Transfer

Services not supported (not required)

- Initiate SDO Block Download
- Download SDO Block
- End SDO Block Download
- Initiate SDO Block Upload
- Upload SDO Block
- End SDO Block Upload

3.5.2 Extensions to the CiA DS-301 communication profile

Cancellation of the 8 byte standard CANopen SDO frame

- Full mailbox capacity available
- "Initiate SDO Download" Request / "SDO Upload" Response can contain data after the SDO header
- "Download SDO Segment" Request / "Upload SDO Segment" Response can contain more than 7 bytes of data

Download and upload of all sub-indices at once

3.6 Transmission of SDO messages

The entries of the object dictionary can be read or written with the SDO services. The SDO Transport Protocol allows the transmission of objects of any size. The EtherCAT SDO Protocol is equivalent to the CANopen SDO Protocol, in order to guarantee the re-use of existing protocol stacks.

The first byte of the first segment contains the necessary control information. The next three bytes of the first segment contain the index and sub-index of the object dictionary entries to be read or written. The last four bytes of the first segment are available for useful data. The second and following segments contain the control byte and useful data. The recipient confirms each segment or a block of segments, so that Peer-To-Peer communication (client/server) takes place.

In CAN-compatible mode the SDO protocol comprises 8 bytes, in order to correspond to the CAN data size. In extended mode the useful data are simply extended, without changing the protocol header. In this way the increased data volume of the EtherCAT mailbox is adapted to the SDO protocol, accelerating the transmission of large data volumes accordingly.

In addition, a mode has been added which makes it possible to transmit the complete data of an index from the object dictionary in a single process. The data of all sub-indices are subsequently transmitted.

Services with confirmation (Initiate SDO Upload, Initiate SDO Download, Download SDO Segment, and Upload SDO Segment) and services without confirmation (Abort SDO Transfer) are used for the execution of Segmented/Expedited transmission of Service Data Objects.

The so-called **SDO Client** (master) specifies in its "Request" the parameter, the access type (read/write) and the value if applicable. The so-called **SDO Server** (slave or measuring system) executes the write or read access and answers the request with a "Response". In the case of error, an error code (Abort SDO Transfer) provides information on the cause of the error.

Normally the EtherCAT master provides appropriate mechanisms for the SDO transfer. Knowledge of the protocol structure and internal sequences is therefore not required.



However, for troubleshooting it can be important to know the principal sequence of SDO transfers. For this reason, the services *Initiate SDO Download Expedited* and *Initiate SDO Upload Expedited* are dealt with in more detail below. Up to four bytes can be written and up to four bytes read via these services. This is sufficient for most objects.

Write services, Client --> Server

- **Initiate SDO Download Expedited**
The *Expedited SDO Download* service is used for the accelerated transmission of ≤ 4 bytes. The server responds with the result of the download request.
- **Initiate SDO Download Normal**
The *Initiate SDO Download* service is used for an individual transmission of data, if the number of bytes can be accepted by the mailbox, or if a segmented transmission is to be started with more bytes.
- **Download SDO Segment**
The *SDO Download Segment* service is used to transfer the additional data that could not be transferred with the *Initiate SDO Download* service. The master starts as many Download SDO Segment services as are required to transfer all data to the server.

Read services, Server --> Client

- **Initiate SDO Upload Expedited**
The *Expedited SDO Upload* service is used for the accelerated transmission of ≤ 4 bytes. The server responds with the result of the upload request and the required data, in the event of successful execution.
- **Initiate SDO Upload Normal**
The *Initiate SDO Upload* service is used for an individual transmission of data, if the number of bytes can be accepted by the mailbox, or if a segmented transmission is to be started with more bytes. The server responds with the result of the upload request and the required data, in the event of successful execution.
- **Upload SDO Segment**
The *SDO Upload Segment* service is used to transfer the additional data that could not be transferred with the *Initiate SDO Upload* service response. The server starts as many Upload SDO Segment services as are required to transfer all data from the server.

3.6.1 CANopen over EtherCAT protocol

3.6.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request

Write, Client --> Server

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|-------------------|------------|--|
| Mailbox Header | Length | WORD | 0x0A: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request |
| SDO | Size indicator | unsigned:1 | 0x00: Size of data (1..4) not specified 0x01: Size of data specified in data record size |
| | Transmission type | unsigned:1 | 0x01: Expedited transmission |
| | Data record size | unsigned:2 | 0x00: 4 byte of data 0x01: 3 byte of data 0x02: 2 byte of data 0x03: 1 byte of data |
| | Total access | unsigned:1 | 0x00 |
| | Command | unsigned:3 | 0x01: Initiate Download Request |
| | Index | WORD | Object index |
| | Sub-index | BYTE | Object sub-index |
| | Data | BYTE[4] | Object data |

Table 1: CANopen Initiate SDO Download Expedited Request

The following SDO write frames can be derived from the above protocol:

| CCD | Meaning | Valid for |
|------|--------------|-------------|
| 0x23 | Write 4 byte | SDO Request |
| 0x27 | Write 3 byte | SDO Request |
| 0x2B | Write 2 byte | SDO Request |
| 0x2F | Write 1 byte | SDO Request |

3.6.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response

Response, Server --> Client

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|--------------------|-------------------|--|
| Mailbox Header | Length | WORD | 0x06: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x03: SDO Response |
| SDO | Command code (CCD) | Size indicator | unsigned:1 |
| | | Transmission type | unsigned:1 |
| | | Data record size | unsigned:2 |
| | | Total access | unsigned:1 |
| | | Command | unsigned:3 |
| | | Index | WORD |
| | | Sub-Index | BYTE |

Table 2: Initiate SDO Download Expedited

The server answers with the following response:

| CCD | Meaning | Valid for |
|------|---------------------------|--------------|
| 0x60 | Write successful | SDO Response |
| 0x80 | Error, Abort SDO Transfer | SDO Response |

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80), the data range contains a 4-byte-error code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 125.

3.6.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request

Read, Server --> Client

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|--------------------|-------------------|--|
| Mailbox Header | Length | WORD | 0x06: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request |
| SDO | Command code (CCD) | Size indicator | unsigned:1 |
| | | Transmission type | unsigned:1 |
| | | Data record size | unsigned:2 |
| | | Total access | unsigned:1 |
| | | Command | unsigned:3 |
| | | Index | WORD |
| | | Sub-Index | BYTE |

Table 3: Initiate SDO Upload Expedited Request

The following SDO read frame can be derived from the above protocol:

| CCD | Meaning | Valid for |
|------|--------------|-------------|
| 0x40 | Read request | SDO Request |

3.6.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response

Response, Server --> Client

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|-------------------|------------|--|
| Mailbox Header | Length | WORD | 0x0A: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x03: SDO Response |
| SDO | Size indicator | unsigned:1 | 0x00: Size of data (1..4) not specified 0x01: Size of data specified in data record size |
| | Transmission type | unsigned:1 | 0x01: Expedited transmission |
| | Data record size | unsigned:2 | 0x00: 4 byte of data 0x01: 3 byte of data 0x02: 2 byte of data 0x03: 1 byte of data |
| | Total access | unsigned:1 | 0x00 |
| | Command | unsigned:3 | 0x02: Initiate Upload Response |
| | Index | WORD | Object index |
| | Sub-Index | BYTE | Object sub-index |
| | Data | BYTE[4] | Object data |

Table 4: Initiate SDO Upload Expedited Response

The server answers with the following possible responses:

| CCD | Meaning | Valid for |
|------|---------------------------|--------------|
| 0x43 | 4 byte of data read | SDO Response |
| 0x47 | 3 byte of data read | SDO Response |
| 0x4B | 2 byte of data read | SDO Response |
| 0x4F | 1 byte of data read | SDO Response |
| 0x80 | Error, Abort SDO Transfer | SDO Response |

In the case of an error (SDO response CCD = 0x80), the data range contains a 4-byte-error code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 125.

3.7 PDO mapping

PDO mapping refers to the mapping of application objects (real-time data, e.g. object 6020h "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 in index 0x1600 ff. for the RxPDOs and 0x1A00ff for the TxPDOs.

3.8 EtherCAT State Machine (ESM)

The Application Management contains the EtherCAT State Machine, which describes the states and state changes of the slave application. Apart from a few details, the ESM corresponds to the CANopen Network Management (NMT). In order to enable reliable starting behavior the "Safe Operational" state has been introduced in EtherCAT. In this state valid entries are transmitted, while the outputs remain in safe status.

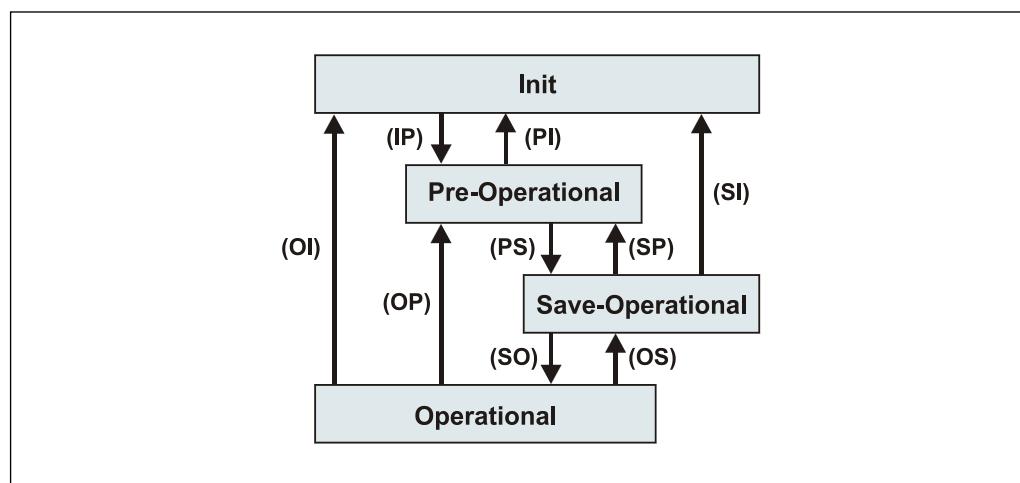


Figure 8: EtherCAT State Machine

| Status | Description |
|--------|---|
| IP | Start Mailbox Communication |
| PI | Stop Mailbox Communication |
| PS | Start Input Update |
| SP | Stop Input Update |
| SO | Start Output Update |
| OS | Stop Output Update |
| OP | Stop Output Update, Stop Input Update |
| SI | Stop Input Update, Stop Mailbox Communication |
| OI | Stop Output Update, Stop Input Update, Stop Mailbox Communication |

3.9 Further information

Further information on EtherCAT can be obtained on request from the ***EtherCAT Technology Group*** (ETG) at the following address:

ETG Headquarter
Ostendstraße 196
90482 Nuremberg
Germany
Phone: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5620
Fax: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5629
Email: info@ethercat.org
Internet: www.ethercat.org

4 Installation / Preparation for Commissioning

EtherCAT supports linear, tree or star structures. The bus or linear structure used in the field buses is thus also available for Ethernet. This is particularly practical for system wiring, as a combination of line and stubs is possible.

For transmission according to the 100Base-TX Fast Ethernet standard, patch cables in category STP CAT5 must be used (2 x 2 shielded twisted pair copper wire cables). The cables are designed for bit rates of up to 100 Mbit/s. The transmission speed is automatically detected by the measuring system and does not have to be set by means of a switch.

Addressing by switch is also not necessary; this is done automatically using the addressing options of the EtherCAT master.

The cable length between two subscribers may be max. 100 m; a total of 65535 subscribers are possible in the EtherCAT network.

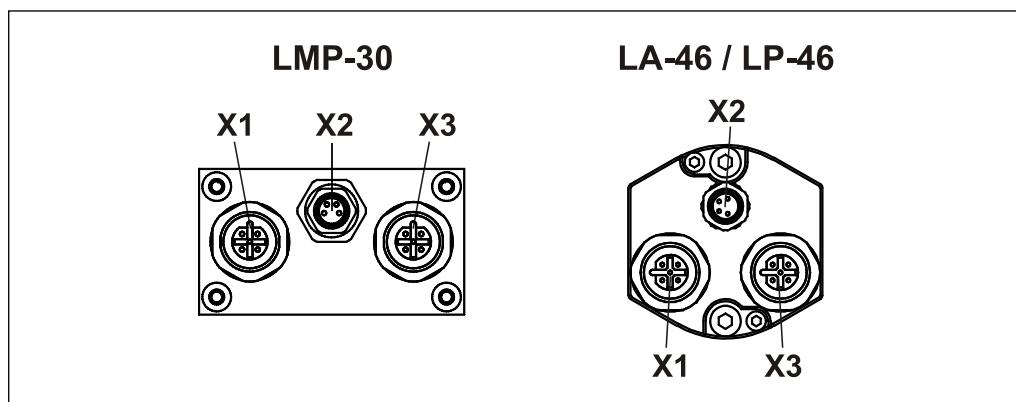
In order to ensure safe, fault-free operation,

- ISO/IEC 11801, EN 50173 (European standard)
- ISO/IEC 8802-3
- and other pertinent standards and directives must be complied with!



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

4.1 Connection



| X1 PORT-IN / X3 PORT-OUT | Flange socket M12x1-4 pin D-coded |
|--|--|
| Pin 1 TxD+, transmitted data + Pin 2 RxD+, received data + Pin 3 TxD–, transmitted data – Pin 4 RxD–, received data – | A circular pinout diagram for a flange socket M12x1-4 pin D-coded. The pins are numbered 1 through 4 around the perimeter: Pin 1 is at the top, Pin 2 is at the bottom, Pin 3 is at the bottom-left, and Pin 4 is at the top-left. |
| X2 Supply | Flange connector M8x1-4 pin |
| Pin 1 19 – 27 V DC Pin 2 ¹⁾ TRWinProg+ Pin 3 GND, 0 V Pin 4 ¹⁾ TRWinProg– | A circular pinout diagram for a flange connector M8x1-4 pin. The pins are numbered 1 through 4 around the perimeter: Pin 1 is at the top, Pin 2 is at the bottom, Pin 3 is at the bottom-left, and Pin 4 is at the top-left. |



Shielded twisted pair cables must be used for the supply!

Order data for Ethernet flange socket M12x1-4 pin D-coded

| Manufacturer | Designation | Order no.: |
|-----------------|---------------------------------|----------------|
| Binder | Series 825 | 99-3729-810-04 |
| Phoenix Contact | SACC-M12MSD-4CON-PG 7-SH (PG 7) | 15 21 25 8 |
| Phoenix Contact | SACC-M12MSD-4CON-PG 9-SH (PG 9) | 15 21 26 1 |
| Harting | HARAX® M12-L | 21 03 281 1405 |

¹⁾ for service purposes, e.g. software update

4.2 Switching on the supply voltage

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

The measuring system is initialized first of all and is then in **INIT** status. In this status, no direct communication is possible between master and measuring system via the application layer. The measuring system can be gradually transferred to **OPERATIONAL** status according to the state machine via the EtherCAT master:

PRE-OPERATIONAL

The "Start Mailbox Communication" command puts the measuring system into **PRE-OPERATIONAL** status. In this status only the mailbox is active first of all, and master and measuring system exchange application-specific initializations and parameters. In **PRE-OPERATIONAL** status only a parameterization via Service Data Objects is initially possible. However, it is possible to configure PDOs using SDOs.

SAFE-OPERATIONAL

The "Start Input Update" command puts the measuring system into **SAFE-OPERATIONAL** status. In this status the measuring system provides valid current input data, without changing the output data. The outputs are in safe status.

OPERATIONAL

The "Start Output Update" command puts the measuring system into **OPERATIONAL** status. In this status the measuring system provides valid input data and the master provides valid current output data. When the measuring system has detected the data received via the process data service, the status transition is confirmed by the measuring system. If activation of the output data was not possible, the measuring system remains in **SAFE-OPERATIONAL** status and outputs an error message.



As a result of access to the **CANopen-over-EtherCAT** (CoE) mailbox, the measuring system does not output any plausible values for the first bus cycles after successful execution of the service. This applies for the **SAFE-OPERATIONAL** and **OPERATIONAL** states. Mailbox access is generally triggered by SDO requests.

5 Commissioning

5.1 Device description file

The XML file contains all information on the measuring system-specific parameters and the operating modes of the measuring system. The XML file is integrated by the EtherCAT network configuration tool, in order to enable correct configuration and commissioning of the measuring system.

The XML file is called "***TR-Ethercat_Linear 30M_xxx.xml***".

Download:

- www.tr-electronic.de/f/TR-ELA-ID-MUL-0022

5.2 Bus status display

The EtherCAT measuring system is equipped with three diagnostic LEDs.

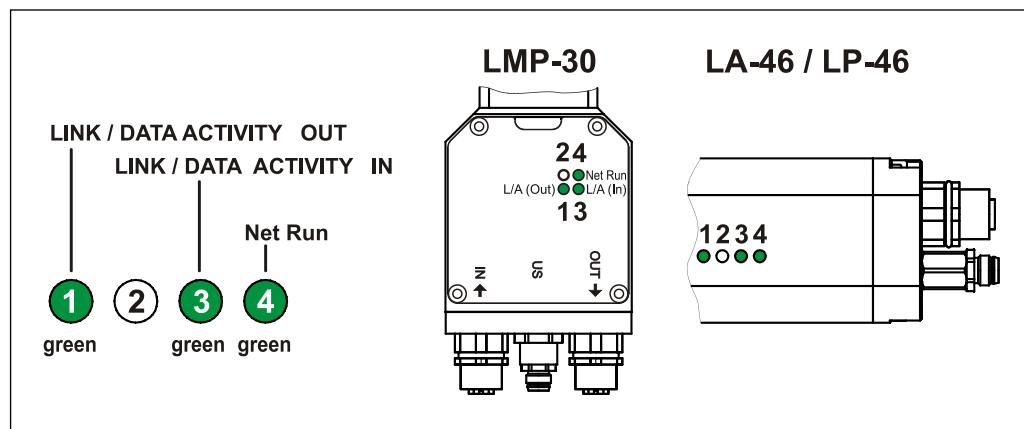


Figure 9: EtherCAT diagnostic LEDs

5.2.1 Indicator states and flash rates

| LED | Description |
|--------------|---|
| ON | constantly ON |
| OFF | constantly OFF |
| Flickering | Equal ON and OFF times with a frequency of 10 Hz: ON = 50 ms, OFF = 50 ms. |
| Blinking | Equal ON and OFF times with a frequency of 2.5 Hz: ON = 200 ms, OFF = 200 ms. |
| Single flash | One short flash, 200 ms ON, followed by a long OFF phase, 1000 ms. |
| Double flash | A sequence of two short flashes, 200 ms ON/OFF, followed by a long OFF phase, 1000 ms. |
| Triple flash | A sequence of three short flashes, 200 ms ON/OFF, followed by a long OFF phase, 1000 ms. |

Table 5: LED indicator states

5.2.2 Link / Data Activity LED, IN/OUT

| L/A IN | Description |
|----------------------------|---------------------------------|
| ON = Link | Ethernet connection established |
| Flickering = Data Activity | Data transfer RxD |

| L/A OUT | Description |
|----------------------------|---------------------------------|
| ON = Link | Ethernet connection established |
| Flickering = Data Activity | Data transfer TxD |

For appropriate measures in case of error see chapter "Optical displays" page 123.

5.2.3 Net Run LED

| Net Run | EtherCAT State Machine |
|--------------|--|
| OFF | The device is in state <i>INIT</i> |
| Blinking | The device is in state <i>PRE-OPERATIONAL</i> |
| Single Flash | The device is in state <i>SAFE-OPERATIONAL</i> |
| ON | The device is in state <i>OPERATIONAL</i> |

6 Operating Modes

The following operating mode is supported by the measuring system:

- Synchronous

In “Synchronous” operating mode, the process data is output synchronously to the EtherCAT bus cycle time.



Irrespective of the measuring system operating modes supported, many EtherCAT masters provide the “Free Run” operating mode. In this operating mode, the measuring system does not output any plausible speed values.

7 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301)

The following table shows an overview of the supported indexes in the communication profile range:

M = Mandatory / O = Optional / C = Conditional

| Index (h) | Object | Name | Type | Attr. | M/O/C | Page |
|-----------|--------|---|--|-------|-------|------|
| 1000 | VAR | Device type | Unsigned32 | ro | M | 96 |
| 1008 | VAR | Manufacturer device name | String | const | O | 96 |
| 1009 | VAR | Manufacturer hardware version | String | const | O | 97 |
| 100A | VAR | Manufacturer software version | String | const | O | 97 |
| 1018 | RECORD | Identity object | Identity (23h) | ro | M | 98 |
| 1A00 | RECORD | 1 st Transmission PDO - Status - Position 1 to 30 | PDO Mapping, 21h | ro | C | 100 |
| 1A01 | RECORD | 2 nd Transmission PDO - Status - Position 1 to 30 - Speed 1 to 30 | PDO Mapping | ro | C | 102 |
| 1C00 | ARRAY | Sync Manager Communication type | Unsigned8 | ro | M | 105 |
| 1C12 | - | Sync Manager RxPDO allocation | not supported, because no RxPDOs are available | | | |
| 1C13 | ARRAY | Sync Manager TxPDO allocation | Unsigned16 | rw | M | 107 |
| 1C32 | - | Sync Manager 3 Parameter (Output) | not supported, because no outputs are available | | | |
| 1C33 | ARRAY | Sync Manager 3 Parameter (Input) | Unsigned16 | ro | O | 108 |

Table 6: Communication-specific standard objects

7.1 Object 1000h: Device type

Contains information on the device type. The object with index 1000h describes the device type and its functionality. It comprises a 16 bit field, which describes the device profile used (device profile no. 406 = 196h) and a second 16 bit field, which provides information on the device type.

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x1000 |
| Name | Device Type |
| Object code | VAR |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |

| 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 |
| 0A | Absolute linear measuring system, Multi-Sensor |

7.2 Object 1008h: Manufacturer device name

Contains the manufacturer device name, transmission by “Upload SDO Segment Request Protocol”.

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| Index | 0x1008 |
| Name | Device Name |
| Object code | VAR |
| Data type | VISIBLE_STRING |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | “, depending on the device type |

7.3 Object 1009h: Manufacturer hardware version

Contains the manufacturer hardware version,
transmission by “Upload SDO Segment Request Protocol”.

| | |
|--------------------|------------------|
| Index | 0x1009 |
| Name | Hardware Version |
| Object code | VAR |
| Data type | VISIBLE_STRING |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | „915201x“ |

7.4 Object 100Ah: Manufacturer software version

Contains the manufacturer software version.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x100A |
| Name | Software Version |
| Object code | VAR |
| Data type | VISIBLE_STRING |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | “Vxxx”, depending on the current version |

7.5 Object 1018h: Identity object

The identity object contains the following parameters:

- EtherCAT Vendor ID
Contains the device vendor ID allocated by the ETG
- Product Code
Contains the product code of the device
- Revision Number
Contains the revision number of the device, which defines the functionality and the individual versions.
- Serial Number
Contains the serial number of the device

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x1018 |
| Name | Identity |
| Object code | RECORD |
| Data type | IDENTITY |
| Category | Mandatory |

| | |
|--------------------|-------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of entries |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 4 |

| | |
|--------------------|------------|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Vendor ID |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 1289 |

| | |
|--------------------|--------------|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Product Code |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 80915201x |

| | |
|--------------------|-----------------|
| Sub-Index | 3 |
| Description | Revision Number |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 100001 |

| | |
|--------------------|---------------|
| Sub-Index | 4 |
| Description | Serial Number |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 0 |

7.6 Object 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

The following process data can be transmitted with the first Transmit Process Data Object 0x1A00:

- Status, Object 3000, 1x 16 Bit
- Position 1 to 30, Object 6020, 30x 32 Bit

The assignment of whether object 0x1A00 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 107.

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Index | 0x1A00 |
| Name | TxPDO 1 Position mapping |
| Object code | RECORD |
| Data type | PDO_MAPPING |
| Category | Mandatory for each supported TxPDO |

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of mapped objects in the PDO |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 31 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Status |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 16 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 0 bit 16-31: Index of the mapped object = 3000 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Position Value, Magnet 1 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 1 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6020 |

•
•
•

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 31 |
| Description | Position Value, Magnet 30 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 30 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6020 |

7.7 Object 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

The following process data can be transmitted with the second Transmit Process Data Object 0x1A01:

- Status, Object 3000, 1x 16 Bit
- Position 1 to 30, Object 6020, 30x 32 Bit
- Speed 1 to 30, Object 6030, 30x 16 Bit

The assignment of whether object 0x1A01 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 107.

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Index | 0x1A01 |
| Name | TxDPO 2 Speed mapping |
| Object code | RECORD |
| Data type | PDO_MAPPING |
| Category | Mandatory for each supported TxPDO |

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of mapped objects in the PDO |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 61 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Status |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of the mapped object in bits = 16 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 0 bit 16-31: Index of the mapped object = 3000 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Position Value, Magnet 1 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 1 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6020 |

•
•
•

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 31 |
| Description | Position Value, Magnet 30 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 32 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 30 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6020 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 32 |
| Description | Speed Value, Magnet 1 |
| Data type | INTEGER16 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 16 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 1 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6030 |

•
•
•

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 61 |
| Description | Speed Value, Magnet 30 |
| Data type | INTEGER16 |
| Category | Conditional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 0-7: Length of mapped object in bits = 16 Bit 8-15: Sub-index of the mapped object = 30 Bit 16-31: Index of the mapped object = 6030 |

7.8 Object 1C00h: Sync Manager Communication Type

This object is used to define the number of communication channels used and the type of communication.

The following are supported:

- Mailbox sending and receive
- Process data input for the transmission of position values (Slave --> Master)

The inputs can only be read; the configuration of the communication channels occurs automatically when the EtherCAT master boots.

| | |
|--------------------|---------------------------------|
| Index | 0x1C00 |
| Name | Sync Manager Communication Type |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of Sync Manager channels used |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 4 |

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Communication Type Sync Manager 0 |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 1: Receive mailbox (Master --> Slave) |

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Communication Type Sync Manager 1 |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 2: Send mailbox (Slave --> Master) |

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Sub-Index | 3 |
| Description | Communication Type Sync Manager 2 |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 3: not used |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 4 |
| Description | Communication Type Sync Manager 3 |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 4: Process data input (Slave --> Master) |

7.9 Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)

The number and the respective object index of the assigned TxPDOs are defined by object 1C13h. One of the following Transmit Process Data Objects can be assigned as process data input:

0x1A00, 1st Transmit Process Data Object
0x1A01, 2nd Transmit Process Data Object

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Index | 0x1C13 |
| Name | Sync Manager TxPDO Assign |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of assigned TxPDOs |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 1 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | PDO Mapping Object Index of the assigned TxPDOs |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Conditional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0x1A00: TxPDO 1 or 0x1A01: TxPDO |
| Default | 0x1A00: TxPDO 1 |

7.10 Object 1C33h: Sync Manager 3, Parameter

The object 1C33h “Input Sync Manager Parameter” describes the adjustments for the Input Sync Manager and can only be read.

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Index | 0x1c33 |
| Name | Sync Manager 3 Parameter |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Optional |

| | |
|--------------------|-------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of entries |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 11 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Synchronization Type |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 1: Synchronous – synchronized with Sync Manager 3 event |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Cycle Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Min. time between two SM2/3 events in ns. |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 3 |
| Description | Shift Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Time between SM3 event and the hardware input latch in ns |

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Sub-Index | 4 |
| Description | Synchronization types supported |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 0x12: Bit 1: Synchronous supported |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 5 |
| Description | Minimum Cycle Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Min. cycle time which is support by the Slave in ns (Max. period of the local cycle). |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 6 |
| Description | Calc and Copy Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Time in ns needed by the application controller to perform calculations on the input values if necessary and to copy the process data from the local memory to the Sync Manager before the data is available for EtherCAT. |

| | |
|--------------------|------------|
| Sub-Index | 7 |
| Description | Reserved |
| Data type | UNSIGNED32 |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 8 |
| Description | Get Cycle Time |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0: Measurement of local cycle time stopped 1: Measurement of local cycle time started |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 9 |
| Description | Delay Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Hardware delay time of the slave in ns. |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 10 |
| Description | Application Controller Cycle Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Only important for synchronization type = 2 and subordinated local cycles. |

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 11 |
| Description | Sync 0 Cycle Time |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Only important for synchronization type = 2 and subordinated local cycles. |

8 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406)

M = Mandatory
O = Optional

| Index (h) | Object | Name | Data length | Attr. | M/O | Page |
|------------------|--------|--------------------------------|-------------|-------|-----|------|
| Parameter | | | | | | |
| 2000 | VAR | Accept parameters | Unsigned8 | rw | O | 112 |
| 2001 | VAR | Auto-Store | Unsigned8 | rw | O | 112 |
| 2002 | VAR | Observer | Unsigned8 | rw | O | 112 |
| 2003 | VAR | Position filter | Unsigned8 | rw | O | 113 |
| 2004 | VAR | Number of enabled Sensors | Unsigned8 | rw | O | 113 |
| 2005 | VAR | Positionvalue at lost magnet | Unsigned8 | rw | O | 114 |
| 2006 | VAR | Set Default Values | Unsigned8 | rw | O | 114 |
| 3000 | VAR | Status | Unsigned16 | ro | O | 115 |
| 3001 | VAR | Temperature | Integer8 | ro | O | 115 |
| 3002 | VAR | Article Number | Unsigned32 | ro | O | 116 |
| 6000 | VAR | Operating parameter | Unsigned16 | rw | M | 117 |
| 6002 | VAR | Total measuring range in steps | Unsigned32 | ro | M | 117 |
| 6005 | REC | Linear encoder measuring step | Unsigned32 | rw | M | 118 |
| 6010 | VAR | Preset values | Unsigned32 | rw | M | 119 |
| 6020 | VAR | Position values | Unsigned32 | ro | M | 121 |
| 6030 | VAR | Speed values | Integer16 | ro | O | 122 |

Table 7: Encoder profile range

8.1 Object 2000h: Accept parameters

With write access to this object, the measuring system accepts the parameters in the non-volatile memory (EEPROM).

| | |
|--------------------|-------------------|
| Index | 0x2000 |
| Description | Accept Parameters |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Not relevant |

8.2 Object 2001h: Auto-Store

This object supports the automatic storing of all objects with writing parameters. In this case changed parameters do not have to be stored permanently by means of object 2000h "Accept Parameters".

| | |
|--------------------|---|
| Index | 0x2001 |
| Description | Autostore |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0: Writing parameters are stored in the volatile memory > 0: Writing parameters are stored permanently |
| Default | 1 |

8.3 Object 2002h: Observer

The observer is a parameter which characterizes the mathematical processing of the measured values. In the case of a high measuring dynamics the measured value has no mathematical post-processing, which results in greater measured value noise, while in the case of a lower measuring dynamics the measured value noise is considerably reduced, but this also results in delays in the measured value calculation.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x2002 |
| Description | Observer |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0 – 7 1 = Dynamics high, 4 = Dynamics average, 7 = Dynamics low |
| Default | 3 |

8.4 Object 2003h: Position Filter

With the Position filter the output position value can be averaged and results in a small output jitter.

| | |
|--------------------|---|
| Index | 0x2003 |
| Description | Position Filter |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 1 = no averaging, 2 = averaging of 2 values, 4 = averaging of 4 values 8 = averaging of 8 values |
| Default | 1 |

8.5 Object 2004h: Number of enabled Sensors

With this object the number of magnets is defined, with which the measuring system is to be operated. About the setting possibilities it can be selected, whether the monitoring is switched on or off:

- Monitoring switched off
If the number of defined magnets does not agree with the number of detected magnets, in the status object 3000h no error message is output.
- Monitoring switched on
If the number of defined magnets does not agree with the number of detected magnets, in the status object 3000h an error message is output.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x2004 |
| Description | Number of enabled Sensors |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0: no monitoring 1-31: Number of magnets, monitoring ON |
| Default | 0 |

8.6 Object 2005h: Position value at lost magnet

This object defines the position value which is output if the absence of a magnet is detected.

| | |
|--------------------|--|
| Index | 0x2005 |
| Description | Position value at lost magnet |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | 0: absence of magnets -> position = "0" 1: absence of magnets -> last valid value 2: failure -> all positions = "0" 3: failure -> all positions = last valid values |
| Default | 0 |

8.7 Object 2006h: Set Default Values

With this object all writing parameters are reset to their default settings.

| | |
|--------------------|---|
| Index | 0x2006 |
| Description | Set Default Values |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | > 1: Set writing parameters to default values |
| Default | 0 |

8.8 Object 3000h: Status

The status shows whether the magnets are located within the permissible measuring range. If the error "Number of magnets incorrect" is reported, either no magnets are installed, at least one magnet is located in the damping zone or the configurated number of magnets do not agree with the operated number of magnets. No analyzable measuring signal can be output by the measuring system within the damping zone.

The status for bit 0 and bit 1 is output only if under Object 2004h: Number of enabled Sensors, the setting "with monitoring" is present.

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x3000 |
| Description | Status |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Default | 0 |

- Bit 0, number of magnets incorrect
Is set if the number of magnets < detected magnets
- Bit 1, internal error occurred
Is set if no error-free position output can be guaranteed
- Bits 2 to 7, reserved
- Bits 8 to 15, corresponds the number of detected magnets / positions

8.9 Object 3001h: Temperature

With this object the current device temperature is output.

| | |
|--------------------|------------------------|
| Index | 0x3001 |
| Description | Temperature |
| Data type | INTEGER8 |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | Value in °C, HEX-coded |

8.10 Object 3002h: Article Number

With this object the device order number is output.

| | |
|--------------------|----------------|
| Index | 0x3002 |
| Description | Article Number |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | - |

8.11 Object 6000h: Operating Parameters

The object with index 6000h only supports the function for the counting direction. The counting direction defines whether rising or falling position values are output when the magnet moves towards the end of the rod.

| | |
|--------------------|---|
| Index | 0x6000 |
| Description | Operating Parameters |
| Data type | UNSIGNED16 |
| Category | Mandatory |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Bit 2^2 and $2^3 = 0$: Position rising at rod end Bit 2^2 and $2^3 = 1$: Position falling at rod end |

8.12 Object 6002h: Total measuring range in steps

The measuring range stored in the measuring system and the resolution stored in Object 6005 Sub-Index 1 "Position step" are used to define the **Total number of steps** across the entire measuring range. The object can only be read.

| | |
|--------------------|-----------------------|
| Index | 0x6002 |
| Description | Total Measuring Range |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |

| Total measuring range in steps | | | |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Byte 0 | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 |
| 2^7 to 2^0 | 2^{15} to 2^8 | 2^{23} to 2^{16} | 2^{31} to 2^{24} |

Standard value:

The measuring length specified on the type plate multiplied with 20, according to the stored resolution in Object 6005, Sub-index 1 "Position step".

$$\text{Measuring length in steps} = \frac{\text{Measuring length [mm]}}{\text{resolution [mm]}}$$

8.13 Object 6005h: Linear encoder, measuring step

The object defines the measuring step settings for the

- Position value (Object 6020)
- Speed value (Object 6030)

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| Index | 0x6005 |
| Name | Linear Encoder Measuring Step |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |

| | |
|--------------------|-------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of entries |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 2 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Position step (resolution) |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Value in 0.001 µm smallest resolution = 50 µm: Input value = 50 000 Resolution = 1 mm: Input value = 1000 000 |
| Default | 50 000 = 50 µm |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 2 |
| Description | Speed step |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Optional |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Value in 0.01 mm/s Output in 1 mm/s: Input value = 100 Output in 1 m/s: Input value = 100 000 = Maximum value |
| Default | 100 = 1 mm/s |

8.14 Object 6010h: Preset values

⚠ WARNING
NOTICE

Danger of physical injury and damage to property due to an actual value jump during execution of the preset adjustment function!

- The preset adjustment function should only be executed when the measuring system is stationary, or the resulting actual value jump must be permitted by both the program and the application!

The preset function is used to set the measuring system value of the supported channels to any position value within the range of 0 to measuring length in steps. The output position value is set to the "Preset value" parameter if writing to this object.

If the value 0xFFFF FFFF (-1) is written, the calculated zero point correction is deleted (difference between desired preset value and physical measuring system position). After deletion of the zero point correction, the measuring system outputs its "real" physical position.

| | |
|--------------------|---------------|
| Index | 0x6010 |
| Description | Preset Values |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |

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

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of available channels |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 30 |

| | |
|--------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Preset Value Channel 1 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Magnet 1: Value within the range of 0 to measuring length in steps. At a successful execution "1" is reported back. |

-
-
-

| | |
|--------------------|--|
| Sub-Index | 30 |
| Description | Preset Value Channel 30 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | rw |
| PDO mapping | No |
| Value | Magnet 30: Value within the range of 0 to measuring length in steps. At a successful execution "1" is reported back. |

8.15 Object 6020h: Position values

The object defines the output position value for communication objects 1A0x (Transmit PDOs).

| | |
|--------------------|-----------------|
| Index | 0x6020 |
| Description | Position Values |
| Object code | ARRAY |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |

| Position Value | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Byte 0 | Byte 1 | Byte 2 | Byte 3 |
| 2 ⁷ to 2 ⁰ | 2 ¹⁵ to 2 ⁸ | 2 ²³ to 2 ¹⁶ | 2 ³¹ to 2 ²⁴ |

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of available channels |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 30 |

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Position Value Channel 1 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | Yes |
| Value | Magnet 1: current position |

•
•
•

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Sub-Index | 30 |
| Description | Position Value Channel 30 |
| Data type | UNSIGNED32 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | Yes |
| Value | Magnet 30: current position |

8.16 Object 6030h: Speed values

The object defines the output speed value. The measuring step for the speed is defined in "Object 6005h: Linear encoder, measuring step", Sub-index 2 on page 118.

| | |
|--------------------|--------------|
| Index | 0x6030 |
| Description | Speed Values |
| Object code | ARRAY |
| Data type | INTEGER16 |
| Category | Optional |

| Speed Value | |
|----------------|-------------------|
| Byte 0 | Byte 1 |
| 2^7 to 2^0 | 2^{15} to 2^8 |

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Sub-Index | 0 |
| Description | Number of available channels |
| Data type | UNSIGNED8 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | No |
| Value | 30 |

| | |
|------------------------|---|
| Sub-Index | 1 |
| Description | Speed Value Channel 1 |
| Data type | INTEGER16 |
| Category | Mandatory |
| Access | ro |
| PDO mapping | Yes |
| Range of values | Magnet 1: -32768...32767, 2-complement representation |

-
-
-

| | |
|------------------------|--|
| Sub-Index | 30 |
| Description | Speed Value Channel 30 |
| Data type | INTEGER16 |
| Category | Optional |
| Access | ro |
| PDO mapping | Yes |
| Range of values | Magnet 30: -32768...32767, 2-complement representation |

9 Error Causes and Remedies

9.1 Optical displays

Assignment, see chapter “Bus status display” on page 92.

| Link LED | Cause | Remedie |
|----------|---|---|
| Off | Voltage supply absent or too low | - Check voltage supply, wiring - Is the voltage supply in the permissible range? |
| | Connector plug not correctly wired or screwed on | Check wiring and connector plug for correct fitting |
| | No bus connection | Check bus cable |
| | Hardware error, measuring system defective | Replace measuring system |
| Flashing | Measuring system ready for operation, connection to master established, data transfer active. | - |
| On | Measuring system ready for operation, connection to master established, no data transfer. | - |

9.2 Device status - messages, Object 3000h

Assignment, see chapter “Object 3000h: Status” on page 115.

| active Bit | Cause | Remedie |
|------------|-----------------------------|--|
| 0 | Number of magnets incorrect | - Configurated number of magnets must agree with the operated number of magnets. Check settings of Object 2004h: Number of enabled Sensors, see page 113. - Are all the magnets located within the permissible measuring range? Check the position outputs. See also Object 2005h: Position value at lost magnet, page 114. |
| 1 | Internal error occurred | - Shut-off measuring system voltage then switch on again. If the error recurs despite this measure, the measuring system must be replaced. |

9.3 Abort SDO Transfer Request Protocol

In the case of an error (SDO Response CCD = 0x80), *Abort SDO Transfer Request Protocol* is transmitted instead of the response.

Abort SDO Transfer Request, Server --> Client

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|-------------------|------------|--|
| Mailbox Header | Length | WORD | 0x0A: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x02: SDO Request |
| SDO | Size indicator | unsigned:1 | 0x00 |
| | Transmission type | unsigned:1 | 0x00 |
| | Data record size | unsigned:2 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:1 | 0x00 |
| | Command | unsigned:3 | 0x04: Abort Transfer Request |
| | Index | WORD | Object index |
| | Sub-Index | BYTE | Object sub-index |
| Abort code | | DWORD | Abort code |

Table 8: Abort SDO Transfer Request

9.3.1 SDO Abort Codes

| Code | Description |
|---------------|--|
| 0x05 03 00 00 | Toggle bit not alternated |
| 0x05 04 00 00 | SDO protocol timeout |
| 0x05 04 00 01 | Client/Server command invalid or unknown |
| 0x05 04 00 05 | Memory too small |
| 0x06 01 00 00 | Unsupported object access |
| 0x06 01 00 01 | Read access to an object that can only be written |
| 0x06 01 00 02 | Write access to an object that can only be read |
| 0x06 02 00 00 | Object not present in the object dictionary |
| 0x06 04 00 41 | The object cannot be mapped in the PDO |
| 0x06 04 00 42 | The quantity and length of the mapped objects exceed the PDO length |
| 0x06 04 00 43 | General parameter incompatibility |
| 0x06 04 00 47 | General incompatibility in the device |
| 0x06 06 00 00 | Access error due to a hardware error |
| 0x06 07 00 10 | Wrong data type, length of service parameters incorrect |
| 0x06 07 00 12 | Wrong data type, length of service parameters too great |
| 0x06 07 00 13 | Wrong data type, length of service parameters too small |
| 0x06 09 00 11 | Sub-index does not exist |
| 0x06 09 00 30 | Parameter value range exceeded, only during write access |
| 0x06 09 00 31 | Written parameter value too large |
| 0x06 09 00 32 | Written parameter value too small |
| 0x06 09 00 36 | Maximum value is smaller than minimum value |
| 0x08 00 00 00 | General error |
| 0x08 00 00 20 | Data cannot be transmitted or stored in the application |
| 0x08 00 00 21 | Data cannot be transmitted or stored in the application. Reason: local control |
| 0x08 00 00 22 | Data cannot be transmitted or stored in the application, reason: current device status |
| 0x08 00 00 23 | Dynamic creation error in the object dictionary, or no object dictionary present |

Table 9: SDO Abort Codes

9.4 Emergency Request Protocol

Emergency messages are triggered if an internal fault occurs. The transmission is executed via the mailbox interface.

The Emergency Service is used by the server to transmit diagnostic messages to the client. Each diagnostic event transmitted by the server to the client is also reconfirmed by transmission of the reset error code when the diagnostic event is no longer present.

Emergency Request, Server --> Client

| Frame Fragment | Data field | Data type | Value / Description |
|----------------|----------------|------------|---|
| Mailbox Header | Length | WORD | $n \geq 0x0A$: Length of the mailbox service data |
| | Address | WORD | Source station address, if Master = Client Destination station address, if Slave = Client |
| | Channel | unsigned:6 | 0x00, reserved |
| | Priority | unsigned:2 | 0x00: Lowest priority ... 0x03: Highest priority |
| | Type | unsigned:4 | 0x03: CANopen over EtherCAT (CoE) |
| | reserved | unsigned:4 | 0x00 |
| CANopen Header | Quantity | unsigned:9 | 0x00 |
| | reserved | unsigned:3 | 0x00 |
| | Service | unsigned:4 | 0x01: Emergency |
| Emergency | Error code | WORD | Error Code |
| | Error register | BYTE | Error Register |
| | Data | BYTE[5] | Error Code 0000-9FFF: Manufacturer-specific error field Error Code A000-EFFF: Diagnostic data Error Code F000-FFFF: Manufacturer-specific error field |
| | reserved | BYTE[n-10] | not yet specified |

Table 10: Emergency Request

9.4.1 Emergency Error Codes

| Error Code (hex) | Description |
|------------------|--|
| 00xx | Error reset or no error |
| 10xx | General error |
| 50xx | Device hardware |
| 60xx | Device software |
| 61xx | Internal software |
| 62xx | User software |
| 63xx | Data record |
| 80xx | Monitoring |
| 81xx | Communication |
| 82xx | Protocol error |
| 8210 | PDO not processed, due to a length error |
| 8210 | PDO length exceeded |
| 90xx | External error |
| A0xx | EtherCAT state machine transition error |
| A000 | PRE-OPERATIONAL --> SAVE-OPERATIONAL transition unsuccessful |
| A001 | SAVE-OPERATIONAL --> OPERATIONAL transition unsuccessful |
| FFxx | Device-specific |

Table 11: Emergency Error Codes

9.4.2 Error Register

| Bit | M/O | Description |
|-----|-----|--|
| 0 | M | General error |
| 1 | O | not supported |
| 2 | O | not supported |
| 3 | O | not supported |
| 4 | O | Communication error (overflow, error status) |
| 5 | O | Device profile-specific |
| 6 | O | reserved, always 0 |
| 7 | O | Manufacturer-specific |

Table 12: Structure of the error register

9.5 Miscellaneous faults

| Fault | Cause | Solution |
|--|--------------------------|---|
| Position jumps by the measuring system | Strong vibrations | Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are damped with so-called "shock modules". If the error occurs repeatedly despite these measures, the measuring system must be replaced. |
| | Electrical faults EMC | Isolated flanges and couplings made of plastic may help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data and supply. The shielding and line routing must be executed in accordance with the Equipment Mounting Directives for the respective field bus system. |