EtherCAT®
+Inkremental

D Seite 2 - 80

GB Page 81 - 160

Drehgeber

Baureihe: 58

Gültigkeit auch für:

- C_ _582_-1_ _ _ _
- C_ _582_-2_ _ _ _
- C_ _802_-1_ _ _ _
- C_ _1102_-1_ _ _ _

_Zusätzliche Sicherheitshinweise
_Installation
_Inbetriebnahme
_Parametrierung
_Fehlerursachen und Abhilfen

Benutzerhandbuch Schnittstelle

4377EC / 4377E2 / 43782C / 43782D / 43782E / 43782F / 4377D5 / 4377D6 / 4377D7 / 4377D8

TR-ECE-BA-DGB-0094v15 05/20/2026

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. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	05/20/2026
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ECE-BA-DGB-0094v15
Dateiname:	TR-ECE-BA-DGB-0094v15.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 a 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines 7
1.1 Geltungsbereich 7
1.2 Referenzen 8
1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe 9

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise 11
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition 11
2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung 11
2.3 Organisatorische Maßnahmen 12

3 EtherCAT Informationen 13
3.1 EtherCAT-Funktionsprinzip 13
3.2 Protokoll 14
3.3 Verteilte Uhren 14
3.4 Geräteprofil 15
3.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE) 16
3.5 Objektverzeichnis 17
3.6 Prozess- und Service-Daten-Objekte 17
3.6.1 Kompatibilität zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil 18
3.6.2 Erweiterungen zum CiA DS-301 Kommunikationsprofil 18
3.7 Übertragung von SDO Nachrichten 19
3.7.1 CANopen over EtherCAT Protokoll 21
3.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request 21
3.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response 22
3.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request 23
3.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response 24
3.8 PDO-Mapping 25
3.9 EtherCAT State Machine (ESM) 25
3.10 Weitere Informationen 26

4 Inkremental – Schnittstelle (optional) 27
4.1 Kabelspezifikation 27
4.2 Datenübertragung 27

5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung 28
5.1 Anschluss – Hinweise 28
5.2 Einschalten der Versorgungsspannung 29

6 Inbetriebnahme 30
6.1 Gerätebeschreibungsdatei 30
6.2 Bus-Statusanzeige 30

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

7 Betriebsarten ... 31

8 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301) ... 32

8.1 Objekt 1000h: Gerätetyp ... 33
8.2 Objekt 1008h: Hersteller Gerätenamen ... 33
8.3 Objekt 1009h: Hersteller Hardwareversion ... 34
8.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion ... 34
8.5 Objekt 1010h: Parameter abspeichern ... 34
8.6 Objekt 1011h: Wiederherstellung der Parameter-Standardwerte ... 35
8.7 Objekt 1018h: Identity Objekt ... 36
8.8 Aufbau der Mappingparameter ... 37
8.8.1 Objekt 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping ... 37
8.8.2 Objekt 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping ... 38
8.8.3 Objekt 1A02h: 3rd Transmit PDO Mapping ... 39
8.8.4 Objekt 1A03h: 4th Transmit PDO Mapping ... 39
8.8.5 Objekt 1A04h: 5th Transmit PDO Mapping ... 40
8.8.6 Objekt 1A10h: 11th Transmit PDO Mapping ... 41
8.8.7 Objekt 1A11h: 12th Transmit PDO Mapping ... 41
8.8.8 Objekt 1A12h: 13th Transmit PDO Mapping ... 42
8.8.9 Objekt 1A13h: 14th Transmit PDO Mapping ... 43
8.8.10 Objekt 1A14h: 15th Transmit PDO Mapping ... 43
8.9 Objekt 1C00h: Sync Manager Communication Type ... 44
8.10 Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang) ... 45
8.11 Objekt 1C33h: Sync Manager 3, Parameter ... 46

9 Hersteller- und Profilspezifische Objekte (CiA DS-406) ... 49

9.1 Objekt 2000h: Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406 ... 50
9.2 TR - Mode ... 51
9.2.1 Objekt 2001h: TR-Betriebsparameter, Zählrichtung ... 51
9.2.2 Skalierungsparameter ... 51
9.2.2.1 Objekt 2002h: TR-Gesamtmesslänge in Schritten ... 52
9.2.2.2 Objekt 2003h – 2004h: TR-Umdrehungen Zähler / Nenner ... 53
9.2.3 Objekt 2005h: TR-Geschwindigkeitsauflösung ... 56
9.2.4 Objekt 2006h: TR-Zusätzliche Parameter/Kommandos (gerätespezifisch) ... 56
9.3 Objekte für die optionale Inkremental-Schnittstelle ... 57
9.3.1 Objekt 2400h: Phase K1/K2 ... 57
9.3.2 Objekt 2401h: Inkremental - Impulse pro Umdrehung ... 57
9.3.3 Objekt 2402h: K0 Condition ... 58
9.3.4 Objekt 2403h: Preset K0 ... 58
9.4 Objekt 3101h: Eingang ... 59
9.5 CiA DS-406 - Mode ... 60
9.5.1 Objekt 6000h: Betriebsparameter, Zählrichtung ... 60
9.5.2 Skalierungsparameter ... 61
9.5.2.1 Objekt 6001h: Mess-Schritte pro Umdrehung ... 61
9.5.2.2 Objekt 6002h: Gesamt Messlänge in Schritten ... 62

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.6 Objekt 6003h: Presetwert 64
9.7 Objekt 6004h: Positionswert 65
9.8 Objekt 6030h: Geschwindigkeit 65
9.9 Mess-System Diagnose 67
9.9.1 Objekt 6500h: Betriebsstatus 67
9.9.2 Objekt 6501h: Single-Turn Auflösung 67
9.9.3 Objekt 6502h: Anzahl der Umdrehungen 68
9.9.4 Objekt 6503h: Alarme 69
9.9.5 Objekt 6504h: Unterstützte Alarme 70
9.9.6 Objekt 6505h: Warnungen 71
9.9.7 Objekt 6506h: Unterstützte Warnungen 72
9.9.8 Objekt 6507h: Profil- und Softwareversion 73
9.9.9 Objekt 6508h: Betriebsdauer 73

10 Vom Mess-System unterstütze Objekte auslesen 74

11 Fehlerursachen und Abhilfen 75
11.1 Optische Anzeigen 75
11.2 Mess-System – Fehler 75
11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol 76
11.3.1 SDO Abort Codes 77
11.4 Emergency Request Protocol 78
11.4.1 Emergency Error Codes 79
11.4.2 Error Register 79
11.5 Sonstige Störungen 80

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	07.07.2011	00
Einstellbare Auflösungen bei Objekt 2005 geändert	20.09.2011	01
Gesamtmesslänge in Schritten 0x2002 und 0x6002 auf 2147483647 gesetzt	12.10.2011	02
Neutrale Darstellung der Stecker/LED´s	25.10.2012	03
Datenbreite für Istposition auf dem Bus für Version ohne Bus-Haube angepasst	14.03.2013	04
Auflösung der Gesamt-XML-Datei „TR-Ethercat-Devices_V017.xml“ in Einzeldateien	21.05.2013	05
Skalierungsparameter angepasst	07.10.2013	06
optionale Inkremental-Schnittstelle hinzugefügt	02.07.2014	07
Einheit von „Time Stamp“ auf ns geändert	29.09.2014	08
Verweis auf Support-DVD entfernt	03.02.2016	09
Hinweise zum Speicherverhalten der Objekte	18.02.2016	10
- Technische Daten entfernt - Steckerbelegung entfernt	24.03.2017	11
Gültigkeit auch für Materialnummer: C_ _58**2**_-**1**_ _ _ _	22.01.2020	12
Kabelspezifikation für Spannungsversorgung angepasst	27.01.2022	13
Gültigkeit um C_ _ 58**2**_-**2**_ _ _ _ erweitert	25.04.2022	14
Gültigkeit um C_ _ 80**2**_-**1**_ _ _ _ ; C _ _ 110**2**_ - **1** _ _ _ _ erweitert	20.05.2026	15

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

1 Allgemeines

Das vorliegende Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

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

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

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

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen mit ***EtherCAT*** und ***optionaler Inkremental*** Schnittstelle:

- CEV-58, CEH-58, CEK-58, CES-58
- COV-58, COH-58, COK-58, COS-58

Dieses Benutzerhandbuch gilt außerdem für Mess-Systeme mit folgenden Materialnummer: C__58**2**_-**1**____; C__58**2**_-**2**____; C__80**2**_-**1**____; C__110**2**_-**1**____

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

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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
9.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

CEV	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Vollwelle
CEH	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Hohlwelle
CEK	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Kupplung
CES	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Sackloch
COV	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Vollwelle
COH	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Hohlwelle
COK	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Kupplung
COS	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Ausführung mit Sackloch
CE_	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung ≤ 15 Bit Auflösung, Alle mechanischen Varianten
CO_	Absolut-Encoder mit optischer Abtastung > 15 Bit Auflösung, Alle mechanischen Varianten
C__	Absolut-Encoder, alle Varianten
CW	Drehrichtung im Uhrzeigersinn, mit Blick auf die Anflanschung
CCW	Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn, mit Blick auf die Anflanschung
EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Bus-spezifisch

EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet (elektronisches Datenblatt)
ESM	***E***therCAT ***S***tate ***M***achine
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-Model. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
SDO	Service Data Object. Punkt zu Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
XML	E**x**tensible **M**arkup **L**anguage, Beschreibungsdatei für die Inbetriebnahme des Mess-Systems.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

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

2.2 Ergänzende Hinweise zur bestimmungsgemäßen Verwendung

Das Mess-System ist ausgelegt für den Betrieb 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

2.3 Organisatorische Maßnahmen

- Dieses Benutzerhandbuch muss ständig am Einsatzort des Mess-Systems griffbereit aufbewahrt werden.

- Das mit Tätigkeiten am Mess-System beauftragte Personal muss vor Arbeitsbeginn
  - die Montageanleitung, insbesondere das Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"***,
  - und dieses Benutzerhandbuch, insbesondere das Kapitel ***"Zusätzliche Sicherheitshinweise"***,

  gelesen und verstanden haben.

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3 EtherCAT Informationen

EtherCAT (**Ether**net for **C**ontrol and **A**utomation **T**echnology) 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.

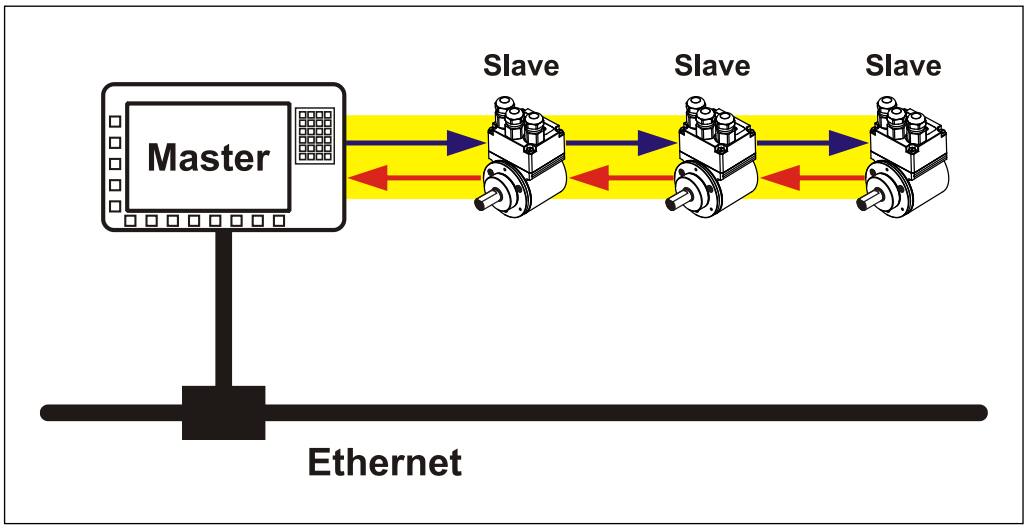


Abbildung 1: EtherCAT-Funktionsprinzip

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

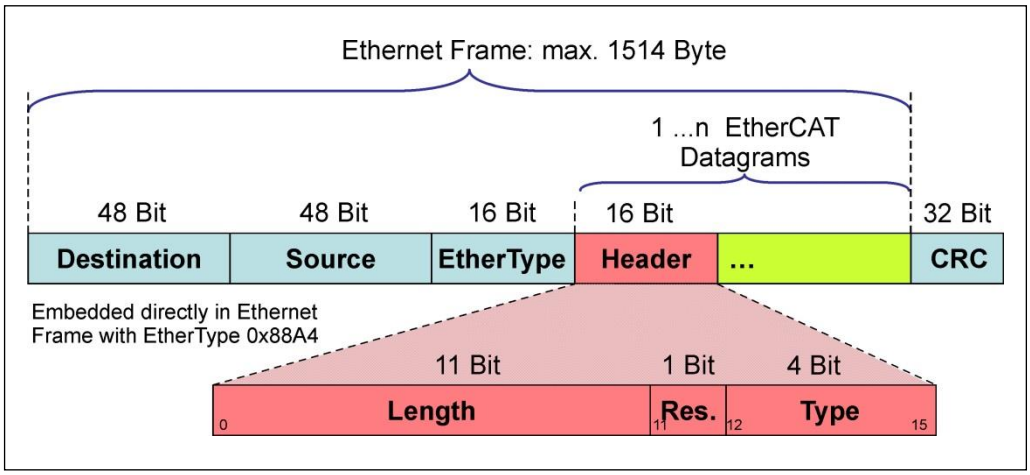


Abbildung 2: Ethernet Frame Struktur

3.3 Verteilte Uhren

Wenn räumlich verteilte Prozesse gleichzeitige Aktionen erfordern, ist eine exakte Synchronisierung der Teilnehmer im Netz erforderlich. Zum Beispiel bei Anwendungen, bei denen mehrere Servoachsen gleichzeitig koordinierte Abläufe ausführen müssen.
Hierfür steht beim EtherCAT die Funktion „Verteilte Uhren“ nach dem Standard IEEE 1588 zur Verfügung.
Da die Kommunikation eine Ringstruktur nutzt, kann die Master-Uhr den Laufzeitversatz zu den einzelnen Slave-Uhren exakt ermitteln, und auch umgekehrt. Auf Grund dieses ermittelnden Wertes können die verteilten Uhren netzwerkweit nachgeregelt werden. Der Jitter dieser Zeitbasis liegt deutlich unter 1µs.
Auch bei der Wegerfassung können verteilte Uhren effizient eingesetzt werden, da sie exakte Informationen zu einem lokalen Zeitpunkt der Datenerfassung liefern. Durch das System hängt die Genauigkeit einer Geschwindigkeitsberechnung nicht mehr vom Jitter des Kommunikationssystems ab.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.4 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. Stattdessen 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.

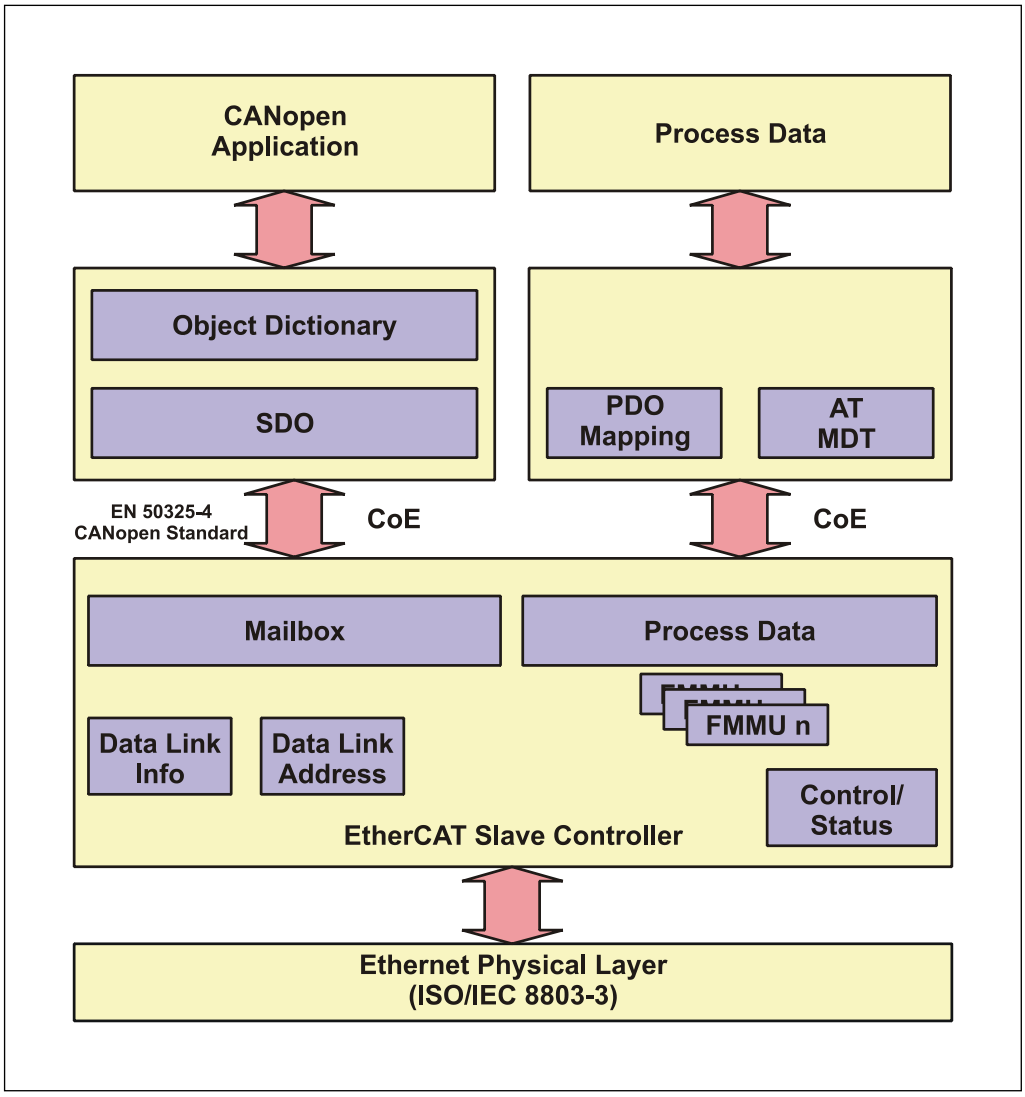


Abbildung 3: CANopen over EtherCAT Kommunikationsmechanismus

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

EtherCAT kann die gleichen Kommunikationsmechanismen zur Verfügung stellen, wie sie von [1]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

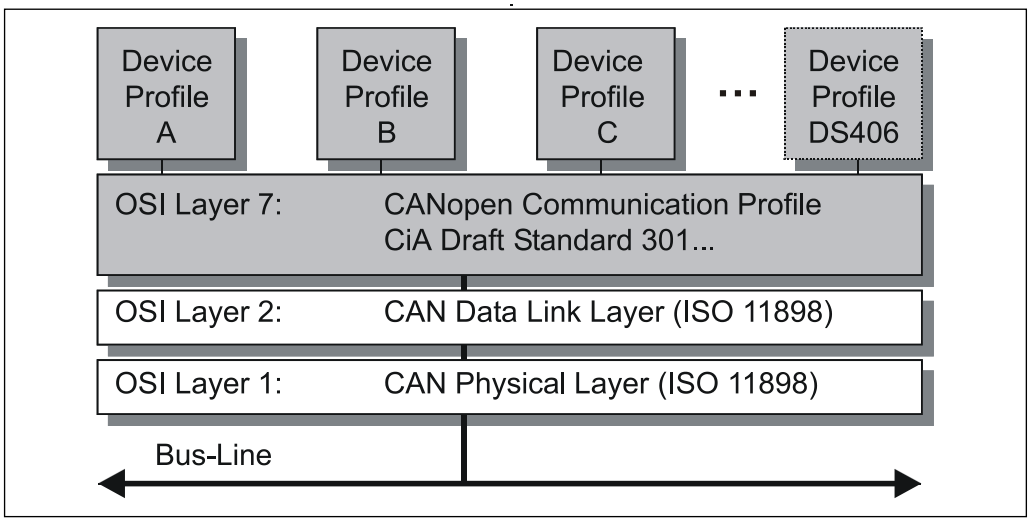


Abbildung 4: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

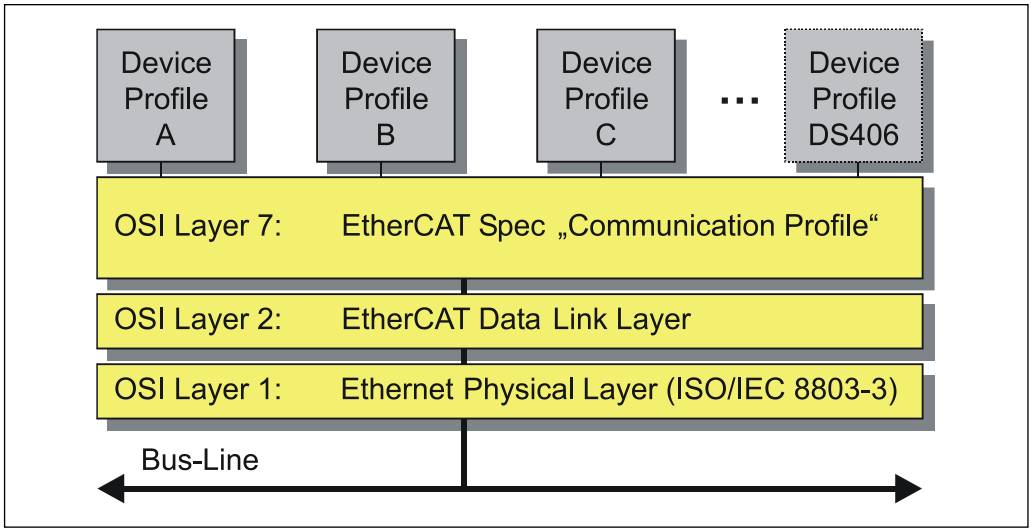


Abbildung 5: EtherCAT eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.5 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

3.6 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

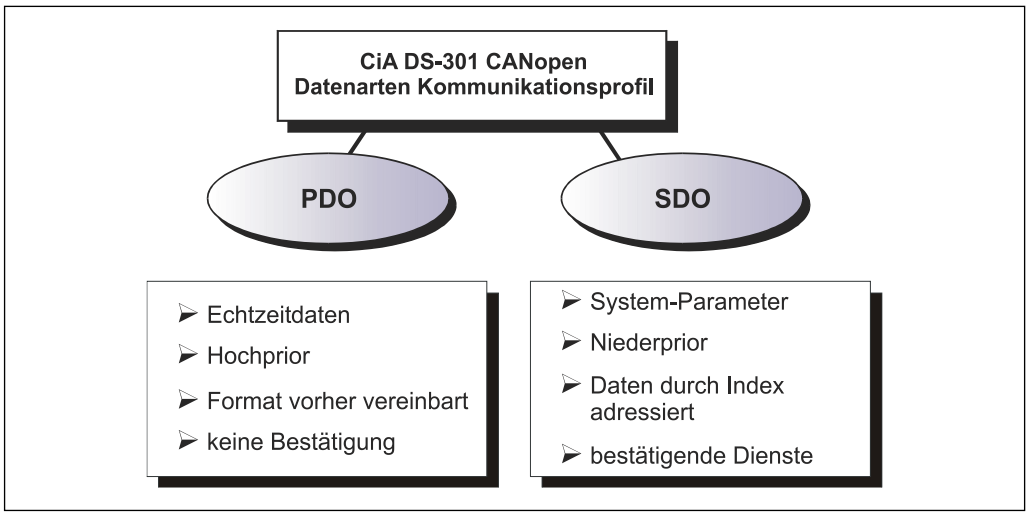


Abbildung 7: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.6.1 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

3.6.2 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7 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) stattfindet.

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/Scheiben) 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1 CANopen over EtherCAT Protokoll

3.7.1.1 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	**Kommando-Code (CCD)**	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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.2 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 77.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.3 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.4 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	Kommando-Code (CCD)	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 77.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.8 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.

3.9 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.

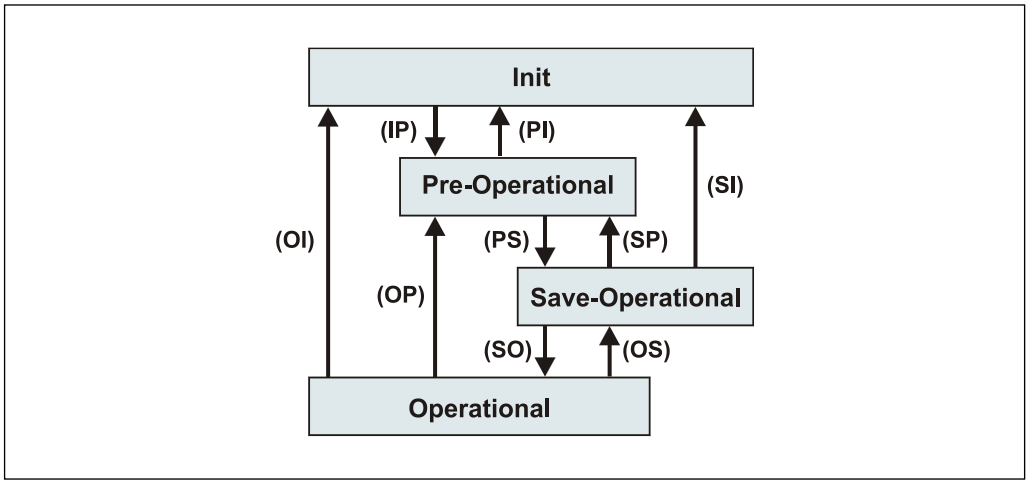


Abbildung 8: EtherCAT State Machine

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.10 Weitere Informationen

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

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

4 Inkremental – Schnittstelle (optional)

4.1 Kabelspezifikation

Signal	Leitung, z.B. 64-200-021: 2x2x0.25+3x0.14+2x0.5 mm²
K1+, K1-	min. 0,25 mm², jeweils paarig verseilt und geschirmt
K2+, K2-	
K0+, K0-	min. 0,14 mm², jeweils paarig verseilt und geschirmt

4.2 Datenübertragung

Über eine Impulsscheibe mit einer bestimmten Anzahl von Perioden pro Umdrehung werden Winkelschritte erfasst. Eine Abtasteinheit mit integrierter Optoelektronik erzeugt elektrische Signale und gibt Impulse aus, die vorher in Triggerstufen aufbereitet werden.

Über die Anzahl der Hell - Dunkel Segmente (Strichzahl/Umdrehung) auf der Impulsscheibe wird die Mess-System - Auflösung definiert. Beim Durchfahren einer Umdrehung wird in der Standardausführung eine Signalfolge von 1024 Impulsen ausgegeben.
Zur Auswertung der Zählrichtung wird eine 2. Signalfolge mit 90° Grad Phasenversatz für die Steuerung ausgegeben.

Mit einem zusätzlichen Nullimpuls kann der Zähler einer externen Steuerung rückgesetzt, und damit der Referenzpunkt Mechanik - Steuerung definiert werden.

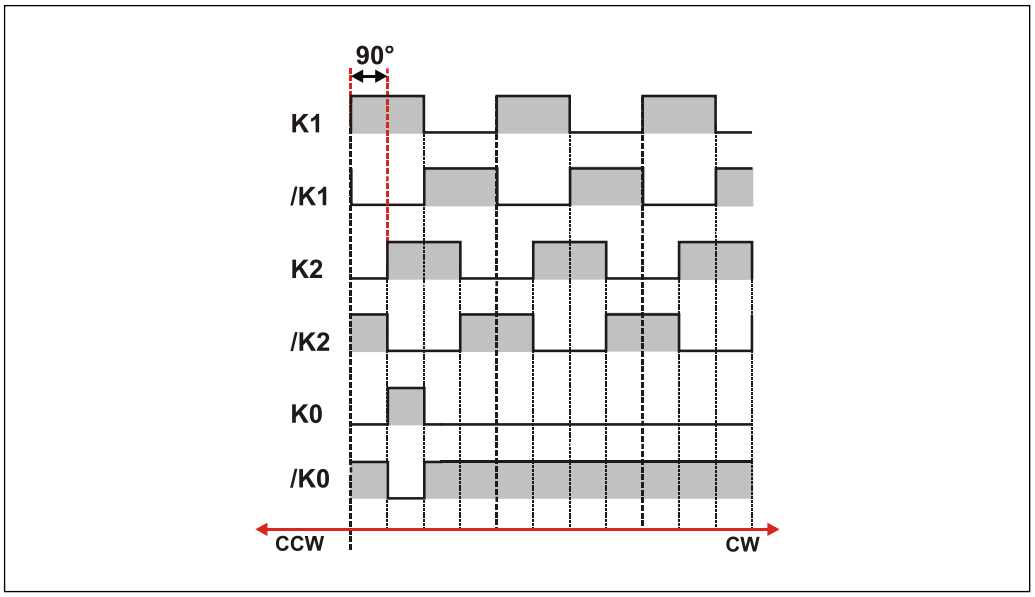


Abbildung 9: Inkremental-Signale

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

5 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!

5.1 Anschluss – Hinweise

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

Ob das Mess-System

- zusätzliche Schnittstellen, z.B. eine Inkremental-Schnittstelle
- externe Eingänge wie z.B. der Preset

unterstützt, wird deshalb durch die gerätespezifische Steckerbelegung definiert.

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

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

5.2 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 während der Dienst-Ausführung keine plausiblen Werte ausgibt. Dies gilt für die Zustände **SAFE-OPERATIONAL** und **OPERATIONAL**. In der Regel werden die Mailbox-Zugriffe über SDO-Anforderungen ausgelöst.*

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

6 Inbetriebnahme

6.1 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-Dateien haben die Dateinamen **„TR-Ethercat_C-Series_xxx.xml“** oder **„TR-Ethercat_C-Series+Inc_xxx.xml“** bei optionaler Inkremental-Schnittstelle.

Download:

- TR-Ethercat_C-Series_xxx.xml: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0037
- TR-Ethercat_C-Series+Inc_xxx.xml bei optionaler Inkremental-Schnittstelle: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0039

6.2 Bus-Statusanzeige

Das EtherCAT-Mess-System ist mit drei grünen Diagnose-LEDs ausgestattet. Lage und Zuordnung der LEDs sind der gerätespezifischen Steckerbelegung zu entnehmen.

Link / Activity IN+OUT - LED	Beschreibung
ON = Link	Ethernet Verbindung hergestellt
Flickering = Data Activity	IN = Datenübertragung RxD, OUT = Datenübertragung TxD

Net Run - LED	EtherCAT Zustandsmaschine
OFF	Gerät befindet sich im *INIT* Zustand
Blinking, 2.5 Hz	Gerät befindet sich im *PRE-OPERATIONAL* Zustand
Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	Gerät befindet sich im *SAFE-OPERATIONAL* Zustand
ON	Gerät befindet sich im *OPERATIONAL* Zustand
Flickering, 10 Hz	Gerät befindet sich im Bootvorgang, *INIT* Zustand noch nicht erreicht

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Optische Anzeigen“, Seite 75.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

7 Betriebsarten

Vom Mess-System werden zwei Betriebsarten unterstützt:

- Synchron
- Distributed Clocks

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

In der Betriebsart „Distributed Clocks“ werden die Prozess-Daten synchron zu einer selbst definierten Zeit ausgegeben. Die Einstellungen hierfür werden im EtherCAT-Master vorgenommen. Vom Mess-System werden die Synchronisationssignale „SYNC0“ und „SYNC1“ unterstützt.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8 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	33
1008	VAR	Hersteller Gerätenamen	String	const	O	33
1009	VAR	Hersteller Hardwareversion	String	const	O	34
100A	VAR	Hersteller Softwareversion	String	const	O	34
1010	ARRAY	Parameter abspeichern	Unsigned32	rw	O	34
1011	ARRAY	Standardeinstellungen laden	Unsigned32	rw	O	35
1018	RECORD	Identity Objekt	Identity	ro	M	36
1A00 [1)]	RECORD	TxPDO 1 TimeStamp mapping	PDO Mapping	ro	C	37
1A01 [1)]	RECORD	TxPDO 2 Fast mapping	PDO Mapping	ro	C	38
1A02 [1)]	RECORD	TxPDO 3 Speed mapping	PDO Mapping	ro	C	39
1A03 [1)]	RECORD	TxPDO 4 Single/Multi mapping	PDO Mapping	ro	C	39
1A04 [1)]	RECORD	TxPDO 5 Single/Multi Speed mapping	PDO Mapping	ro	C	40
1A10 [2)]	RECORD	TxPDO 11 TimeStamp Big mapping	PDO Mapping	ro	C	41
1A11 [2)]	RECORD	TxPDO 12 Fast Big mapping	PDO Mapping	ro	C	41
1A12 [2)]	RECORD	TxPDO 13 Speed Big mapping	PDO Mapping	ro	C	42
1A13 [2)]	RECORD	TxPDO 14 Single/Multi Big mapping	PDO Mapping	ro	C	43
1A14 [2)]	RECORD	TxPDO 15 Single/Multi Speed Big mapping	PDO Mapping	ro	C	43
1C00	ARRAY	Sync Manager Kommunikations-Typ	Unsigned8	ro	M	44
1C12	-	Sync Manager RxPDO Zuweisung	wird nicht unterstützt, da keine RxPDOs vorhanden			
1C13	ARRAY	Sync Manager TxPDO Zuweisung	Unsigned16	ro	M	45
1C32	-	Sync Manager 3 Parameter (Output)	wird nicht unterstützt, da keine Ausgänge vorhanden			
1C33	ARRAY	Sync Manager 3 Parameter (Input)	Unsigned16	ro	O	46

Tabelle 5: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte

[1)] Little-Endian-Format
[2)] Big-Endian-Format

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.1 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**	**Default**
01	Absoluter Single-Turn Encoder	je nach Encoder-Typ
02	Absoluter Multi-Turn Encoder	

8.2 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.3 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	" ", abhängig von der Geräteausführung

8.4 Objekt 100Ah: Hersteller Softwareversion

Enthält die Hersteller Softwareversion ohne Versionsindex.
Der Index der Softwareversion kann aus dem Objekt 6507h gelesen werden.

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

8.5 Objekt 1010h: Parameter abspeichern

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

Geänderte Parameter werden erst nach Ausführen des Speicherbefehls übernommen!
Der Speicherbefehl wird mit Schreiben der Signatur „save“ auf Subindex 1 ausgelöst.

Index	**0x1010**
Name	Store Parameters
Objekt Code	ARRAY
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	1	UNSIGNED8	ro
1	Übernahme und Speicherung der Parameter	schreiben: 65766173h lesen: 1	UNSIGNED32	rw

Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über seine Speichermöglichkeit.

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

MSB LSB

Bits	31-2	1	0
Wert	= 0	0	1

Bei Schreibzugriff speichert das Gerät die Parameter in den nichtflüchtigen Speicher. Dieser Vorgang dauert ca. 1s. In dieser Zeit ist das Mess-System auf dem Bus nicht ansprechbar.

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

MSB LSB

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

Beim Empfang der richtigen Signatur speichert das Gerät die Parameter ab.
Das Gerät quittiert den Schreibvorgang ca. 1 Sekunde später über

1. den `SDO-Transmission-Response-Service`, wenn der Schreibvorgang erfolgreich ausgeführt werden konnte (Error-Code = 0000h -> EEPROM OK).
2. den `SDO-Abort-Transfer-Service`, wenn der Schreibvorgang fehl schlug (Abort-Code = 0606 0000h -> EEPROM defekt).

Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Speicherung und antwortet sofort mit dem Abort-Code = 0800 0020h.

8.6 Objekt 1011h: Wiederherstellung der Parameter-Standardwerte

Dieses Objekt unterstützt das Laden der Standardwerte aller beschreibbaren Parameter.

Index	**0x1011**
Name	Restore Parameters
Objekt Code	ARRAY
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	1	UNSIGNED8	ro
1	alle Parameter Standardwerte herstellen	schreiben: 64616F6Ch lesen: 1	UNSIGNED32	rw

Bei Lesezugriff auf den Subindex 1 liefert das Gerät Informationen über seine Möglichkeiten die Standardwerte wieder herzustellen.
Bit 0 = 1 bedeutet, dass das Gerät die Wiederherstellung der Standardwerte unterstützt.

MSB LSB

Bits	31-1	0
Wert	= 0	1

Um eine versehentliche Wiederherstellung der Parameterwerte zu vermeiden, wird die Wiederherstellung nur ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in das Objekt geschrieben wird. Die Signatur heißt "load".

MSB LSB

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

Beim Empfang der richtigen Signatur werden die entsprechenden Standardwerte wieder hergestellt. Schlug die Wiederherstellung fehl, antwortet das Gerät mit dem Abort-Code = 0606 0000h.

Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Wiederherstellung und antwortet mit dem Abort-Code = 0800 0020h.

8.7 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Index	0x1018
Name	Identity
Objekt Code	RECORD
Datentyp	IDENTITY
Kategorie	Mandatory
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	4	UNSIGNED8	ro
1	Vendor ID	0000 0509h	UNSIGNED32	ro
2	Product Code	gerätespezifisch	UNSIGNED32	ro
3	Revision Number	gerätespezifisch	UNSIGNED32	ro
4	Serial Number	gerätespezifisch	UNSIGNED32	ro

8.8 Aufbau der Mappingparameter

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge.

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

31 … 16	15 … 8	7 … 0
Index	Subindex	Länge in Bit

MSB LSB

8.8.1 Objekt 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

Über das erste Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A00) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A00 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	0x1A00
Name	TxPDO 1 TimeStamp mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro
3	TimeStamp	31010320h	UNSIGNED32	ro

LSB MSB

Position				**Alarms**		**TimeStamp**			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}

8.8.2 Objekt 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

Über das zweite Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A01) werden die unter den Subindizes 1 und 2 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A01 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A01**
Name	TxPDO 2 Fast mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	2	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position				**Alarms**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.8.3 Objekt 1A02h: 3rd Transmit PDO Mapping

Über das dritte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A02) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A02 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A02**
Name	TxPDO 3 Speed mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position				**Speed**		**Alarms**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8

8.8.4 Objekt 1A03h: 4th Transmit PDO Mapping

Über das vierte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A03) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A03 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A03**
Name	TxPDO 4 Single / Multi mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
2	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Single				Position Multi				Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8

8.8.5 Objekt 1A04h: 5th Transmit PDO Mapping

Über das fünfte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A04) werden die unter den Subindizes 1 bis 4 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A04 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A04**
Name	TxPDO 5 Single / Multi Speed mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	4	UNSIGNED8	ro
1	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
2	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
3	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
4	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Single				Position Multi				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.8.6 Objekt 1A10h: 11th Transmit PDO Mapping

Über das elfte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A10) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A10 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A10**
Name	TxPDO 11 TimeStamp Big mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro
3	TimeStamp	31010320h	UNSIGNED32	ro

LSB MSB

Position				**Alarms**		**TimeStamp**			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.8.7 Objekt 1A11h: 12th Transmit PDO Mapping

Über das zwölfte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A11) werden die unter den Subindizes 1 und 2 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A11 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A11**
Name	TxPDO 12 Fast Big mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	2	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

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

8.8.8 Objekt 1A12h: 13th Transmit PDO Mapping

Über das dreizehnte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A12) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A12 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A12**
Name	TxPDO 13 Speed Big mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

8.8.9 Objekt 1A13h: 14th Transmit PDO Mapping

Über das vierzehnte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A13) werden die unter den Subindizes 1 bis 3 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A13 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A13**
Name	TxPDO 14 Single / Multi Big mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	3	UNSIGNED8	ro
1	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
2	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Multi				**Position Single**				**Alarms**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.8.10 Objekt 1A14h: 15th Transmit PDO Mapping

Über das fünfzehnte Sende-Prozess-Daten-Objekt (0x1A14) werden die unter den Subindizes 1 bis 4 aufgeführten Prozess-Daten übertragen.

Die Zuordnung, ob Objekt 0x1A14 tatsächlich als Prozess-Daten übertragen werden, wird über Objekt „Objekt 1C13h: Sync Manager Channel 3 (Prozess-Daten-Eingang)“, Seite 45 vorgenommen.

Index	**0x1A14**
Name	TxPDO 15 Single / Multi Speed Big mapping
Objekt Code	RECORD
Datentyp	PDO_MAPPING
Kategorie	Mandatory für jedes unterstützte TxPDO
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Kommentar	Standardwert	Datentyp	Attribut
0	Anz. Einträge	4	UNSIGNED8	ro
1	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
2	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
3	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
4	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Multi				Position Single				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.9 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 Positionswert (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
Datentyp	UNSIGNED8
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)

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

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)

8.10 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 unter Subindex 1 aufgeführten Sende-Prozess-Daten-Objekte zugeordnet werden:

Index	0x1C13
Name	Sync Manager TxPDO Assign
Objekt Code	ARRAY
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	1
Beschreibung	PDO Mapping Objekt Index des zugeordneten TxPDOs
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Conditional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	0x1A00: TxPDO 1 0x1A01: TxPDO 2 0x1A02: TxPDO 3 0x1A03: TxPDO 4 0x1A04: TxPDO 5 0x1A010: TxPDO 11 0x1A011: TxPDO 12 0x1A012: TxPDO 13 0x1A013: TxPDO 14 0x1A014: TxPDO 15
Default	0x1A00: TxPDO 1

8.11 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	0x22: Synchron – synchronisiert mit Sync Manager 3 Ereignis 0x02: Distributed Clocks

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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	Bit 0: Free Run unterstützt Bit 1: Synchron-Modus unterstützt Bit 2: Distributed Clocks 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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

M = Mandatory (zwingend)
O = Optional

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	M/O	Seite
Parameter						
∘ 2000	VAR	Mode-Umschaltung TR / CiA DS-406	Unsigned16	rw	O	50
∘ 2001 [1)]	VAR	TR-Betriebsparameter, Zählrichtung	Unsigned16	rw	O	51
∘ 2002 [1)]	VAR	TR-Gesamtmesslänge in Schritten	Unsigned32	rw	O	52
∘ 2003 [1)]	VAR	TR-Anzahl Umdrehungen, Zähler	Unsigned32	rw	O	53
∘ 2004 [1)]	VAR	TR-Anzahl Umdrehungen, Nenner	Unsigned32	rw	O	53
∘ 2005 [1)]	VAR	TR-Geschwindigkeitsauflösung	Unsigned16	rw	O	56
∘ 2006 [1)]	VAR	TR-Zusätzliche Parametriermöglichkeit	Unsigned32	rw	O	56
∘ 2400 [3)]	VAR	Phase K1/K2	Unsigned16	rw	O	57
∘ 2401 [3)]	VAR	Impulse pro Umdrehung	Unsigned32	rw	O	57
∘ 2402 [3)]	VAR	K0 Condition	Unsigned16	rw	O	58
• 2403 [3)]	VAR	Preset K0	Unsigned16	rw	O	58
3101	VAR	Eingang	DT3101, 112 Bit	ro	O	57
∘ 6000 [2)]	VAR	Betriebsparameter, Zählrichtung	Unsigned16	rw	M	60
∘ 6001 [2)]	VAR	Mess-Schritte pro Umdrehung	Unsigned32	rw	M	61
∘ 6002 [2)]	VAR	Gesamtmesslänge in Schritten	Unsigned32	rw	M	62
• 6003	VAR	Presetwert	Unsigned32	rw	M	64
6004	VAR	Positionswert	Unsigned32	ro	M	65
6030	VAR	Geschwindigkeitswert	Integer16	ro	O	65
Diagnose						
6500	VAR	Betriebszustand	Unsigned16	ro	M	67
6501	VAR	Single-Turn Auflösung	Unsigned32	ro	M	67
6502	VAR	Anzahl der Umdrehungen	Unsigned32	ro	M	68
6503	VAR	Alarme	Unsigned16	ro	M	69
6504	VAR	Unterstützte Alarme	Unsigned16	ro	M	70
6505	VAR	Warnungen	Unsigned16	ro	M	71
6506	VAR	Unterstützte Warnungen	Unsigned16	ro	M	72
6507	VAR	Profil- und Softwareversion	Unsigned32	ro	M	73
6508	VAR	Betriebsdauer	Unsigned32	ro	M	73

Tabelle 6: Encoder-Profilbereich

[1)] TR Objekte
[2)] CiA DS-406 Objekte
[3)] nur bei optionaler Inkremental Schnittstelle vorhanden
∘ wird erst aktiv und dauerhaft gespeichert über Objekt 1010h
• wird sofort aktiv und dauerhaft gespeichert

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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

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

Index	**0x2000**
Beschreibung	TR-Parameter used
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0x0000 = CiA DS-406 - Mode
Obergrenze	0x0001 = TR - Mode
Default	0x0000
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

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

CiA DS-406 - Mode	TR - Mode
0x6000, Zählrichtung 0x6001, Mess-Schritte pro Umdrehung 0x6002, Gesamtmesslänge in Schritten	0x2001, Zählrichtung 0x2002, Gesamtmesslänge in Schritten 0x2003, Anzahl Umdrehungen - Zähler 0x2004, Anzahl Umdrehungen - Nenner 0x2005, Geschwindigkeitsauflösung 0x2006, Zusätzliche Parametriermöglichkeit

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2 TR - Mode

9.2.1 Objekt 2001h: TR-Betriebsparameter, Zählrichtung

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

Index	**0x2001**
Beschreibung	TR / Operating Parameters
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0x0000 = steigend
Obergrenze	0x0001 = fallend
Default	0x0000
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

9.2.2 Skalierungsparameter

WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden beim Wiedereinschalten des Mess-Systems nach Positionierungen im stromlosen Zustand durch Verschiebung des Nullpunktes!

Ist die Anzahl der Umdrehungen keine 2-er Potenz oder >4096, kann, falls mehr als 512 Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

- Sicherstellen, dass bei einem Multi-Turn Mess-System der Quotient von ***Umdrehungen Zähler/Umdrehungen Nenner*** eine 2er-Potenz aus der Menge 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096) ist.
  oder…
- Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 512 Umdrehungen befinden.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.2.1 Objekt 2002h: TR-Gesamtmesslänge in Schritten

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Index	**0x2002**
Beschreibung	TR / Total measuring range
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	16 Schritte
Obergrenze	2147483647 = (0x7FFFFFFF)
Default	**16777216**
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

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

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

*Gesamtmesslänge in Schritten = Anzahl Schritte pro Umdrehung * Anzahl Umdrehungen*

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.2.2 Objekt 2003h – 2004h: TR-Umdrehungen Zähler / Nenner

Diese beiden Parameter zusammen, legen die ***Anzahl der Umdrehungen*** fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Da Kommazahlen nicht immer endlich (wie z.B. 3,4) sein müssen, sondern mit unendlichen Nachkommastellen (z.B. 3,43535355358774...) behaftet sein können, wird die Umdrehungszahl als Bruch eingegeben.

Anzahl Umdrehungen Zähler:

Index	**0x2003**
Beschreibung	TR / Number of revolutions / numerator
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze Zähler	1
Obergrenze Zähler	256000
Default	**4096**
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Anzahl Umdrehungen Nenner:

Index	**0x2004**
Beschreibung	TR / Number of revolutions / denominator
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze Nenner	1
Obergrenze Nenner	16384
Default	**1**
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Anzahl der Umdrehungen:

$$\textit{Anzahl der Umdrehungen} = \frac{\textit{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\textit{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sollten bei der Eingabe der Parametrierdaten die zulässigen Bereiche von Zähler und Nenner nicht eingehalten werden können, muss versucht werden diese entsprechend zu kürzen. Ist dies nicht möglich, kann die entsprechende Kommanzahl möglicherweise nur annähernd dargestellt werden. Die sich ergebende kleine Ungenauigkeit wird bei echten Rundachsenanwendungen (Endlos-Anwendungen in eine Richtung fahrend) mit der Zeit aufaddiert.
Zur Abhilfe kann z.B. nach jedem Umlauf eine Justage durchgeführt werden, oder man passt die Mechanik bzw. Übersetzung entsprechend an.

*Der Parameter **"Anzahl Schritte pro Umdrehung"** darf ebenfalls eine Kommazahl sein, jedoch nicht die **"Messlänge in Schritten"**. Das Ergebnis aus obiger Formel muss auf bzw. abgerundet werden. Der dabei entstehende Fehler verteilt sich auf die programmierte gesamte Umdrehungsanzahl und ist somit vernachlässigbar.*

Vorgehensweise bei Linearachsen (Vor- und Zurück-Verfahrbewegungen):

*Der Parameter **"Umdrehungen Nenner"** kann bei Linearachsen fest auf "1" programmiert werden. Der Parameter **"Umdrehungen Zähler"** wird etwas größer als die benötigte Umdrehungsanzahl programmiert. Somit ist sichergestellt, dass das Mess-System bei einer geringfügigen Überschreitung des Verfahrweges keinen Istwertsprung (Nullübergang) erzeugt. Der Einfachheit halber kann auch der volle Umdrehungsbereich des Mess-Systems programmiert werden.*

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Das folgende Beispiel soll die Vorgehensweise näher erläutern:

Gegeben:

- *Mess-System mit 4096 Schritte/Umdr. und max. 4096 Umdrehungen*
- *Auflösung 1/100 mm*

- *Sicherstellen, dass das Mess-System in seiner vollen Auflösung und Messlänge (4096x4096) programmiert ist:*
  Messlänge in Schritten = 16777216,
  Umdrehungen Zähler = 4096
  Umdrehungen Nenner = 1
  Zu erfassende Mechanik auf Linksanschlag bringen
- *Mess-System mittels Justage auf „0“ setzen*
- *Zu erfassende Mechanik in Endlage bringen*
- *Den mechanisch zurückgelegten Weg in mm vermessen*
- *Istposition des Mess-Systems an der angeschlossenen Steuerung ablesen*

Annahme:

- *zurückgelegter Weg = 2000 mm*
- *Mess-System-Istposition nach 2000 mm = 607682 Schritte*

Daraus folgt:

Anzahl zurückgelegter Umdrehungen = 607682 Schritte / 4096 Schritte/Umdr.
*= **148,3598633 Umdrehungen***

*Anzahl mm / Umdrehung = 2000 mm / 148,3598633 Umdr. = **13,48073499mm / Umdr.***

*Bei 1/100mm Auflösung entspricht dies einer **Schrittzahl / Umdrehung** von **1348,073499***

erforderliche Programmierungen:

*Anzahl Umdrehungen Zähler = **4096***
*Anzahl Umdrehungen Nenner = **1***

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

$$= 1348{,}073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}}$$

= ***5521709 Schritte*** *(abgerundet)*

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.3 Objekt 2005h: TR-Geschwindigkeitsauflösung

Gibt die Auflösung an, mit der die Geschwindigkeit berechnet und ausgegeben wird, siehe „Objekt 6030h: Geschwindigkeit“ auf Seite 65.

Index	**0x2005**
Beschreibung	TR / Speed Unit
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Default	100
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Einstellbare Auflösungen:

Wert	**Auflösung der Geschwindigkeit**
8	Schritte/ms bei 8 Bit Auflösung
9	Schritte/ms bei 9 Bit Auflösung
…	…
18	Schritte/ms bei 18 Bit Auflösung
100	Schritte/ms bei Skalierter Auflösung *
101	Schritte/10 ms bei Skalierter Auflösung *
102	Schritte/100 ms bei Skalierter Auflösung *
103	Schritte/s bei Skalierter Auflösung *
200	Umdrehung/Minute
201	Umdrehung/Sekunde

* Skalierte Auflösung:

- CiA-DS 406-Mode = Objekt 0x6001
- TR-Mode = Ergebnis aus Objekt (0x2002 * 0x2004) / 0x2003

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

9.2.4 Objekt 2006h: TR-Zusätzliche Parameter/Kommandos (gerätespezifisch)

Über dieses Objekt können gerätespezifische Parameter/Kommandos ausgetauscht werden.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.3 Objekte für die optionale Inkremental-Schnittstelle

9.3.1 Objekt 2400h: Phase K1/K2

Das Objekt 2400h ist nur bei Mess-Systemen mit optionalen Inkrementalschnittstelle vorhanden, mit ihm kann festgelegt werden ob die Inkrementalspur „K1“ vor- oder nacheilend zu K2 ist.

Index	**0x2400**
Beschreibung	Phase K1/K2
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Default	0
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Wert	**Verhalten**
0	K1 zu K2 90° **voreilend** (Drehrichtung im Uhrzeigersinn mit Sicht auf den Flansch)
1	K1 zu K2 90° **nacheilend** (Drehrichtung im Uhrzeigersinn mit Sicht auf den Flansch)

9.3.2 Objekt 2401h: Inkremental - Impulse pro Umdrehung

Das Objekt 2401h ist nur bei Mess-Systemen mit optionaler Inkrementalschnittstelle vorhanden, mit ihm können die Impulse/Umdr. der Inkrementalschnittstelle festgelegt werden.

Index	**0x2401**
Beschreibung	Pulses/Revolution
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	1
Obergrenze	36000
Default	1024
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Impulse/Umdr.			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.3.3 Objekt 2402h: K0 Condition

Das Objekt 2402h ist nur bei Mess-Systemen mit optionaler Inkrementalschnittstelle vorhanden, es legt den Schalt-Zeitpunkt der Inkremental-Spuren K0 und /K0 fest.

Index	**0x2402**
Beschreibung	K0 Condition
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Default	0
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

Wert	**Verhalten**
0	K0 wenn K1 = high und K2 = high
1	K0 wenn K1 = low und K2 = high
2	K0 wenn K1 = high und K2 = low
3	K0 wenn K1 = low und K2 = low

Beispiel:

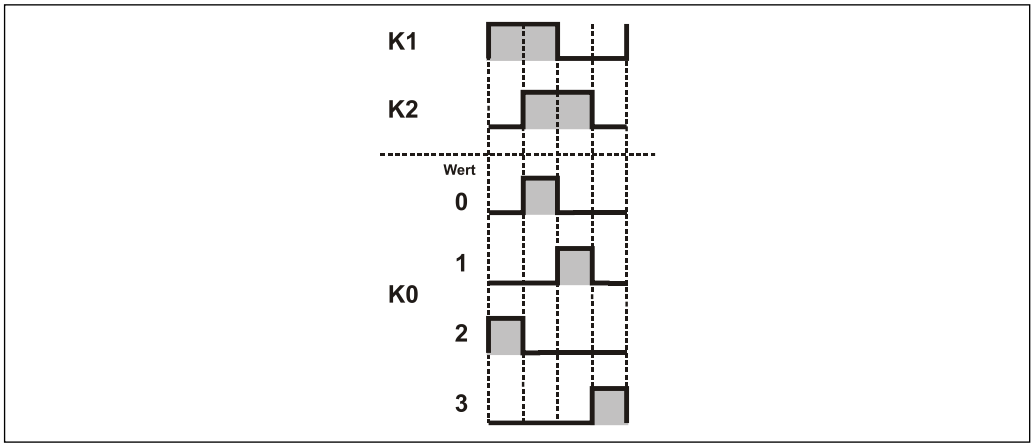


Abbildung 10: Beispiel zu K0 Condition

9.3.4 Objekt 2403h: Preset K0

Das Objekt 2403h ist nur bei Mess-Systemen mit optionaler Inkrementalschnittstelle vorhanden. Mit Schreiben einer „1“ auf dieses Objekt, wird der Nullimpuls K0 auf die aktuelle Mess-System-Position gesetzt und sofort gespeichert.

Index	**0x2403**
Beschreibung	Preset K0
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Optional
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Default	0
Aktivierung/Speicherung	mit Schreibzugriff

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.4 Objekt 3101h: Eingang

Das Objekt 3101 „Eingang“ definiert den Ausgabe-Positionswert in Form von Single-Turn, Multi-Turn und dem Zeitstempel, welche über die Sende-Prozess-Daten-Objekte gemappt werden können.

Index	**0x3101**
Name	Input
Objekt Code	DEFSTRUCT
Datentyp	DT3101: 112 Bit
Kategorie	Optional

Sub-Index	**0**
Beschreibung	Anzahl der Einträge
Datentyp	UNSIGNED8
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	3

Sub-Index	**1 ***
Beschreibung	Position Singleturn
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Sub-Index	**2 ***
Beschreibung	Position Multiturn
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

* Wenn die Skalierungs-Parametrierung keine Ganzzahl in „Schritten/Umdrehung“ oder „Anzahl Umdrehungen“ ergibt, wird ein gerundeter Singleturn- und Multiturnwert ausgegeben.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Beschreibung	Time Stamp
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Wert	in ns

Beispiel zur Berechnung der Position aus dem Singleturn- und Multiturnwert:

*Positionswert = Position Multiturn * Mess-Schritte pro Umdr. + Position Singleturn*

Zur Berechnung ist der aktuell programmierte Wert der Mess-Schritte pro Umdrehung aus dem Objekt 6001h zu entnehmen.

9.5 CiA DS-406 - Mode

9.5.1 Objekt 6000h: Betriebsparameter, Zählrichtung

Das Objekt mit Index 6000h unterstützt nur die Funktion für die Zählrichtung.
Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Anflanschung).

Index	0x6000
Beschreibung	Operating Parameters
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0x0000 = steigend
Obergrenze	0x0001 = fallend
Default	0x0000
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.5.2 Skalierungsparameter

WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden beim Wiedereinschalten des Mess-Systems nach Positionierungen im stromlosen Zustand durch Verschiebung des Nullpunktes!

Ist die Anzahl der Umdrehungen keine 2-er Potenz oder >4096, kann, falls mehr als 512 Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

- Sicherstellen, dass bei einem Multi-Turn Mess-System die ***Anzahl der Umdrehungen*** eine 2er-Potenz aus der Menge 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096) ist.

  oder

- Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 512 Umdrehungen befinden.

9.5.2.1 Objekt 6001h: Mess-Schritte pro Umdrehung

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

Index	**0x6001**
Beschreibung	Single Measuring Range
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	1 Schritt / Umdrehung
Obergrenze	gerätespezifisch (Max.-Wert siehe Typenschild)
Default	4096
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.5.2.2 Objekt 6002h: Gesamt Messlänge in Schritten

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

Index	**0x6002**
Beschreibung	Total Measuring Range
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	16 Schritte
Obergrenze	2147483647 = (0x7FFFFFFF)
Default	**16777216**
Aktivierung/Speicherung	über Objekt 0x1010

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

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

*Gesamtmesslänge in Schritten = Mess-Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen*

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

Der Parameter „Anzahl der Umdrehungen“, der sich aus den Eingaben „Gesamtmesslänge in Schritten“ und „Mess-Schritte pro Umdrehung“ ergibt, hat folgende Einschränkung:

Die „Anzahl Umdrehungen“ darf eine Kommazahl sein, die sich mit einem Bruch in folgendem Bereich darstellen lässt:

$$\frac{1\ldots256000}{1\ldots16384} = \textit{Anzahl Umdrehungen}$$

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Beispiel 1:

Annahme:

- *Messlänge in Schritten = 16777216*
- *Schritte pro Umdrehung = 2048*

Daraus folgt:

$$\frac{16777216 \text{ Schritte}}{2048 \text{ Schritte/Umdr.}} = 8192 \text{ Umdr.} = \frac{8192}{1} \text{ Umdr.} \quad \Rightarrow \text{möglich}$$

Beispiel 2:

Annahme:

- *Messlänge in Schritten = 10000000*
- *Schritte pro Umdrehung = 3600*

Daraus folgt:

$$\frac{10000000 \text{ Schritte}}{3600 \text{ Schritte/Umdr.}} = 2777,\overline{7} \text{ Umdr.} = \frac{25000}{9} \text{ Umdr.} \quad \Rightarrow \text{möglich}$$

Kann die resultierende Anzahl Umdrehungen nicht in diesem Bereich dargestellt werden, so wird die „Messlänge in Schritten“ auf den nächst kleineren Wert korrigiert.

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.6 Objekt 6003h: Presetwert

WARNUNG

ACHTUNG

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

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

Die Presetfunktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Mit dem Schreiben auf dieses Objekt wird der Ausgabe-Positionswert auf den Parameter "Presetwert" gesetzt ohne dass dieser zusätzlich bestätigt werden muss.

Index	**0x6003**
Beschreibung	Preset Value
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Wert	aktuelle Ist-Position, bzw. ein Wert kleiner programmierte Messlänge in Schritten
Aktivierung/Speicherung	mit Schreibzugriff

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}

Um eine sichere Übernahme der Parameter

- Zählrichtung (Objekt 0x2001 bzw. 0x6000) und der
- Skalierungsparameter (Objekte 0x2002, 0x2003, 0x2004 bzw. 0x6001, 0x6002)

zu gewährleisten, müssen Änderungen dieser Parameter zuerst über „Objekt 1010h: Parameter abspeichern“ übernommen bzw. gespeichert werden. In einem weiteren Schritt kann der neue Presetwert geschrieben werden.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.7 Objekt 6004h: Positionswert

Das Objekt 6004h "Positionswert" definiert den Ausgabe-Positionswert.

Index	**0x6004**
Beschreibung	Position Value
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

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}

9.8 Objekt 6030h: Geschwindigkeit

Das Objekt 6030h zeigt die Geschwindigkeit das Mess-System bei der in „Objekt 2005h: TR-Geschwindigkeitsauflösung“ festgelegten Auflösung an (Standard: Schritte/ms skaliert).

Die Geschwindigkeit wird vorzeichenbehaftet, als Zweierkomplement ausgegeben:

- Zählrichtungseinstellung = steigend
  - Ausgabe positiv, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)
- Zählrichtungseinstellung = fallend
  - Ausgabe negativ, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

Index	**0x6030**
Beschreibung	Speed Value
Datentyp	Integer16
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Beispiel zur Berechnung der Geschwindigkeit in Umdr./min:

Annahme:

- *Objekt 6030h = 55 Schritte/ms*
- *Objekt 2005h = 15 Bit (Standardwert)*

Rechnung:

$$\frac{55 \text{ Schritte/ms}}{(15 \text{ Bit}) \ 32.768 \text{ Schritte/Umdr.}} * 60.000 \text{ ms/min} = \text{ca. } \mathbf{100 \text{ Umdr. / min}}$$

Wird der Wertebereich der Geschwindigkeit (-32768…+32767) über- oder unterschritten, werden die Grenzwerte (0x7FFF oder 0x8000) ausgegeben.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9 Mess-System Diagnose

9.9.1 Objekt 6500h: Betriebsstatus

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

Index	**0x6500**
Beschreibung	Operating Status
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Zählrichtung	steigend	fallend
1	reserviert		
2	Skalierungsparameter werden verwendet	-	ja
3 - 15	reserviert		

9.9.2 Objekt 6501h: Single-Turn Auflösung

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

Index	**0x6501**
Beschreibung	Singleturn Resolution
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Obergrenze	gerätespezifisch (Max.-Wert siehe Typenschild)

Single-Turn Auflösung			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

Standardwert: 4096 = 1000h Schritte pro Umdrehung (abhängig von der Kapazität, siehe Typenschild).

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.3 Objekt 6502h: Anzahl der Umdrehungen

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

Für ein Multi-Turn Mess-System ergibt sich aus der Anzahl der Umdrehungen und der Single-Turn Auflösung die Gesamtmesslänge, welche sich nach der untenstehenden Formel berechnen lässt. Die max. Anzahl der Umdrehungen ist 256.000 (18 Bit).

*Gesamtmesslänge in Schritten = Anzahl der Umdrehungen * Max. Single-Turn Auflösung*

Index	**0x6502**
Beschreibung	Number of distinguishable revolutions
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Obergrenze	gerätespezifisch

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.4 Objekt 6503h: Alarme

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

Index	**0x6503**
Beschreibung	Alarms
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

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

Positionsfehler

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

EE-PROM-Fehler

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.5 Objekt 6504h: Unterstützte Alarme

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

Index	**0x6504**
Beschreibung	Supported Alarms
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.6 Objekt 6505h: Warnungen

Das Objekt 6505h beinhaltet Informationen über die Warnungen und zeigen an, dass bestimmte Betriebsparameter überschritten wurden. Im Gegensatz zu den Alarmen beinhalten die Warnungen keine Anzeige für fehlerhafte Positionswerte.

Index	**0x6505**
Beschreibung	Warning
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Geschwindigkeitswarnung	Nein	Ja
1	Reserviert für weitere Verwendung		
2	Reserviert für weitere Verwendung		
3	Reserviert für weitere Verwendung		
4	Reserviert für weitere Verwendung		
5	Reserviert für weitere Verwendung		
6	Reserviert für weitere Verwendung		
7	Reserviert für weitere Verwendung		
8	Reserviert für weitere Verwendung		
9	Reserviert für weitere Verwendung		
10	Reserviert für weitere Verwendung		
11	Reserviert für weitere Verwendung		
12	Temperaturwarnung	Nein	Ja
13	herstellerspezifische Funktionen		
14	herstellerspezifische Funktionen		
15	herstellerspezifische Funktionen		

Grenzwerte:

- Geschwindigkeitswarnung: **>** 12500 Umdr./min
- Temperaturwarnung: ca. ≤-25 °C ; ca. ≥+85 °C

Alle Warnungen werden automatisch gelöscht, sobald sich die Betriebsparameter wieder im Normalbereich befinden.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.7 Objekt 6506h: Unterstützte Warnungen

Das Objekt 6506h beinhaltet Informationen über die Warnungen, die durch das Mess-System unterstützt werden.

Index	**0x6506**
Beschreibung	Supported Warning
Datentyp	UNSIGNED16
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Geschwindigkeitswarnung	Nein	Ja
1	Reserviert für weitere Verwendung		
2	Reserviert für weitere Verwendung		
3	Reserviert für weitere Verwendung		
4	Reserviert für weitere Verwendung		
5	Reserviert für weitere Verwendung		
6	Reserviert für weitere Verwendung		
7	Reserviert für weitere Verwendung		
8	Reserviert für weitere Verwendung		
9	Reserviert für weitere Verwendung		
10	Reserviert für weitere Verwendung		
11	Reserviert für weitere Verwendung		
12	Temperaturwarnung	Nein	Ja
13	herstellerspezifische Funktionen		
14	herstellerspezifische Funktionen		
15	herstellerspezifische Funktionen		

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.8 Objekt 6507h: Profil- und Softwareversion

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

Index	**0x6507**
Beschreibung	Profile and Software Version
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Mandatory
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

z.B.:	Profilversion:	3.2	
	Binärcode:	00000011	00000010
	Hexadezimal:	03	02

Die zweiten 16 Bit enthalten den Index der Softwareversion aus Objekt 100Ah.

z.B.:	Softwareversions-Index:	1.02	
	Binärcode:	00000001	00000010
	Hexadezimal:	01	02

Die Softwareversion ohne Versionsindex ist in Objekt 100Ah enthalten, siehe Seite 34.

Profilversion		**Softwareversions-Index**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

9.9.9 Objekt 6508h: Betriebsdauer

Dieses Objekt speichert die Betriebsdauer in den nichtflüchtigen Speicher solange das Mess-System mit Strom versorgt wird.

Die Betriebsdauer wird in 0,1 Std. pro Digit erfasst.

Index	**0x6508**
Beschreibung	Operating Time
Datentyp	UNSIGNED32
Kategorie	Optional
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

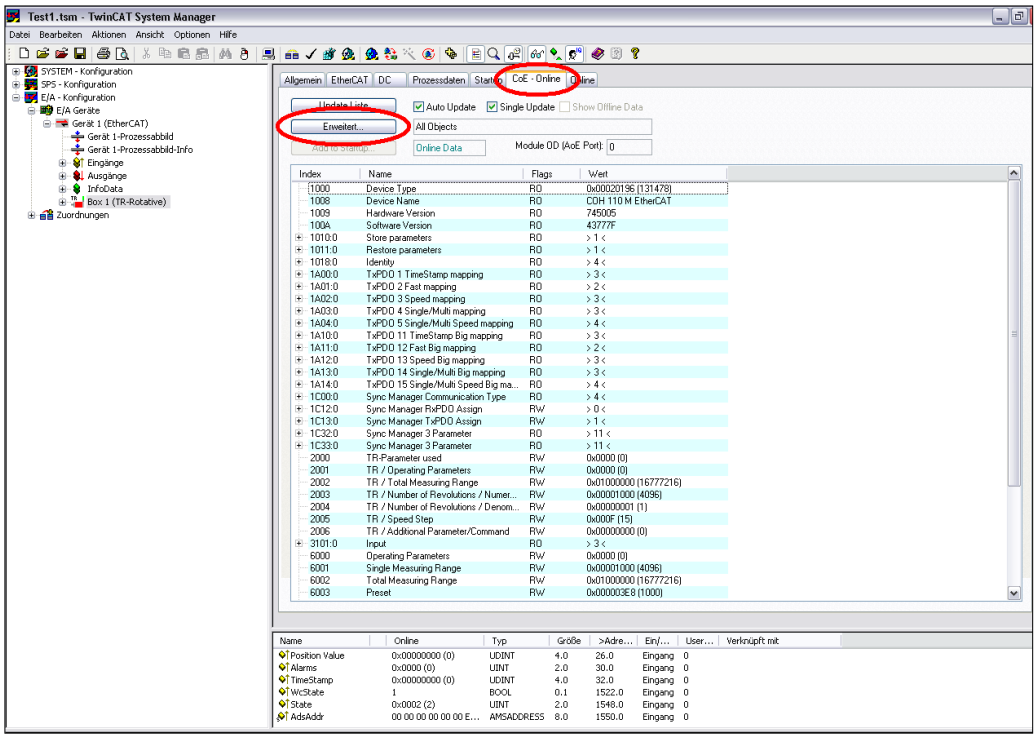
© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

10 Vom Mess-System unterstütze Objekte auslesen

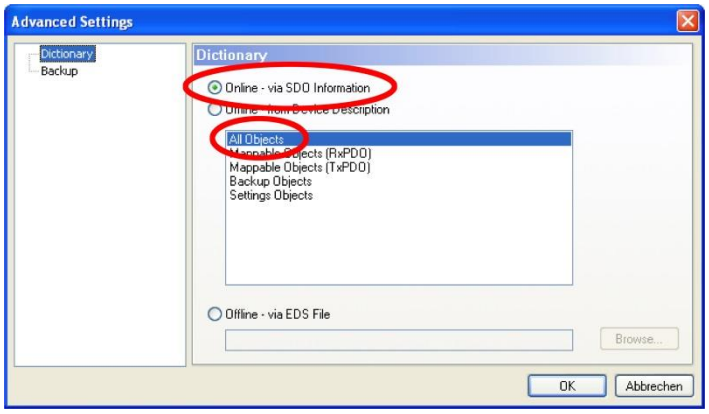
Die in diesem Handbuch beschriebenen Objekte stellt die max. Anzahl von Objekten dar. Welche Objekte vom Mess-System tatsächlich unterstützt werden, kann durch den EtherCAT „SDO Information Service“ ausgelesen werden.
Üblicherweise stellt der EtherCAT-Master entsprechende Mechanismen für das Auslesen der unterstützten Objekte zur Verfügung. Die Kenntnis über den Protokoll-Aufbau und internen Abläufe sind daher nicht notwendig.

Vorgehensweise bei Verwendung der „TwinCAT System Manager“ Konfigurationssoftware:

- Online-Verbindung herstellen
- Programmreiter ***CoE – Online*** auswählen
- Button ***Erweitert*** klicken



- Radio-Button ***Online...*** auswählen
- --> ***Alle Objekte***



© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11 Fehlerursachen und Abhilfen

11.1 Optische Anzeigen

Lage und Zuordnung der LEDs sind der gerätespezifischen Steckerbelegung zu entnehmen.

L/A 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 Steckersitz 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.	-

11.2 Mess-System – Fehler

Mess-System – Fehler werden über Objekt 6503h: Alarme gemeldet, siehe auch Seite 69.

Fehlercode	Ursache	Abhilfe
Bit 2^0 = 1, Positionsfehler	Ausfall von Abtastelementen im Mess-System	Versorgungsspannung eventuell ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
Bit 2^{12} = 1, EE-PROM-Fehler	Speicherbereich im internen EE-PROM defekt	

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.3 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	**Kommando-Code (CCD)**	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 7: Abort SDO Transfer Request

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.3.1 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 8: SDO Abort Codes

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.4 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 9: Emergency Request

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.4.1 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 10: Emergency Error Codes

11.4.2 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 11: Aufbau des Error Registers

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.5 Sonstige Störungen

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

EtherCAT®
+Incremental

Rotary Encoder

Series: 58

Validity also for:

- C_ _ 582_-1_ _ _ _
- C_ _ 582_-2_ _ _ _
- C_ _ 802_-1_ _ _ _
- C_ _.1102_-1_ _ _ _

_*Additional safety instructions*
_*Installation*
_*Commissioning*
_*Parameterization*
_*Cause of faults and remedies*

User Manual Interface

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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

Copyright protection

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

Subject to modifications

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

Document information

Release date / Rev. date:	05/20/2026
Document / Rev. no.:	TR-ECE-BA-DGB-0094v15
File name:	TR-ECE-BA-DGB-0094v15.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 a 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Contents

1 General information 87
1.1 Applicability 87
1.2 References 88
1.3 Abbreviations used / Terminology 89

2 Additional Safety Instructions 91
2.1 Definition of symbols and notes 91
2.2 Additional instructions for proper use 91
2.3 Organizational measures 92

3 EtherCAT Information 93
3.1 EtherCAT functional principle 93
3.2 Protocol 94
3.3 Distributed clocks 94
3.4 Device profile 95
3.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE) 96
3.5 Object dictionary 97
3.6 Process and Service Data Objects 97
3.6.1 Compatibility with the CiA DS-301 communication profile 98
3.6.2 Extensions to the CiA DS-301 communication profile 98
3.7 Transmission of SDO messages 99
3.7.1 CANopen over EtherCAT protocol 101
3.7.1.1 Initiate SDO Download Expedited Request 101
3.7.1.2 Initiate SDO Download Expedited Response 102
3.7.1.3 Initiate SDO Upload Expedited Request 103
3.7.1.4 Initiate SDO Upload Expedited Response 104
3.8 PDO mapping 105
3.9 EtherCAT State Machine (ESM) 105
3.10 Further information 106

4 Incremental – interface (optional) 107
4.1 Cable definition 107
4.2 Data transmission 107

5 Installation / Preparation for Commissioning 108
5.1 Connection – notes 108
5.2 Switching on the supply voltage 109

6 Commissioning 110
6.1 Device description file 110
6.2 Bus status display 110

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

7 Operating Modes 111

8 Communication-Specific Standard Objects (CiA DS-301) 112

8.1 Object 1000h: Device type 113
8.2 Object 1008h: Manufacturer device name 113
8.3 Object 1009h: Manufacturer hardware version 114
8.4 Object 100Ah: Manufacturer software version 114
8.5 Object 1010h: Store Parameters 114
8.6 Object 1011h: Restore default parameter values 115
8.7 Object 1018h: Identity object 116
8.8 Structure of the mapping parameter 117
8.8.1 Object 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping 117
8.8.2 Object 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping 118
8.8.3 Object 1A02h: 3rd Transmit PDO Mapping 119
8.8.4 Object 1A03h: 4th Transmit PDO Mapping 119
8.8.5 Object 1A04h: 5th Transmit PDO Mapping 120
8.8.6 Object 1A10h: 11th Transmit PDO Mapping 121
8.8.7 Object 1A11h: 12th Transmit PDO Mapping 121
8.8.8 Object 1A12h: 13th Transmit PDO Mapping 122
8.8.9 Object 1A13h: 14th Transmit PDO Mapping 123
8.8.10 Object 1A14h: 15th Transmit PDO Mapping 123
8.9 Object 1C00h: Sync Manager Communication Type 124
8.10 Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input) 125
8.11 Object 1C33h: Sync Manager 3, Parameter 126

9 Manufacturer and Profile Specific Objects (CiA DS-406) 129

9.1 Object 2000h: Mode selection TR / CiA DS-406 130
9.2 TR - Mode 131
9.2.1 Object 2001h: TR-Operating parameters, code sequence 131
9.2.2 Scaling parameter 131
9.2.2.1 Object 2002h: TR-Total measuring range 132
9.2.2.2 Object 2003h - 2004h: TR-Number of revolutions numerator / denominator 133
9.2.3 Object 2005h: TR-Speed unit 136
9.2.4 Object 2006h: TR-Additional Parameter/Commands (device specific) 136
9.3 Objects for the optional incremental interface 137
9.3.1 Object 2400h: Phase K1/K2 137
9.3.2 Object 2401h: Incremental - Pulses/Revolution 137
9.3.3 Object 2402h: K0 Condition 138
9.3.4 Object 2403h: Preset K0 138
9.4 Object 3101h: Input 139
9.5 CiA DS-406 - Mode 140
9.5.1 Object 6000h: Operating parameters, code sequence 140
9.5.2 Scaling parameter 141
9.5.2.1 Object 6001h: Single measuring range 141
9.5.2.2 Object 6002h: Total measuring range 142

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.6 Object 6003h: Preset value 144
9.7 Object 6004h: Position value 145
9.8 Object 6030h: Speed 145
9.9 Measuring system diagnostics 147
9.9.1 Object 6500h: Operating status 147
9.9.2 Object 6501h: Single-Turn resolution 147
9.9.3 Object 6502h: Number of revolutions 148
9.9.4 Object 6503h: Alarms 149
9.9.5 Object 6504h: Supported alarms 150
9.9.6 Object 6505h: Warnings 151
9.9.7 Object 6506h: Supported warnings 152
9.9.8 Object 6507h: Profile and software version 153
9.9.9 Object 6508h: Operating time 153

10 Read-out the supported objects of the measuring system 154

11 Error Causes and Remedies 155
11.1 Optical displays 155
11.2 Measuring system errors 155
11.3 Abort SDO Transfer Request Protocol 156
11.3.1 SDO Abort Codes 157
11.4 Emergency Request Protocol 158
11.4.1 Emergency Error Codes 159
11.4.2 Error Register 159
11.5 Miscellaneous faults 160

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Revision index

Revision	Date	Index
First release	07/07/2011	00
Selectable resolutions on object 2005 changed	09/20/2011	01
Total measuring range 0x2002 and 0x6002 set to 2147483647	10/12/2011	02
Neutral representation of the connectors/LED´s	10/25/2012	03
Data capacity specified for actual position on the bus for version without bus cap	03/14/2013	04
Disbanding of the complete XML-file “TR-Ethercat-Devices_V017.xml“ into individual files	05/21/2013	05
Scaling parameter edited	10/07/2013	06
Added optional incremental interface	07/02/2014	07
Change the sign of “Time Stamp” to ns	09/29/2014	08
Reference to Support-DVD removed	02/03/2016	09
Additional notes in relation of the object storage properties	02/18/2016	10
- Technical data removed - Pin assignment removed	03/24/2017	11
Validity also for order numbers: C_ _58**2**_-**1**_ _ _ _	01/22/2020	12
Cable specification for supply voltage edited	01/27/2022	13
Validity extended by C_ _ 58**2**_-**2**_ _ _ _	04/25/2022	14
Validity extended by C_ _ 80**2**_-**1**_ _ _ _ ; C _ _ 110**2**_ - **1** _ _ _ _	05/19/2026	15

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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
- 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*** and ***optional incremental*** interface:

- CEV-58, CEH-58, CEK-58, CES-58
- COV-58, COH-58, COK-58, COS-58

This user manual also applies to measuring systems with the following material numbers: C__58**2**_-**1**____; C__58**2**_-**2**____; C__80**2**_-**1**____; C__110**2**_-**1**____

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

The following documentation therefore also applies:

- see chapter "Other applicable documents" in the Assembly Instructions www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-DGB-0035

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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
9.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

1.3 Abbreviations used / Terminology

CEV	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Solid Shaft
CEH	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Hollow through Shaft
CEK	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Integrated Claw Coupling
CES	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, Blind Shaft
COV	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Solid Shaft
COH	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Hollow through Shaft
COK	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Integrated Claw Coupling
COS	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, Blind Shaft
CE_	Absolute Encoder with optical scanning unit ≤ 15 bit resolution, all mechanical versions
CO_	Absolute Encoder with optical scanning unit > 15 bit resolution, all mechanical versions
C__	Absolute Encoder, all versions
CW	Direction of rotation clockwise, with view onto the flange side
CCW	Direction of rotation counter-clockwise, with view onto the flange side
EMC	***E***lectro ***M***agnetic ***C***ompatibility
IEC	International Electrotechnical Commission

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Bus-specific

EDS	***E***lectronic ***D***ata ***S***heet
ESM	***E***therCAT ***S***tate ***M***achine
CAN	Controller Area Network. Data Layer Protocol for serial communication, described in ISO 11898.
CiA	**C**AN **i**n **A**utomation international manufacturer and user organization e.V.: non-profit association for 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**x**tensible **M**arkup **L**anguage, description file for commissioning the measuring system.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3 EtherCAT Information

EtherCAT (**Ether**net for **C**ontrol and **A**utomation **T**echnology) 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.

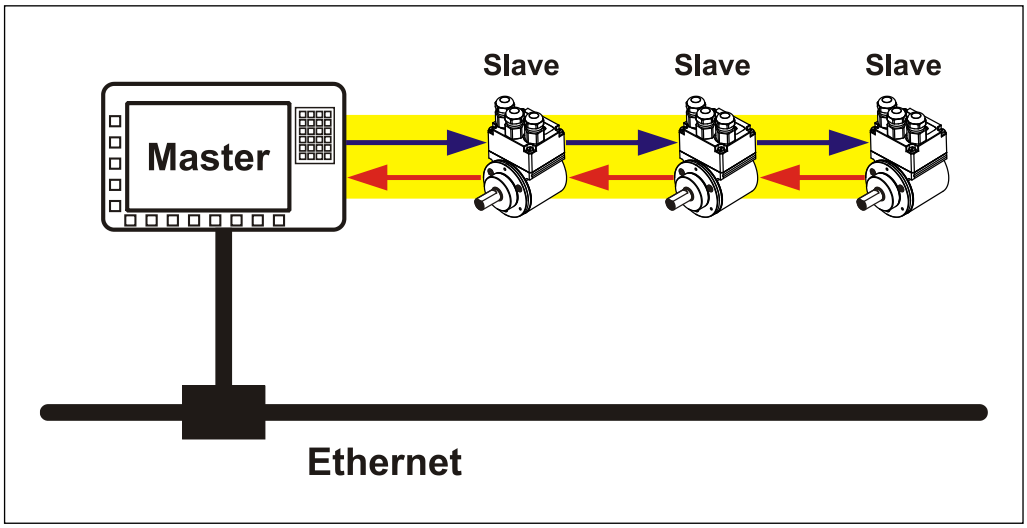


Figure 1: EtherCAT functional principle

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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 are 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.

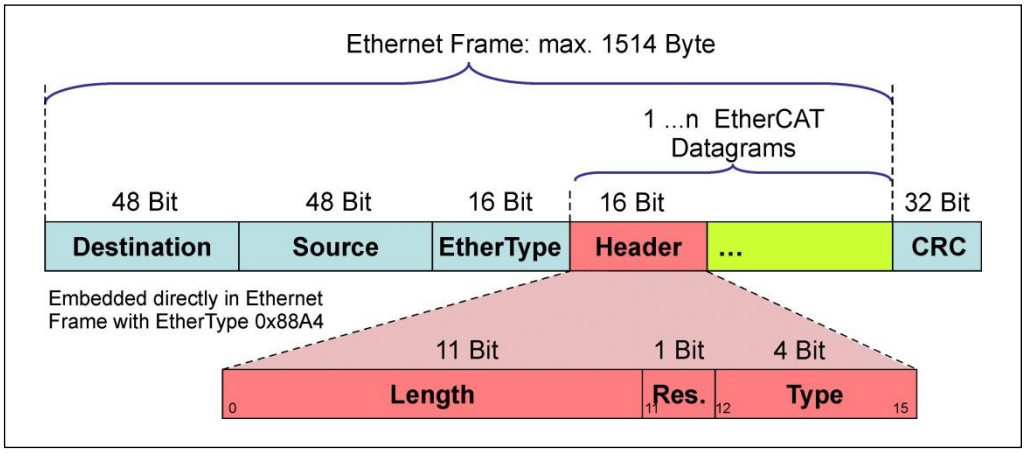


Figure 2: Ethernet frame structure

3.3 Distributed clocks

When spatially distributed processes require simultaneous actions, exact synchronization of the subscribers in the network is necessary. For example, in the case of applications in which several servo axes must execute simultaneously coordinated sequences.
For this purpose the "Distributed clocks" function in accordance with standard IEEE 1588 is available in EtherCAT.
As the communication uses a ring structure, the master clock can exactly determine the runtime offset to the individual slave clocks, and also vice-versa. The distributed clocks can be readjusted across the network on the basis of this determined value. The jitter of this time base is well below 1µs.
Distributed clocks can also be used efficiently for position detection, as they provide exact information at a local time point of the data acquisition. Through the system, the accuracy of a speed calculation no longer depends on the jitter of the communication system.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.4 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.

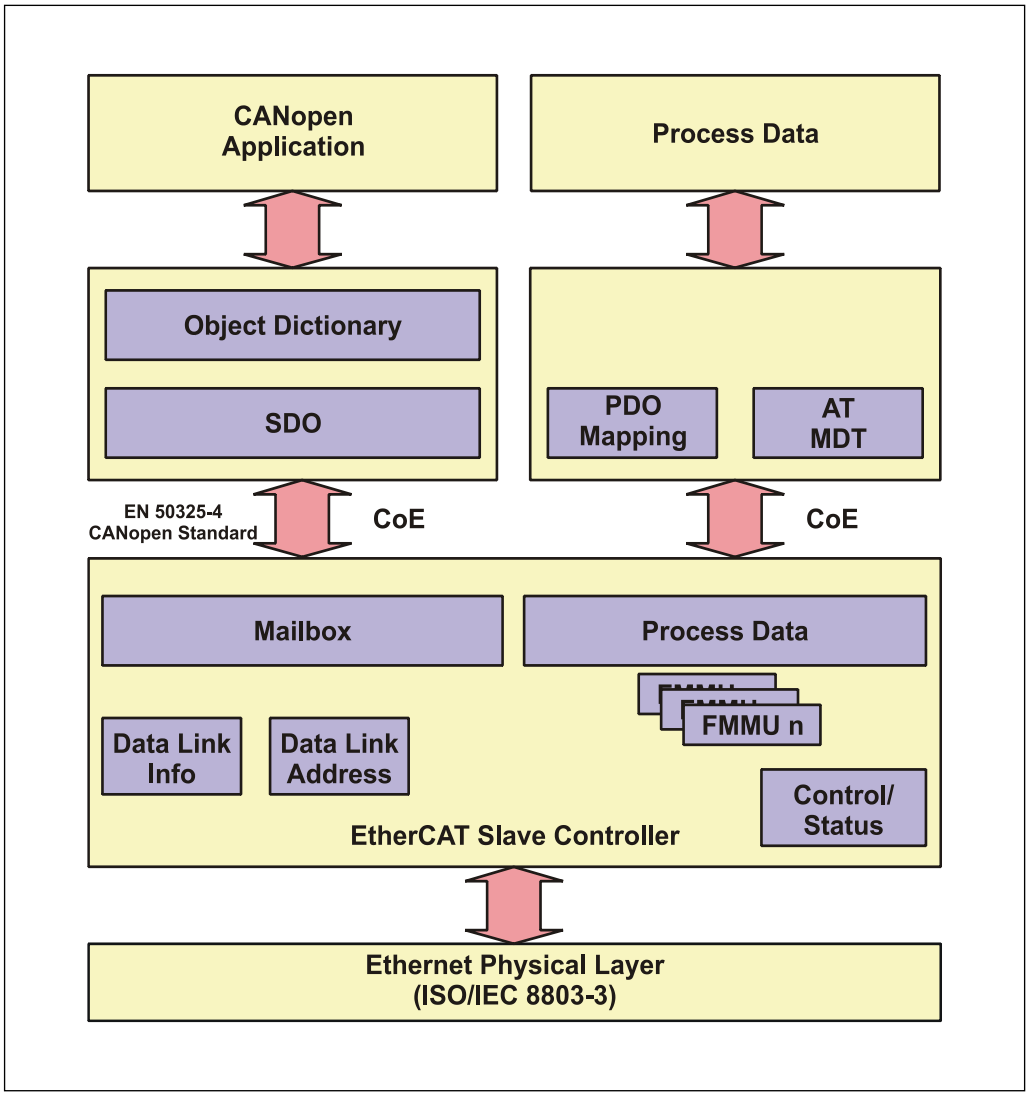


Figure 3: CANopen over EtherCAT communication mechanism

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.4.1 CANopen over EtherCAT (CoE)

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

- 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 re-used. The objects can be optionally extended.

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

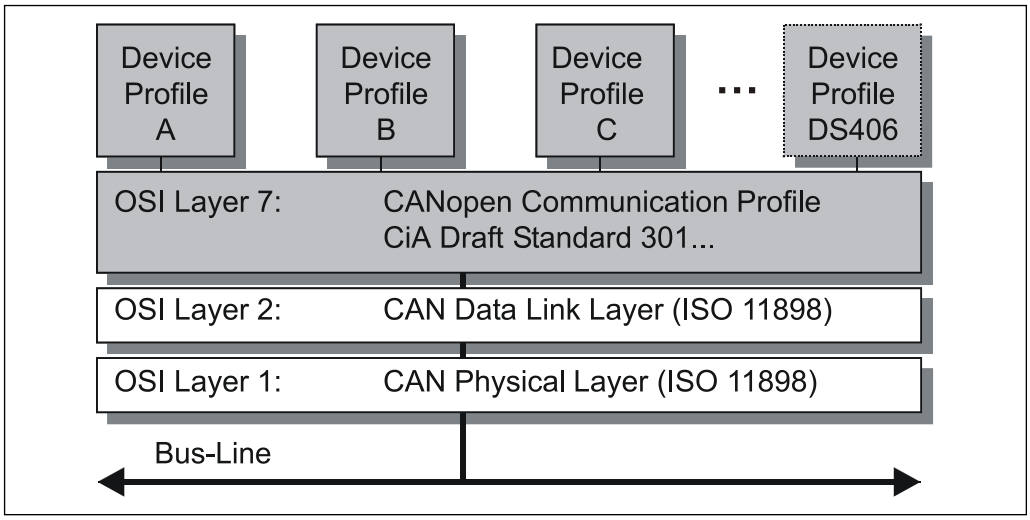


Figure 4: CANopen organized in the ISO/OSI layer model

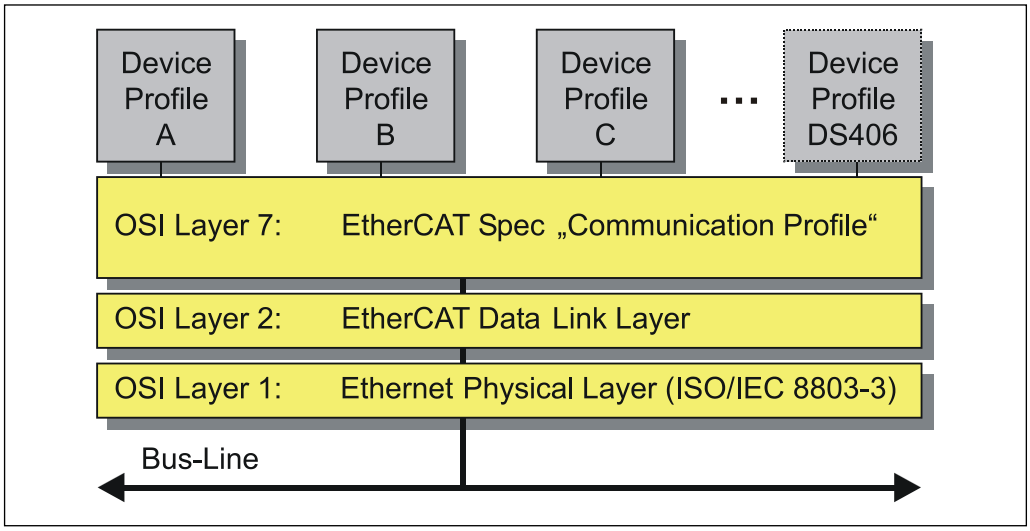


Figure 5: EtherCAT organized in the ISO/OSI layer model

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.5 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

3.6 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

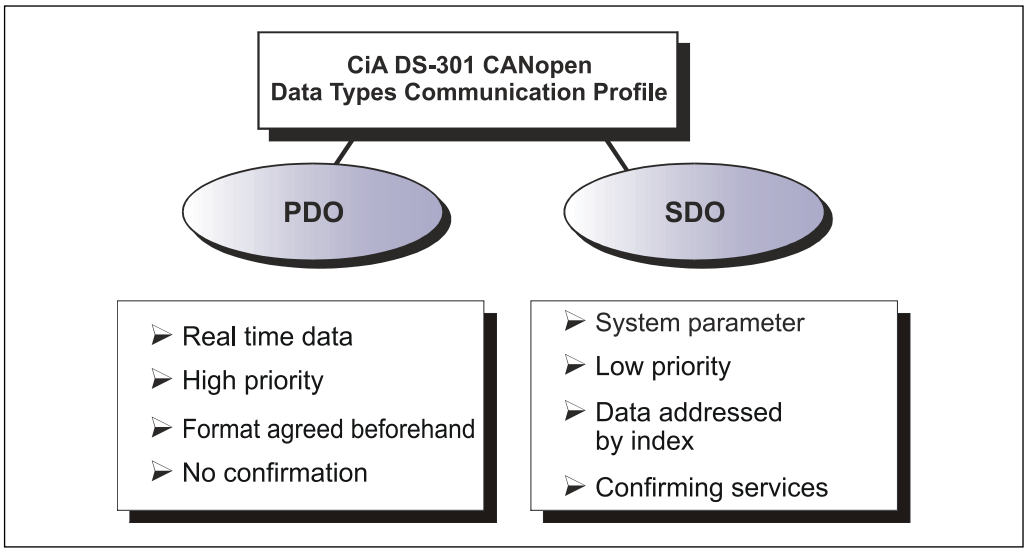


Figure 7: Comparison of PDO/SDO characteristics

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.6.1 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

3.6.2 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7 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 abort 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1 CANopen over EtherCAT protocol

3.7.1.1 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	Command code (CCD)	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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.2 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	0x00
		Transmission type	unsigned:1	0x00
		Data record size	unsigned:2	0x00
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x03: Initiate Download Response
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index

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 abort code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 157.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.3 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	0x00
		Transmission type	unsigned:1	0x00
		Data record size	unsigned:2	0x00
		Total access	unsigned:1	0x00
		Command	unsigned:3	0x02: Initiate Upload Request
		Index	WORD	Object index
		Sub-Index	BYTE	Object sub-index

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.7.1.4 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	Command code (CCD)	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 abort code, which provides information on the cause of the error, see chapter SDO Abort Codes, page 157.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.8 PDO mapping

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

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

3.9 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.

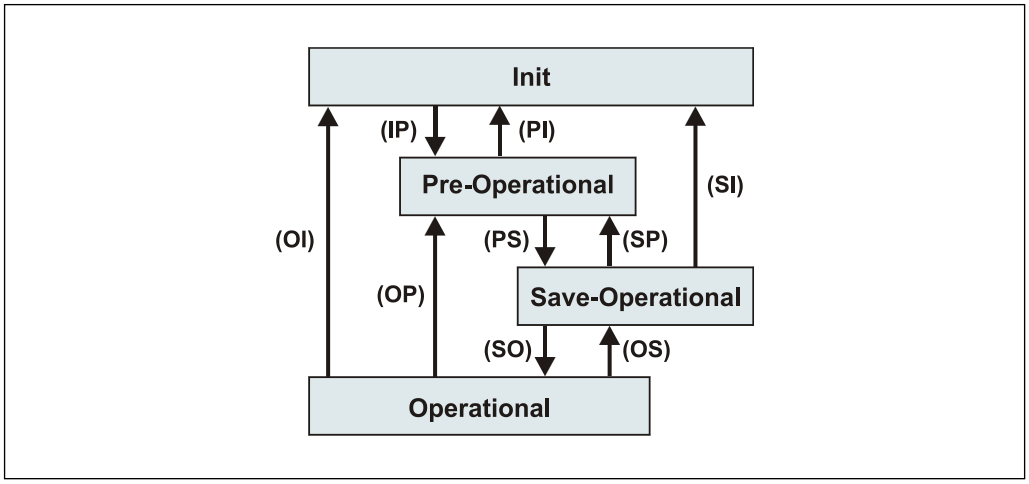


Figure 8: EtherCAT State Machine

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

3.10 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 Nürnberg
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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

4 Incremental – interface (optional)

4.1 Cable definition

Signal	Line, e.g. 64-200-021: 2x2x0.25+3x0.14+2x0.5 mm²
K1+, K1-	min. 0,25 mm², twisted in pairs and shielded
K2+, K2-	
K0+, K0-	min. 0,14 mm², twisted in pairs and shielded

4.2 Data transmission

Angular increments are recorded via a pulse disk with a fixed number of cycles per revolution. A scanning unit with an integrated optoelectronic system generates electrical signals and emits pulses (measuring increments) which are pre-processed at trigger stages.

The resolution of the measuring system is defined via the number of light/dark segments (number of increments per revolution) on the pulse disk. At the standard version for e.g. the measuring system outputs a signal sequence of 1024 pulses while completing a single revolution. In order to evaluate the code sequence, a 2nd signal sequence with a 90° phase offset is output for the control.

The counter of an external control system can be reset with the additional zero pulse in order to define the mechanical control reference point.

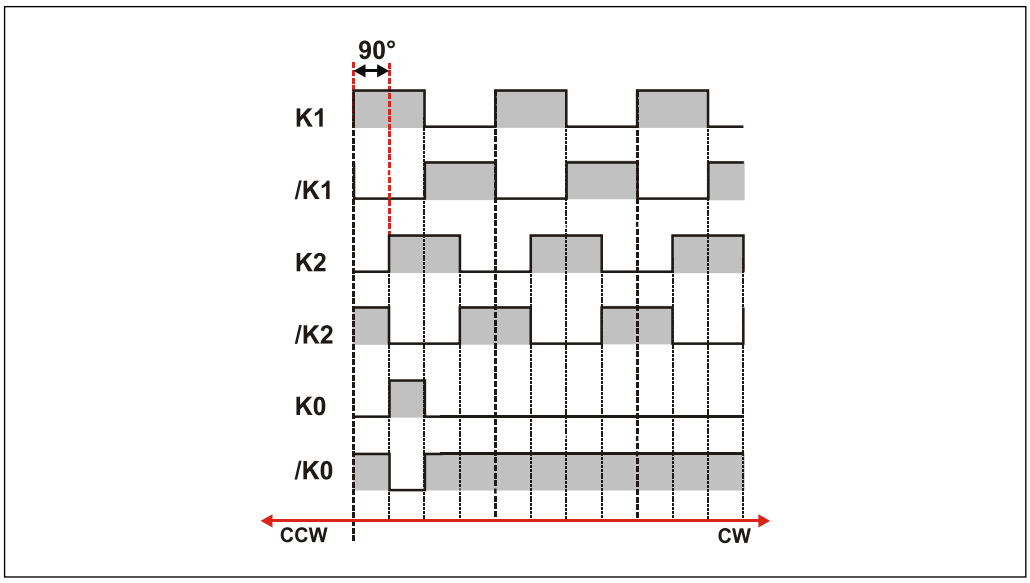


Figure 9: Incremental signals

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

5 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!

5.1 Connection – notes

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

Whether the measuring system supports

- additional interfaces, e.g. an Incremental interface
- external inputs such as the Preset

is therefore defined by the device specific pin assignment.

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

At the delivery of the measuring system one device specific pin assignment in printed form is enclosed.
The number of the pin assignment is noted on the nameplate of the measuring system.
With the pin assignment number, the pin assignment can be downloaded from the internet page:
"http://www.tr-electronic.com/service/downloads/pin-assignments.html".

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

5.2 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 during the execution of the service. This applies for the **SAFE-OPERATIONAL** and **OPERATIONAL** states. Mailbox access is generally triggered by SDO requests.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

6 Commissioning

6.1 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 files are called **"TR-Ethercat_C-Series_xxx.xml"** or **“TR-Ethercat_C-Series+Inc_xxx.xml”** at optional incremental interface.

Download:

- TR-Ethercat_C-Series_xxx.xml: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0037
- TR-Ethercat_C-Series+Inc_xxx.xml at optional incremental interface: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0039

6.2 Bus status display

The EtherCAT measuring system is equipped with three green diagnostic LEDs. Position and allocation of the LEDs have to be taken from the device specific pin assignment!

Link / Activity IN+OUT - LED	Description
ON = Link	Ethernet connection established
Flickering = Data Activity	IN = Data transfer RxD, OUT = Data transfer TxD

Net Run - LED	EtherCAT State Machine
OFF	The device is in state *INIT*
Blinking, 2.5 Hz	The device is in state *PRE-OPERATIONAL*
Single Flash, 200 ms ON / 1000 ms OFF	The device is in state *SAFE-OPERATIONAL*
ON	The device is in state *OPERATIONAL*
Flickering, 10 Hz	The device is booting and has not yet entered the *INIT* state

For appropriate measures in case of error see chapter "Optical displays" page 155.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

7 Operating Modes

Two operating modes are supported by the measuring system:

- Synchronous
- Distributed Clocks

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

In "Distributed Clocks" operating mode, the process data is output synchronously to a self-defined time. The relevant settings are made in the EtherCAT master. By the measuring system the synchronization signals "SYNC0" and "SYNC1" are supported.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8 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	113
1008	VAR	Manufacturer device name	String	const	O	113
1009	VAR	Manufacturer hardware version	String	const	O	114
100A	VAR	Manufacturer software version	String	const	O	114
1010	ARRAY	Save parameter	Unsigned32	rw	O	114
1011	ARRAY	Restore parameter	Unsigned32	rw	O	115
1018	RECORD	Identity object	Identity	ro	M	116
1A00 [1)]	RECORD	TxPDO 1 TimeStamp mapping	PDO Mapping	ro	C	117
1A01 [1)]	RECORD	TxPDO 2 Fast mapping	PDO Mapping	ro	C	118
1A02 [1)]	RECORD	TxPDO 3 Speed mapping	PDO Mapping	ro	C	119
1A03 [1)]	RECORD	TxPDO 4 Single/Multi mapping	PDO Mapping	ro	C	119
1A04 [1)]	RECORD	TxPDO 5 Single/Multi Speed mapping	PDO Mapping	ro	C	120
1A10 [2)]	RECORD	TxPDO 11 TimeStamp Big mapping	PDO Mapping	ro	C	121
1A11 [2)]	RECORD	TxPDO 12 Fast Big mapping	PDO Mapping	ro	C	121
1A12 [2)]	RECORD	TxPDO 13 Speed Big mapping	PDO Mapping	ro	C	122
1A13 [2)]	RECORD	TxPDO 14 Single/Multi Big mapping	PDO Mapping	ro	C	123
1A14 [2)]	RECORD	TxPDO 15 Single/Multi Speed Big mapping	PDO Mapping	ro	C	123
1C00	ARRAY	Sync Manager Communication type	Unsigned8	ro	M	124
1C12	-	Sync Manager RxPDO allocation	not supported, because no RxPDOs are available			
1C13	ARRAY	Sync Manager TxPDO allocation	Unsigned16	ro	M	125
1C32	-	Sync Manager 3 Parameter (Output)	not supported, because no outputs are available			
1C33	ARRAY	Sync Manager 3 Parameter (Input)	Unsigned16	ro	O	126

Table 5: Communication-specific standard objects

[1)] Little Endian format
[2)] Big Endian format

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.1 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**	**Default**
01	Absolute single turn encoder	depending on the encoder type
02	Absolute multi turn encoder	

8.2 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.3 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	" ", depending on the device type

8.4 Object 100Ah: Manufacturer software version

Contains the manufacturer software version without version index.
The index of the software version can be read out of the object 6507h.

Index	0x100A
Name	Software version
Object code	VAR
Data type	VISIBLE_STRING
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	" ", depending on the device type

8.5 Object 1010h: Store Parameters

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

Changed parameters are accepted only if the storage command is executed! The storage command is performed if the signature “save” is written to subindex 1.

Index	0x1010
Name	Store parameters
Object code	ARRAY
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
PDO mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	1	UNSIGNED8	ro
1	Accept and store parameters	write: 65766173h read: 1	UNSIGNED32	rw

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

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

MSB LSB

Bits	31-2	1	0
Value	= 0	0	1

In case of write access the device stores the parameters to the non-volatile memory. This procedure takes approx. 1s. In this time the measuring system isn't accessible at the bus.

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

MSB LSB

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

On reception of the correct signature, the device stores the parameters.
After reception of the write command, the device responds after about one second:

1. If the storing was successfully the device responds with the `SDO-Transmission-Response-Service` (Error-Code = 0000h -> EEPROM OK)
2. If the storing failed the device responds with the `SDO-Abort-Transfer-Service` (Abort-Code = 0606 0000h -> EEPROM defective).

If a wrong signature was written, the device refuses the storing and responds immediately with the Abort-Code = 0800 0020h.

8.6 Object 1011h: Restore default parameter values

This object supports the restoring of the default values of all writable parameters.

Index	**0x1011**
Name	Restore parameters
Object code	ARRAY
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
PDO mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	1	UNSIGNED8	ro
1	Restore all parameters	write: 64616F6Ch read: 1	UNSIGNED32	rw

By read access on subindex 1 the device provides information about its restoring capability.
Bit 0 = 1 means that the device supports the restoring of default values.

MSB LSB

Bits	31-1	0
Value	= 0	1

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

MSB LSB

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

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

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

8.7 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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Index	0x1018
Name	Identity
Object code	RECORD
Data type	IDENTITY
Category	Mandatory
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	4	UNSIGNED8	ro
1	Vendor ID	0000 0509h	UNSIGNED32	ro
2	Product code	device specific	UNSIGNED32	ro
3	Revision number	device specific	UNSIGNED32	ro
4	Serial number	device specific	UNSIGNED32	ro

8.8 Structure of the mapping parameter

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

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

31 … 16	15 … 8	7 … 0
Index	Sub-index	Length in bit

MSB LSB

8.8.1 Object 1A00h: 1st Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the first Transmit Process Data Object 0x1A00.

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 125.

Index	0x1A00
Name	TxPDO 1 TimeStamp mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro
3	TimeStamp	31010320h	UNSIGNED32	ro

LSB MSB

Position				Alarms		TimeStamp			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}

8.8.2 Object 1A01h: 2nd Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 and 2 can be transmitted with the second Transmit Process Data Object 0x1A01.

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 125.

Index	**0x1A01**
Name	TxPDO 2 Fast mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	2	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

8.8.3 Object 1A02h: 3rd Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the third Transmit Process Data Object 0x1A02.

The assignment of whether object 0x1A02 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 125.

Index	**0x1A02**
Name	TxPDO 3 Speed mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDP Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position				**Speed**		**Alarms**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8

8.8.4 Object 1A03h: 4th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the fourth Transmit Process Data Object 0x1A03.

The assignment of whether object 0x1A03 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 125.

Index	**0x1A03**
Name	TxPDO 4 Single / Multi mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
2	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Single				Position Multi				Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8

8.8.5 Object 1A04h: 5th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 4 can be transmitted with the fifth Transmit Process Data Object 0x1A04.

The assignment of whether object 0x1A04 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 125.

Index	**0x1A04**
Name	TxPDO 5 Single / Multi Speed mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	4	UNSIGNED8	ro
1	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
2	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
3	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
4	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Single				Position Multi				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^{23}-2^{16}	2^{31}-2^{24}	2^7-2^0	2^{15}-2^8	2^7-2^0	2^{15}-2^8

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

8.8.6 Object 1A10h: 11th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the eleventh Transmit Process Data Object 0x1A10.

The assignment of whether object 0x1A10 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 125.

Index	**0x1A10**
Name	TxPDO 11 TimeStamp Big mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro
3	TimeStamp	31010320h	UNSIGNED32	ro

LSB MSB

Position				**Alarms**		**TimeStamp**			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.8.7 Object 1A11h: 12th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 and 2 can be transmitted with the twelfth Transmit Process Data Object 0x1A11.

The assignment of whether object 0x1A11 is actually transmitted as process data is made via object "Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)" page 125.

Index	**0x1A11**
Name	TxPDO 12 Fast Big mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	2	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

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

8.8.8 Object 1A12h: 13th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the thirteenth Transmit Process Data Object 0x1A12.

The assignment of whether object 0x1A12 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 125.

Index	**0x1A12**
Name	TxPDO 13 Speed Big mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position	60040020h	UNSIGNED32	ro
2	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

8.8.9 Object 1A13h: 14th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 3 can be transmitted with the fourteenth Transmit Process Data Object 0x1A13.

The assignment of whether object 0x1A13 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 125.

Index	**0x1A13**
Name	TxPDO 14 Single / Multi Big mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	3	UNSIGNED8	ro
1	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
2	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
3	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Multi				**Position Single**				**Alarms**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.8.10 Object 1A14h: 15th Transmit PDO Mapping

The process data entered in sub-index 1 to 4 can be transmitted with the fifteenth Transmit Process Data Object 0x1A14.

The assignment of whether object 0x1A14 is actually transmitted as process data is made via object “Object 1C13h: Sync Manager Channel 3 (process data input)” page 125.

Index	**0x1A14**
Name	TxPDO 15 Single / Multi Speed Big mapping
Object code	RECORD
Data type	PDO_MAPPING
Category	Mandatory for each supported TxPDO
PDO Mapping	No

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	Description	Value	Data type	Access
0	Number of entries	4	UNSIGNED8	ro
1	Position Multi	31010220h	UNSIGNED32	ro
2	Position Single	31010120h	UNSIGNED32	ro
3	Speed	60300010h	UNSIGNED16	ro
4	Alarms	65030010h	UNSIGNED16	ro

LSB MSB

Position Multi				Position Single				Speed		Alarms	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 0	Byte 1	Byte 0	Byte 1
2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{31}-2^{24}	2^{23}-2^{16}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}	2^{15}-2^{8}	2^{7}-2^{0}

8.9 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
Data type	UNSIGNED8
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)

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

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)

8.10 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 Transmit Process Data Objects under Sub-Index 1 can be assigned as process data input:

Index	0x1C13
Name	Sync Manager TxPDO Assign
Object code	ARRAY
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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 0x1A01: TxPDO 2 0x1A02: TxPDO 3 0x1A03: TxPDO 4 0x1A04: TxPDO 5 0x1A10: TxPDO 11 0x1A11: TxPDO 12 0x1A12: TxPDO 13 0x1A13: TxPDO 14 0x1A14: TxPDO 15
Default	0x1A00: TxPDO 1

8.11 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	0x22: Synchronous – synchronized with Sync Manager 3 event 0x02: Distributed clocks

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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	Bit 0: Free Run supported Bit 1: Synchronous supported Bit 2: Distributed clocks 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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9 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	Mode selection TR / CiA DS-406	Unsigned16	rw	O	130
∘ 2001 1)	VAR	TR-Operating parameters, counting direction	Unsigned16	rw	O	131
∘ 2002 1)	VAR	TR-Total measuring range in steps	Unsigned32	rw	O	132
∘ 2003 1)	VAR	TR-Number of revolution, numerator	Unsigned32	rw	O	133
∘ 2004 1)	VAR	TR-Number of revolution, denominator	Unsigned32	rw	O	133
∘ 2005 1)	VAR	TR-Speed resolution	Unsigned16	rw	O	136
∘ 2006 1)	VAR	TR-Additional parameterization possibilities	Unsigned32	rw	O	136
∘ 2400 3)	VAR	Phase K1/K2	Unsigned16	rw	O	137
∘ 2401 3)	VAR	Pulses/Revolution	Unsigned32	rw	O	137
∘ 2402 3)	VAR	K0 Condition	Unsigned16	rw	O	138
• 2403 3)	VAR	Preset K0	Unsigned16	rw	O	138
3101	VAR	Input	DT3101, 112 bit	ro	O	137
∘ 6000 2)	VAR	Operating parameters, counting direction	Unsigned16	rw	M	140
∘ 6001 2)	VAR	Single measuring range	Unsigned32	rw	M	141
∘ 6002 2)	VAR	Total measuring range in steps	Unsigned32	rw	M	142
• 6003	VAR	Preset value	Unsigned32	rw	M	144
6004	VAR	Position value	Unsigned32	ro	M	145
6030	VAR	Speed value	Integer16	ro	O	145
Diagnostics						
6500	VAR	Operating status	Unsigned16	ro	M	147
6501	VAR	Single turn resolution	Unsigned32	ro	M	147
6502	VAR	Number of revolutions	Unsigned32	ro	M	148
6503	VAR	Alarms	Unsigned16	ro	M	149
6504	VAR	Supported alarms	Unsigned16	ro	M	150
6505	VAR	Warnings	Unsigned16	ro	M	151
6506	VAR	Supported warnings	Unsigned16	ro	M	152
6507	VAR	Profile and software version	Unsigned32	ro	M	153
6508	VAR	Operating time	Unsigned32	ro	M	153

Table 6: Encoder profile range

1) TR Objects
2) CiA DS-406 Objects
3) only available with optional incremental interface
∘ Activation and permanent storage must be performed about object 1010h
• immediate activation and permanent storage

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

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

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

Index	**0x2000**
Description	TR-Parameter used
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	0x0000 = CiA DS-406 mode
Upper limit	0x0001 = TR mode
Default	0x0000
Activation/Storage	about object 0x1010

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

CiA DS-406 mode	TR mode
0x6000, Counting direction 0x6001, Single measuring range 0x6002, Total measuring range in steps	0x2001, Counting direction 0x2002, Total measuring range in steps 0x2003, Number of revolution - numerator 0x2004, Number of revolution - denominator 0x2005, Speed resolution 0x2006, Additional parameterization possibilities

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2 TR - Mode

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

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

Index	**0x2001**
Description	TR-Operating parameters
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	0x0000 = increasing
Upper limit	0x0001 = decreasing
Default	0x0000
Activation/Storage	about object 0x1010

9.2.2 Scaling parameter

⚠ WARNING

NOTICE

Danger of personal injury and damage to property exists if the measuring system is restarted after positioning in the de-energized state by shifting of the zero point!

If the number of revolutions is not an exponent of 2 or is >4096, it can occur, if more than 512 revolutions are made in the de-energized state, that the zero point of the multi-turn measuring system is lost!

- Ensure that the quotient of ***Revolutions Numerator / Revolutions Denominator*** for a multi-turn measuring system is an exponent of 2 of the group 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096).

  or

- Ensure that every positioning in the de-energized state for a multi-turn measuring system is within 512 revolutions.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.2.1 Object 2002h: TR-Total measuring range

Defines the ***total number of steps*** of the measuring system before the measuring system restarts at zero.

Index	**0x2002**
Description	TR / Total Measuring Range
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	16 steps
Upper limit	2147483647 = (0x7FFFFFFF)
Default	**16777216**
Activation/Storage	about object 0x1010

Total measuring range			
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}

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

*Total measuring range = Steps per revolution * Number of revolutions*

To calculate, the parameters ***steps/rev.*** and ***the number of revolutions*** can be read on the measuring system nameplate.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.2.2 Object 2003h - 2004h: TR-Number of revolutions numerator / denominator

Together, these two parameters define the ***number of revolutions*** before the measuring system restarts at zero.

As decimal numbers are not always finite (as is e.g. 3.4), but they may have an infinite number of digits after the decimal point (e.g. 3.43535355358774...) the number of revolutions is entered as a fraction.

Number of revolutions numerator:

Index	**0x2003**
Description	TR / Number of revolutions / -numerator
Data type	UNSIGNED32
Category	optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1
Upper limit	256000
Default	**4096**
Activation/Storage	about object 0x1010

Number of revolutions denominator:

Index	**0x2004**
Description	TR / Number of revolutions / -denominator
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1
Upper limit	16384
Default	**1**
Activation/Storage	about object 0x1010

Number of revolutions:

$$\textit{Number of revolutions} = \frac{\textit{Number of revolutions numerator}}{\textit{Number of revolutions denominator}}$$

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

If it is not possible to enter parameter data in the permitted ranges of numerator and denominator, the attempt must be made to reduce these accordingly. If this is not possible, it may only be possible to represent the decimal number affected approximately. The resulting minor inaccuracy accumulates for real round axis applications (infinite applications with motion in one direction).
A solution is e.g. to perform adjustment after each revolution or to adapt the mechanics or gearbox accordingly.

*The parameter **"Steps per revolution"** may also be decimal number, however the **"Total measuring range"** may not. The result of the above formula must be rounded up or down. The resulting error is distributed over the total number of revolutions programmed and is therefore negligible.*

Preferably for linear axes (forward and backward motions):

*The parameter **"Revolutions denominator"** can be programmed as a fixed value of "1". The parameter **"Revolutions numerator"** is programmed slightly higher than the required number of revolutions. This ensures that the measuring system does not generate a jump in the actual value (zero transition) if the distance travelled is exceeded. To simplify matters the complete revolution range of the measuring system can also be programmed.*

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

The following example serves to illustrate the approach:

Given:

- *Measuring system with 4096 steps/rev. and max. 4096 revolutions*
- *Resolution 1/100 mm*
- *Ensure the measuring system is programmed in its full resolution and total measuring length (4096x4096):*
  Total number of steps = 16777216,
  Revolutions numerator = 4096
  Revolutions denominator = 1
- *Set the mechanics to be measured to the left stop position*
- *Set measuring system to "0" using the adjustment*
- *Set the mechanics to be measured to the end position*
- *Measure the mechanical distance covered in mm*
- *Read off the actual value of the measuring system from the controller connected*

Assumed:

- *Distance covered = 2000 mm*
- *Measuring system actual position after 2000 mm = 607682 steps*

Derived:

Number of revolutions covered = 607682 steps / 4096 steps/rev.
*= **148.3598633 revolutions***

*Number of mm / revolution = 2000 mm / 148.3598633 revs. = **13.48073499mm / rev.***

*For 1/100mm resolution this equates to a **Number of steps per revolution** of **1348.073499***

Required programming:

*Number of Revolutions numerator = **4096***
*Number of Revolutions denominator = **1***

$$\text{Total number of steps} = \text{Number of steps per revolution} * \frac{\text{Number of revolutions numerator}}{\text{Number of revolutions denominator}}$$

$$= 1348.073499 \text{ steps / rev.} * \frac{\text{4096 revolutions numerator}}{\text{1 revolution denominator}}$$

= ***5521709 steps*** *(rounded off)*

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.2.3 Object 2005h: TR-Speed unit

This object indicates the resolution in bit whereby the speed in „Object 6030h“ is calculated and output, see chapter 9.8 „Object 6030h: Speed” on page 145.

Index	**0x2005**
Description	TR / Speed unit
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Default	100
Activation/Storage	about object 0x1010

Selectable resolutions:

Value	**Speed resolution**
8	Steps/ms at 8 bit resolution
9	Steps/ms at 9 bit resolution
…	…
18	Steps/ms at 18 bit resolution
100	Steps/ms at scaled resolution *
101	Steps/10ms at scaled resolution *
102	Steps/100ms at scaled resolution *
103	Steps/s at scaled resolution *
200	rpm
201	rps

* scaled resolution:

- CiA-DS 406-Mode = object 0x6001
- TR-Mode = result of object (0x2002 * 0x2004) / 0x2003

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

9.2.4 Object 2006h: TR-Additional Parameter/Commands (device specific)

About this object device specific parameters and commands can be exchanged

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.3 Objects for the optional incremental interface

9.3.1 Object 2400h: Phase K1/K2

The object 2400h is only available with optional incremental interface. It defines if the incremental track K1 is leading or lagging to K2.

Index	**0x2400**
Description	Phase K1/K2
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Default	0
Activation/Storage	about object 0x1010

Value	Behaviour
0	K1 **leads** to K2 by 90° (turning direction cw with view on the flange)
1	K1 **lagging** to K2 by 90° (turning direction cw with view on the flange)

9.3.2 Object 2401h: Incremental - Pulses/Revolution

The object 2401h is only available with optional incremental interface. With it can be set the pulses per revolution of the incremental interface.

Index	**0x2401**
Description	Pulses/Revolution
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1
Upper limit	36000
Default	1024
Activation/Storage	about object 0x1010

Pulses/Revolution			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.3.3 Object 2402h: K0 Condition

The object 2402h is only available with optional incremental interface. It defines the switching time of the Incremental tracks K0 and /K0.

Index	**0x2402**
Description	K0 Condition
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	No
Default	0
Activation/Storage	about object 0x1010

Value	**Behaviour**
0	K0 if K1 = high and K2 = high
1	K0 if K1 = low and K2 = high
2	K0 if K1 = high and K2 = low
3	K0 if K1 = low and K2 = low

Example:

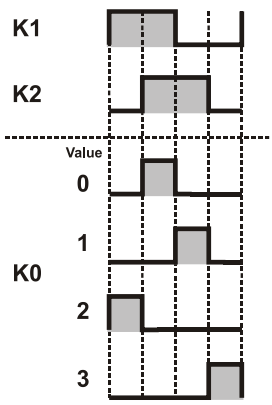


Figure 10: Example to K0 Condition

9.3.4 Object 2403h: Preset K0

The object 2403h is only available with optional incremental interface. With writing of "1" to this object, the zero pulse K0 will be set to the current measuring system position and it is saved immediately.

Index	**0x2403**
Description	Preset K0
Data type	UNSIGNED16
Category	Optional
Access	rw
PDO mapping	nein
Default	0
Activation/Storage	with write access

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.4 Object 3101h: Input

The object 3101 "Input" defines the output position value in form of Single Turn, Multi Turn and Time Stamp, which can be mapped over the Transmit Process Data Objects.

Index	**0x3101**
Name	Input
Object Code	DEFSTRUCT
Data type	DT3101: 112 Bit
Category	Optional

Sub-Index	**0**
Description	Number of entries
Data type	UNSIGNED8
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No
Value	3

Sub-Index	**1 ***
Description	Position Singleturn
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes

Sub-Index	**2 ***
Description	Position Multiturn
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes

* If the result of the scaling parameters is not an integer in “Steps per revolution” or “Number of revolutions” a rounded single turn/multi turn value is output.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Sub-Index	3
Description	Time Stamp
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes
Value	in ns

Example for calculating the current position out of the single turn and multi turn value:

*Position value = Position multi turn * Measuring steps per revolution + Position single turn*

For the calculation, the value of the measuring steps per revolution programmed currently has to be taken from the object 6001h.

9.5 CiA DS-406 - Mode

9.5.1 Object 6000h: Operating parameters, code sequence

The object with index 6000h supports only the function for the code sequence.
The code sequence defines whether increasing or decreasing position values are output when the measuring system shaft rotates clockwise or counter clockwise as seen on the flange side.

Index	0x6000
Description	Operating parameters
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	0x0000 = increasing
Upper limit	0x0001 = decreasing
Default	0x0000
Activation/Storage	about object 0x1010

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.5.2 Scaling parameter

WARNING

NOTICE

Danger of personal injury and damage to property exists if the measuring system is restarted after positioning in the de-energized state by shifting of the zero point!

If the number of revolutions is not an exponent of 2 or is >4096, it can occur, if more than 512 revolutions are made in the de-energized state, that the zero point of the multi-turn measuring system is lost!

- Ensure that the ***Number of Revolutions*** for a multi-turn measuring system is an exponent of 2 of the group 2^0, 2^1, 2^2…2^{12} (1, 2, 4…4096).

  or…

- Ensure that every positioning in the de-energized state for a multi-turn measuring system is within 512 revolutions.

9.5.2.1 Object 6001h: Single measuring range

The parameter “Single measuring range” sets the steps per revolution.

Index	**0x6001**
Description	Single Measuring Range
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	1 step per revolution
Upper limit	device specific (max. value see nameplate)
Default	4096
Activation/Storage	about object 0x1010

Single measuring range			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.5.2.2 Object 6002h: Total measuring range

Defines the ***total number of steps*** of the measuring system before the measuring system restarts at zero.

Index	**0x6002**
Description	Total Measuring Range
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Lower limit	16 steps
Upper limit	2147483647 = (0x7FFFFFFF)
Default	**16777216**
Activation/Storage	about object 0x1010

Total measuring range			
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}

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

*Total measuring range = Steps per revolution * Number of revolutions*

To calculate, the parameters ***steps/rev.*** and ***the number of revolutions*** can be read on the measuring system nameplate.

The Parameter „Number of revolutions“, which results out of the „total measuring range in steps“ and „measuring steps per revolution“ has following restriction:

The "number of revolutions" may be a decimal number which can be represented as fraction in the following area:

$$\frac{1\ldots256000}{1\ldots16384} = \textit{Number of revolutions}$$

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Example 1:

Assumed:

- *Measuring range in steps = 16777216*
- *Steps per revolution = 2048*

Derived:

$$\frac{16777216 \text{ steps}}{2048 \text{ steps/revolution.}} = 8192 \text{ revolutions} = \frac{8192}{1} \text{ revolutions possible} \Rightarrow$$

Example 2:

Assumed:

- *Measuring range in steps = 10000000*
- *Steps per revolution = 3600*

Derived:

$$\frac{10000000 \text{ steps}}{3600 \text{ steps/revolution.}} = 2777,\overline{7} \text{ revolutions} = \frac{25000}{9} \text{ revolutions possible} \Rightarrow$$

If the resulting number of revolutions cannot be represented in this area, then the "Measuring range in steps" is corrected to the next smaller value.

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.6 Object 6003h: Preset value

WARNING

NOTICE

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

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

The Preset Function can be used to adjust the measuring system to any position value within a range of 0 to measuring length in increments –1. With the writing to the object, the output position value is set without this having to be confirmed to in addition.

Index	**0x6003**
Description	Preset Value
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	rw
PDO mapping	No
Value	current position, or a value within the range from 0 to programmed measuring length in steps – 1
Activation/Storage	with write access

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}

In order to ensure a safe acceptance of the parameters

- Counting direction (Object 0x2001 or 0x6000) and the
- Scaling parameters (Objects 0x2002, 0x2003, 0x2004 or 0x6001, 0x6002)

changes must be first taken over and stored by means of “Object 1010h: Store Parameters”. In a further step the new Preset value can be written.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.7 Object 6004h: Position value

The object 6004h “Position Value” defines the output position value.

Index	**0x6004**
Description	Position Value
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	Yes

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}

9.8 Object 6030h: Speed

The object 6030h shows the output speed value, which is given in steps per ms, the resolution is given in “Object 2005h: TR-Speed unit”.

The speed value is signed and is output as a two’s complement.

- Code Sequence setting = increasing
  - Output positive, turning clockwise (view onto flange side)
- Code Sequence setting = decreasing
  - Output negative, turning clockwise (view onto flange side)

Index	**0x6030**
Description	Speed Value
Data type	Integer16
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	Yes

Speed value	
Byte 0	Byte 1
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

Example for the calculation of the speed in revolutions per minute:

Assumed:

- *Object 6030h = 55 steps/ms*
- *Object 2005h = 15 bit (default)*

Calculation:

$$\frac{55\ \text{steps/ms}}{(15\ \text{bit})\ 32.768\ \text{steps/revolution}} * 60.000\ \text{ms/min} = \text{approx.}\ \mathbf{100\ revolutions/min}$$

If the value range of the speed is under or over the limits of -32768…+32767, the limit values (0x7FFF or 0x8000) will be output.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9 Measuring system diagnostics

9.9.1 Object 6500h: Operating status

The object 6500h “Operating status” contains the operating status and information about the internal programmed parameters.

Index	**0x6500**
Description	Operating Status
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

Bit	**Function**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	code sequence	increasing	decreasing
1	reserved		
2	scaling parameters are used	-	Yes
3 - 15	reserved		

9.9.2 Object 6501h: Single-Turn resolution

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

Index	**0x6501**
Description	Singleturn Resolution
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Upper limit	device specific (max. value see nameplate)

Single-Turn resolution			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 to 2^0	2^{15} to 2^8	2^{23} to 2^{16}	2^{31} to 2^{24}

Standard value: 4096 = 1000h steps per revolution (depending on capacity marked on nameplate).

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.3 Object 6502h: Number of revolutions

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

For a Multi-Turn measuring system the number of distinguishable revolutions and the Single-Turn resolution gives the measuring range according to the formula below. The maximum number of distinguishable revolutions is 256.000 (18 bits).

*Measuring range = Number of revolutions * Single-Turn resolution*

Index	**0x6502**
Description	Number of distinguishable revolutions
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No
Upper limit	device specific

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.4 Object 6503h: Alarms

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

Index	**0x6503**
Description	Alarms
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	Yes

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

Position error

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

EE-PROM error

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.5 Object 6504h: Supported alarms

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

Index	**0x6504**
Description	Supported Alarms
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

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

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.6 Object 6505h: Warnings

This object provides the warnings and indicate that tolerance for certain internal parameters of the encoder have been exceeded. In contrast to alarm and emergency messages warnings do not imply incorrect position values.

Index	**0x6505**
Description	Warnings
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

Bit	**Function**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Speed warning	No	Yes
1	Reserved for further use		
2	Reserved for further use		
3	Reserved for further use		
4	Reserved for further use		
5	Reserved for further use		
6	Reserved for further use		
7	Reserved for further use		
8	Reserved for further use		
9	Reserved for further use		
10	Reserved for further use		
11	Reserved for further use		
12	Temperature warning	No	Yes
13	Manufacturer specific functions		
14	Manufacturer specific functions		
15	Manufacturer specific functions		

Limits:

- Speed warning: > 12500 revolutions/min
- Temperature warning: approx. ≤-25 °C; approx. ≥+85 °C

All warnings are cleared if the tolerances are again within normal parameters.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.7 Object 6506h: Supported warnings

The object 6506h provide the information on supported warnings by the encoder.

Index	**0x6506**
Description	Supported Warnings
Data type	UNSIGNED16
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

Bit	**Function**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Speed warning	No	Yes
1	Reserved for further use		
2	Reserved for further use		
3	Reserved for further use		
4	Reserved for further use		
5	Reserved for further use		
6	Reserved for further use		
7	Reserved for further use		
8	Reserved for further use		
9	Reserved for further use		
10	Reserved for further use		
11	Reserved for further use		
12	Temperature warning	No	Yes
13	Manufacturer specific functions		
14	Manufacturer specific functions		
15	Manufacturer specific functions		

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

9.9.8 Object 6507h: Profile and software version

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

Index	**0x6507**
Description	Profile and Software Version
Data type	UNSIGNED32
Category	Mandatory
Access	ro
PDO mapping	No

Example:	Profile version:	3.2	
	Binary code:	00000011	00000010
	Hexadecimal:	03	02

The 2nd 16 bits contain the index of the software version out of object 100Ah.

Example:	Software version index:	1.02	
	Binary code:	00000001	00000010
	Hexadecimal:	01	02

The software version without the index is contained in object 100Ah, see page 114.

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

9.9.9 Object 6508h: Operating time

The operating time is stored in the encoder nonvolatile memory as long as the encoder is power supplied.

The value is given in 0.1 hours per digit.

Index	**0x6508**
Description	Operating Time
Data type	UNSIGNED32
Category	Optional
Access	ro
PDO mapping	No

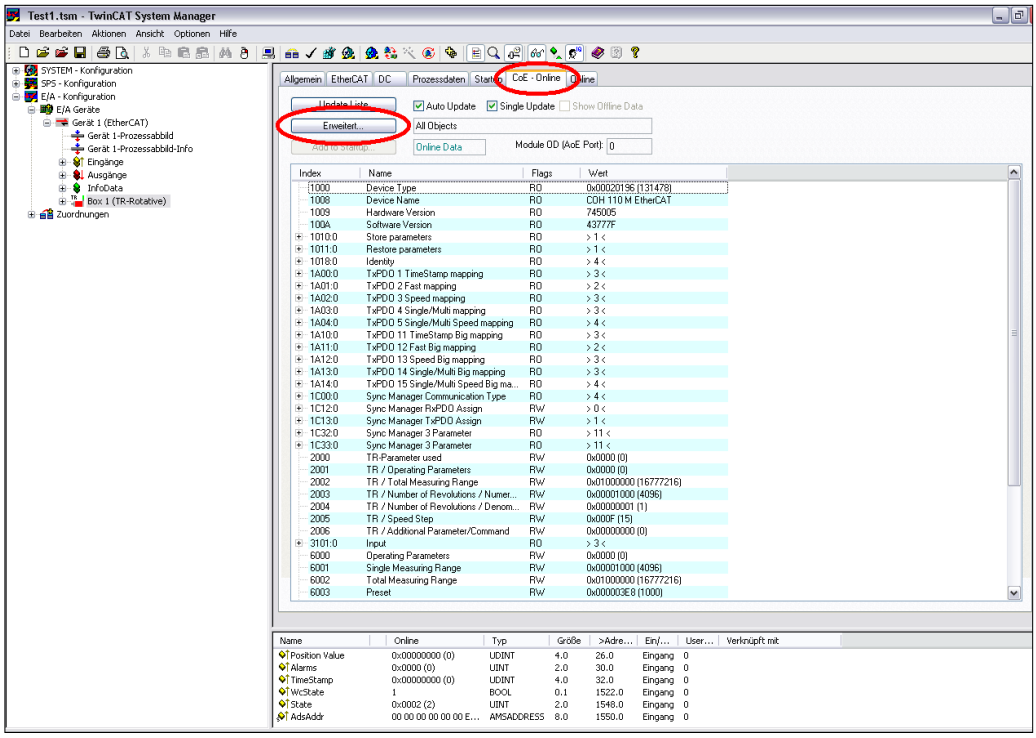
© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

10 Read-out the supported objects of the measuring system

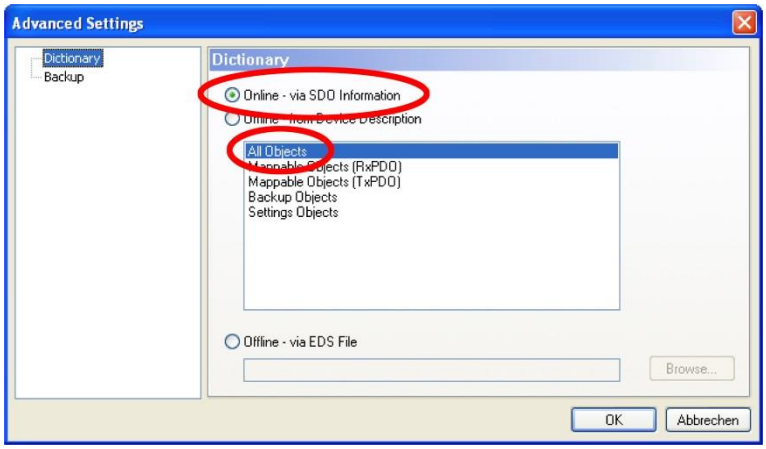
The objects described in this manual correspond to the max. number of objects. Which objects are actually supported by the measuring system, can be read-out by the EtherCAT "SDO Information Service".
Normally the EtherCAT master provides appropriate mechanisms for the read-out of the supported objects. Knowledge of the protocol structure and internal sequences is therefore not required.

Proceeding on use of the "TwinCAT System Manager" configuration software:

- Establish online connection
- Select program tab ***CoE – Online***
- Click the ***Advanced*** button



- Select radio button ***Online...***
- --> ***All Objects***



© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11 Error Causes and Remedies

11.1 Optical displays

Position and allocation of the LEDs have to be taken from the device specific pin assignment!

L/A LED	Cause	Remedies
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.	-

11.2 Measuring system errors

Measuring system errors are reported by means of Object 6503h: Alarms, see also page 149.

Error code	Cause	Remedies
Bit 2^0 = 1, Position error	Failure of scanning elements in the measuring system	Possibly shut-off measuring system voltage then switch on again. If the error recurs despite this measure, the measuring system must be replaced.
Bit 2^{12} = 1, EE-PROM error	Memory area in internal EE-PROM defective	

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.3 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	Command code (CCD)	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 7: Abort SDO Transfer Request

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.3.1 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 8: SDO Abort Codes

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.4 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 ≥ 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 9: Emergency Request

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.4.1 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 10: Emergency Error Codes

11.4.2 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 11: Structure of the error register

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved

11.5 Miscellaneous faults

Fault	Cause	Solution
Position skips of the measuring system	Strong vibrations	Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are dampened with "shock modules". If the error recurs despite these measures, the measuring system must be replaced.
	Electrical faults EMC	Perhaps isolated flanges and couplings made of plastic help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data lines. The shielding and line routing must be executed in accordance with the Equipment Mounting Directives for the respective field bus system.
	Extreme axial and radial load on the shaft may result in a scanning defect.	Couplings prevent mechanical stress on the shaft. If the error still occurs despite these measures, the measuring system must be replaced.

© TR Electronic GmbH 2011, All Rights Reserved