Safety over EtherCAT®

Original

Absolut Encoder CD_-75 EtherCAT/FSoE

Explosionsschutzgehäuse

_A**75*

Schutzgehäuse

_CDV115

CDH 75 M

CDV 75 M

DIN EN 61508: **SIL CL3**
DIN EN ISO 13849: **PL e**

_Sicherheitshinweise
_Gerätespezifische Kenndaten
_Installation/Inbetriebnahme
_Parametrierung
_Fehlerursachen und Abhilfen

Benutzerhandbuch Schnittstelle

TR - ECE - BA - D - 0118 - 07 09.07.2020

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:	09.07.2020
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR - ECE - BA - D - 0118 - 07
Dateiname:	TR-ECE-BA-D-0118-07.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 Bildschirm sichtbar ist und Software bzw. Menüauswahlen von Software.

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

Marken

EtherCAT® and Safety over EtherCAT® are registered trademarks and patented technologies, 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 2016, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 3

Änderungs-Index 6

1 Allgemeines 7

1.1 Geltungsbereich 7

1.2 Referenzen 8

1.3 Verwendete Abkürzungen und Begriffe 9

1.4 Hauptmerkmale 11

1.5 Prinzip der Sicherheitsfunktion 12

2 Sicherheitshinweise 13

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition 13

2.2 Organisatorische Maßnahmen 13

2.3 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit 14

2.3.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen 14

3 Technische Daten 15

3.1 Sicherheit 15

3.2 Elektrische Kenndaten 15

3.2.1 Allgemeine 15

3.2.2 Gerätespezifische 16

3.3 Maximal mögliche Schrittabweichung (Mastersystem / Prüfsystem) 17

4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung 18

4.1 Grundsätzliche Regeln 18

4.2 EtherCAT Übertragungstechnik, Kabelspezifikation 19

4.3 Anschluss 20

4.3.1 Versorgungsspannung 21

4.3.2 EtherCAT 22

4.3.3 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle 22

4.4 FSoE-Adresse einstellen 23

4.5 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle 24

4.5.1 Signalverläufe 25

4.5.2 Option HTL-Pegel, 13…27 VDC 26

5 Inbetriebnahme 27

5.1 EtherCAT / FSoE 27

5.2 Gerätebeschreibungsdatei (XML) 27

5.3 Bus-Statusanzeige 28

5.3.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz 28

5.3.2 Link / Data Activity LEDs 28

5.3.3 EtherCAT Run LED 29

5.3.4 Safety State LED 29

5.4 Inbetriebnahme über TwinCAT System Manager 29

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6 Aufbau der Prozessdaten 30
6.1 Sicherheitsgerichtete Prozessdaten 30
6.1.1 Eingangsdaten 31
6.1.1.1 SafeStatus 31
6.1.1.2 SafeVelocity 32
6.1.1.3 SafeMultiturn / SafeSingleturn 32
6.1.1.4 SafeScaled 33
6.1.2 Ausgangsdaten 33
6.1.2.1 SafeControl 33
6.1.2.2 SafePresetSingle / SafePresetMulti 34
6.2 NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten 35
6.2.1 Eingangsdaten 35
6.2.1.1 Statusbits 35
6.2.1.2 Velocity 36
6.2.1.3 Multiturn / Singleturn 36
6.2.1.4 Scaled 37

7 EtherCAT – Objektverzeichnis 38
7.1 CoE kommunikationsspezifische Objekte (CiA DS-301) 38
7.2 Herstellerspezifische Objekte 39
7.2.1 Objekt 2000h: Parameter grey 40
7.2.2 Objekt 3000h: Status 40
7.2.3 Objekt 3001h: Cycle Time Bus 40
7.2.4 Objekt 3002h: Cycle Time Encoder 40
7.2.5 Objekt 3010h: Statusbits 41
7.2.6 Objekt 3011h: Velocity 41
7.2.7 Objekt 3012h: Multiturn 41
7.2.8 Objekt 3013h: Singleturn 42
7.2.9 Objekt 3014h: Scaled 42
7.3 Profilspezifische Objekte 43
7.3.1 Objekt 6000h: FSoE Slave Frame Elements 44
7.3.2 Objekt 6001h: FSoE Slave Frame Data 44
7.3.3 Objekt 7000h: FSoE Master Frame Elements 45
7.3.4 Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data 45
7.3.5 Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen 45
7.3.6 Objekt F980h: Safe Address 46

8 Parametrierung 47
8.1 Sicherheitsgerichtete Parameter 47
8.1.1 Drehrichtung 47
8.1.2 Integrationszeit Safe 47
8.1.3 Fensterinkremente 48
8.1.4 Stillstandtoleranz Preset 48
8.2 NICHT-sicherheitsgerichteter Parameter 48
8.2.1 Integrationszeit Unsafe 48

9 Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte) 49

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

10 Preset-Justage-Funktion 50
10.1 Vorgehensweise über FSoE-Master 50
10.2 Timing - Diagramm 51

11 Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten 52
11.1 Optische Anzeigen 52
11.1.1 Link / Data Activity LEDs 52
11.1.2 EtherCAT RUN LED 52
11.1.3 Safety State LED 53
11.2 Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm 54
11.3 Herstellerspezifische Diagnose (EtherCAT-Objekt) 55

12 Checkliste, Teil 2 von 2 56

13 Anhang 57
13.1 TÜV-Zertifikat 57
13.2 EtherCAT-Zertifikat 57
13.3 Safety over EtherCAT - Zertifikat 57
13.4 EU-Konformitätserklärung 57
13.5 Zeichnungen 57

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	15.07.16	00
Sicherheitswerte für doppelmagnetische Abtastung angepasst	15.08.16	01
„Auto-Crossover-Funktion“ hinzugefügt	28.02.17	02
1.024 I/U bis Faktor 5 für Inkremental-Schnittstelle	11.10.17	03
Schutzgehäuse CDV115 ergänzt	04.12.17	04
FSoE-Watchdog: erlaubter Maximal-Wert = 65530 ms	19.12.17	05
Sicherheitstechnisch verwertbare Genauigkeit angepasst	13.12.18	06
Korrektur Drehschalter: 16^0, 16^1	09.07.20	07

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1 Allgemeines

Das vorliegende schnittstellenspezifische Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Sicherheitshinweise
- Gerätespezifische Kenndaten
- 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 dem Sicherheitshandbuch etc. dar.

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

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für Mess-System-Baureihen gemäß nachfolgendem Typenschlüssel mit ***EtherCAT*** Schnittstelle und ***FSoE*** Protokoll:

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

Stelle	Bezeichnung	Beschreibung
* 1	A C	Explosionsschutzgehäuse (ATEX); Absolut-Encoder, programmierbar
* 2	D	redundante Doppelabtastung
* 3	V H	Vollwelle Hohlwelle
* 4	75 115	Außendurchmesser ∅ 75 mm Außendurchmesser ∅ 115 mm
* 5	M	Multiturn
* 6	-	Fortlaufende Nummer

* = Platzhalter

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

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- anlagenspezifische Betriebsanleitungen des Betreibers
- dieses Benutzerhandbuch
- und das bei der Lieferung beiliegende Sicherheitshandbuch
  www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-D-0107
- optional: -Benutzerhandbuch

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.2 Referenzen

1.	ETG.1000.1 – 6	EtherCAT Technology Group (ETG): EtherCAT-Spezifikation
2.	ETG.5100, V1.2.0	EtherCAT Technology Group (ETG): Safety over EtherCAT Protokoll-Spezifikation
3.	EN 50325-4	Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen
4.	CiA DS-301	CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend
5.	CiA DS-406	CANopen Profil für Encoder
6.	IEC 61158-1 - 6	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protokolle und Dienste, Typ 12 = EtherCAT
7.	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
8.	IEC 61784-3	Industrial communication networks - Profiles - Part 3: Functional safety fieldbuses- General rules and profile definitions
9.	IEC 61784-5-12	Industrial communication networks - Profiles - Part 5-12: Installation of fieldbuses - Installation profiles for CPF 12
10.	IEC 61918	Industrial communication networks - Installation of communication networks in industrial premises
11.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
12.	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
13.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.3 Verwendete Abkürzungen und Begriffe

0x	Hexadezimale Darstellung
A**75*	Explosionsschutzgehäuse ∅ 75 mm mit eingebautem Mess-System, alle Varianten
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CAT	Category: Einteilung von Kabeln, die auch bei Ethernet verwendet wird.
CDV115	Mess-System der Baureihe 75 in ein 115er „Heavy Duty“-Schutzgehäuse eingebaut
CD_	Absolut-Encoder mit redundanter Doppelabtastung, alle Ausführungen
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Hersteller-vereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
CoE	CANopen over EtherCAT
DC_{avg}	***D***iagnostic ***C***overage Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad
EU	***E***uropäische ***U***nion
EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit
ESM	***E***therCAT ***S***tate ***M***achine
ETG	Anwendervereinigung „***E***therCAT ***T***echnology ***G***roup“
FSoE	Safety over EtherCAT
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IP	***I***nternet ***P***rotocol
ISO	***I***nternational ***S***tandard ***O***rganisation
$MTTF_d$	***M***ean ***T***ime ***T***o ***F***ailure (dangerous) Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall
NMT	Network Management. Eines der Serviceelemente in der An-wendungsschicht im CAN Referenz-Model. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
PDU	***P***rotocol ***D***ata ***U***nit. Enthält Protokoll-Informationen wie Quell- und Ziel-Adresse, Checksumme und Serviceparameter Informationen
PFD_{av}	***Av***erage ***P***robability of ***F***ailure on ***D***emand Mittlere Versagenswahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion bei niedriger Anforderung
Safe-Daten (FailSafeData)	Bei einer sicherheitsgerichteten Peripherie mit Ausgängen werden vom sicherheitsgerichteten System im Fehlerfall statt der vom Sicherheitsprogramm im Prozessabbild bereitgestellten Ausgabewerte Ersatzwerte (z.B. 0) zu den fehlersicheren Ausgängen übertragen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Fortsetzung

PFH	Probability of Failure per Hour Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder kontinuierlicher Anforderung. Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde.
SDO	Service Data Object. Punkt-zu-Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
SIL	***S***afety ***I***ntegrity ***L***evel: Vier diskrete Stufen (SIL1 bis SIL4). Je höher der SIL eines sicherheitsbezogenen Systems, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das System die geforderten Sicherheitsfunktionen nicht ausführen kann.
STP	***S***hielded ***T***wisted ***P***air
Wiederho-lungsprüfung (proof test)	Wiederkehrende Prüfung zur Aufdeckung von versteckten gefahrbringenden Ausfällen in einem sicherheitsbezogenen System.
XML	E**x**tensible **M**arkup **L**anguage, Beschreibungsdatei für die Inbetriebnahme des Mess-Systems.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.4 Hauptmerkmale

- EtherCAT - Schnittstelle mit FSoE-Protokoll, zur Übergabe einer sicheren Position und Geschwindigkeit
- Schneller Prozessdatenkanal über EtherCAT, nicht sicherheitsgerichtet
- Nur bei Variante 1:
  Zusätzliche Inkremental- oder SIN/COS-Schnittstelle, nicht sicherheitsgerichtet
- Zweikanaliges Abtastsystem, zur Erzeugung der sicheren Messdaten durch internen Kanalvergleich
  - Variante 1:
    Kanal 1, Mastersystem:
    optische Single-Turn-Abtastung über Codescheibe mit Durchlicht und magnetische Multi-Turn-Abtastung

    Kanal 2, Prüfsystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
  - Variante 2:
    Kanal 1, Mastersystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung

    Kanal 2, Prüfsystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
- Eine gemeinsame Antriebswelle

Die Daten des Mastersystems werden im nicht sicherheitsgerichteten Prozessdatenkanal im Standard EtherCAT-Frame ungeprüft, aber mit kleiner Zykluszeit zur Verfügung gestellt.

Das Prüfsystem dient der internen Sicherheitsüberprüfung. Die durch zweikanaligen Datenvergleich erhaltenen „sicheren Daten“ werden als Safety-Container in die Prozessdaten der zyklischen Kommunikation eingebettet und ebenfalls über den EtherCAT zur Verfügung gestellt. Über einen FSoE-Masterframe eingeleitet, antwortet das Mess-System mit einem FSoE-Slaveframe und übergibt die sicheren Eingangsdaten an den FSoE-Master.

Die in der Variante 1 erhältliche Inkremental-Schnittstelle, beziehungsweise die dafür optional erhältliche SIN/COS-Schnittstelle, wird vom Mastersystem abgeleitet und ist sicherheitstechnisch nicht bewertet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

1.5 Prinzip der Sicherheitsfunktion

Systemsicherheit wird hergestellt, indem:

- jeder der beiden Abtastkanäle durch eigene Diagnosemaßnahmen weitgehend fehlersicher ist
- das Mess-System intern die von den beiden Kanälen erfassten Positionen zweikanalig vergleicht, ebenfalls zweikanalig die Geschwindigkeit ermittelt und die sicheren Daten im FSoE-Frame über EtherCAT an den FSoE-Master übergibt
- das Mess-System im Fall eines fehlgeschlagenen Kanalvergleiches oder anderen durch interne Diagnosemechanismen erkannten Fehlern, den Safety-Kanal in den Fehlerzustand schaltet
- die Mess-System-Initialisierung und die Ausführung der Preset-Justage-Funktion entsprechend abgesichert sind
- die Steuerung zusätzlich überprüft, ob die erhaltenen Positionsdaten im von der Steuerung erwarteten Positionsfenster liegen. Unerwartete Positionsdaten sind z.B. Positionssprünge, Schleppfehlerabweichungen und falsche Fahrtrichtung
- die Steuerung bei erkannten Fehlern entsprechende, vom Anlagen-Hersteller zu definierende, Sicherheitsmaßnahmen einleitet
- der Anlagen-Hersteller durch ordnungsgemäßen Anbau des Mess-Systems sicherstellt, dass das Mess-System immer von der zu messenden Achse angetrieben und nicht überlastet wird
- der Anlagen-Hersteller bei der Inbetriebnahme und bei jeder Änderung eines Parameters, einen abgesicherten Test durchführt

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2 Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

⚠ GEFAHR	bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
⚠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 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
  - das Sicherheitshandbuch, insbesondere das Kapitel ***"Grundlegende Sicherheitshinweise"***,
  - und dieses Benutzerhandbuch, insbesondere das Kapitel ***"Sicherheitshinweise"***,

  gelesen und verstanden haben.

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

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

2.3 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit

Das Mess-System trifft keine Entscheidung über valide Bewegungszustände der Anlage, in der es eingesetzt wird. Die Anlage muss die Konsistenz zwischen der Positionsinformation des Mess-Systems und der erwarteten Bewegung der Anlage prüfen.
Der **FSoE-Master**, an welchem das Mess-System angeschlossen wird, muss nachfolgende Sicherheitsüberprüfungen vornehmen.

Damit im Fehlerfall die richtigen Maßnahmen ergriffen werden können, gilt folgende Festlegung:

Kann aufgrund eines vom Mess-System erkannten Fehlers keine sichere Position ausgegeben werden, wird der Safety-Kanal in den `FailSafeData`-Zustand versetzt und automatisch in den fehlersicheren Zustand überführt, Safety Status-LED = rot. In diesem Zustand werden über den Safety-Kanal so genannte „Safe-Daten“ ausgegeben. Siehe hierzu auch Kapitel „Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte)“ auf Seite 49.

Fehlersichere Zustand aus Sicht des Mess-Systems:

- Safety-Zustand: FailSafeData
- Safety-Frame: Daten werden auf 0 gesetzt

Beim Empfang von Safe-Daten muss der FSoE-Master die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Dieser Fehlerzustand kann nur durch Beseitigung des Fehlers und anschließender Fehler-Quittierung verlassen werden, siehe Kapitel Fehlerquittierung auf Seite 54.

Der über Standard-EtherCAT ansprechbare Prozessdatenkanal ist davon nicht unbedingt betroffen. Erkennt die interne Diagnose im Masterkanal keinen Fehler, so werden die Prozessdaten weiterhin ausgegeben.

2.3.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen

Maßnahmen bei der Inbetriebnahme, Änderungen	Fehlerreaktion
Applikationsabhängige Parametrierung der Safety-Parameter, siehe Kapitel „Sicherheitsgerichtete Parameter“ auf Seite 47.	–
Bei Parameteränderungen überprüfen, ob die Maßnahme wie gewünscht ausgeführt wird.	STOPP

Überprüfung durch FSoE-Master	Fehlerreaktion
Zyklische Konsistenzüberprüfung der aktuellen sicherheits-gerichteten Safety Daten zu den vorherigen Daten.	STOPP
Konsistenzüberprüfung zwischen Safety Positionsinformation des Mess-Systems und der Bewegung der Anlage.	STOPP
Überwachung der zyklischen Safety Daten.	PDU-Command = FailSafeData -> STOPP
FSoE-Watchdog Time: Überwachung der Mess-System - Antwortzeit. Zur Überprüfung von z.B. Kabelbruch, Spannungsausfall usw. Der erlaubte Maximal-Wert für den FSoE-Watchdog beträgt 65530 ms.	STOPP

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3 Technische Daten

3.1 Sicherheit

Startup-Zeit ..... Zeit, zwischen POWER-UP und sicheren Positionsausgabe

Gesamtsystem ..... ca. 7s, Beckhoff CX9020 (500µs) mit EL6900

PFH, Betriebsart ..... $3{,}25*10^{-10}$ 1/h

Abtastsystem doppelmagnetisch ..... $8{,}35*10^{-10}$ 1/h

PFD_{av} (T_1 = 20 a) ..... $2{,}81*10^{-5}$

Abtastsystem doppelmagnetisch ..... $7{,}28*10^{-5}$

$MTTF_d$ ..... 197 a, HIGH

Abtastsystem doppelmagnetisch ..... 202 a, HIGH

*** DC_{avg}** ..... 98 %, HIGH

Abtastsystem doppelmagnetisch ..... 98 %, HIGH

Interne Prozess-Sicherheitszeit ..... Zeit, zwischen Auftreten eines sicherheitsrelevanten Fehlers und Signalisierung

Gesamtsystem ..... ≤ 7,5 ms

Prozess-Sicherheitswinkel ..... Winkel, zwischen Fehleraufkommen und Signalisierung

Über kanalinterne Eigendiagnose .... ± 100 °, bezogen auf die Mess-Systemwelle, bei 6000 min^{-1}

Über Kanalvergleich ..... parametrierbar über Parameter `Fensterinkremente`

T_1, Wiederholungsprüfung (proof test) .. 20 Jahre

* Die Bewertung erfolgte in Übereinstimmung mit Anmerkung 2 zur Tabelle 6 der EN ISO 13849-1

3.2 Elektrische Kenndaten

3.2.1 Allgemeine

Versorgungsspannung ..... 13…27 V DC nach IEC 60364-4-41, SELV/PELV

Einspeisung ..... gemeinsam, intern jedoch über zwei Netzteile elektrisch getrennt voneinander

Verpolungsschutz ..... ja

Kurzschlussschutz ..... ja, über interne 2 A Schmelzsicherung

Überspannungsschutz ..... ja, bis ≤ 36 V DC

Stromaufnahme ohne Last ..... ≤ 165 mA bei 24 V DC

Option HTL-Pegel, 13…27 VDC ... erhöhte Stromaufnahme, siehe Seite 26

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.2.2 Gerätespezifische

Gesamtauflösung ..... ≤ 268 435 456 Schritte

Schrittzahl / Umdrehung ..... ≤ 8192

Anzahl Umdrehungen ..... ≤ 32768

Funktionale Genauigkeit ..... 8192 Schritte, Single-Turn
Abtastsystem doppelmagnetisch .. 256 Schritte, Single-Turn

Sicherheitstechnisch verwertbare Genauigkeit
Abtastsystem optisch/magnetisch. 256 Schritte, Single-Turn
Abtastsystem doppelmagnetisch .. 128 Schritte, Single-Turn

Sicherheitsprinzip ..... 2 redundante Abtastsysteme mit internem Kreuzvergleich

EtherCAT Schnittstelle ..... nach IEC 61158-1 – 6 und IEC 61784-2
Safety over EtherCAT, FSoE ..... IEC 61784-3
Zusätzliche Funktionen ..... Preset
* Parameter
- Integrationszeit Safe ..... 50 ms…500 ms
- Integrationszeit Unsafe ..... 5 ms…500 ms
- Überwachungsfenstergröße ... 50…4000 Inkremente
- Stillstandtoleranz Preset ..... 1…5 Inkremente/Integrationszeit Safe
- Zählrichtung ..... Vorlauf, Rücklauf
Physical Layer ..... EtherCAT 100Base-TX, Fast Ethernet, ISO/IEC 8802-3
Kommunikationsprofil ..... CiA DS-301
Ausgabecode ..... Binär
Geräteprofil ..... angelehnt an CiA DS-406
Buszykluszeit ..... ≥ 500 µs
Übertragungsrate ..... 100 MBit/s
Übertragung ..... CAT-5 Kabel geschirmt (STP), ISO/IEC 11801
* TR-spezifische Funktionen ..... Geschwindigkeitsausgabe in Inkremente/Integrationszeit

Inkremental Schnittstelle Kabelspezifikation, siehe Seite 22
Verfügbarkeit ..... nur bei Abtastsystem optisch/magnetisch
Impulse / Umdrehung ..... 1.024, 2.048, 3.072, 4.096, 5.120 oder 4.096, 8.192, 12.288, 16.384, 20.480, über Werksprogrammierung
A, /A, B, /B, TTL ..... EIA-Standard RS422 (2-Draht)
A, /A, B, /B, HTL ..... optional 13…27 V DC, siehe Seite 26
Ausgabefrequenz, TTL ..... ≤ 500 KHz
Ausgabefrequenz, HTL ..... siehe Seite 26

SIN/COS Schnittstelle, alternativ Kabelspezifikation, siehe Seite 22
Verfügbarkeit ..... nur bei Abtastsystem optisch/magnetisch
Anzahl Perioden ..... 4096 / Umdrehung; optional: 1024 / Umdrehung
SIN+, SIN–, COS+, COS– ..... 1 Vss ± 0,2 V an 100 Ω, differentiell
Kurzschlussfest ..... ja

Zykluszeit
NICHT-sicherheitsgerichtet ..... 0,5 ms
Sicherheitsgerichtet ..... 5 ms

Preset Schreibzyklen ..... ≥ 32 000 000

* parametrierbar über EtherCAT

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

3.3 Maximal mögliche Schrittabweichung (Mastersystem / Prüfsystem)

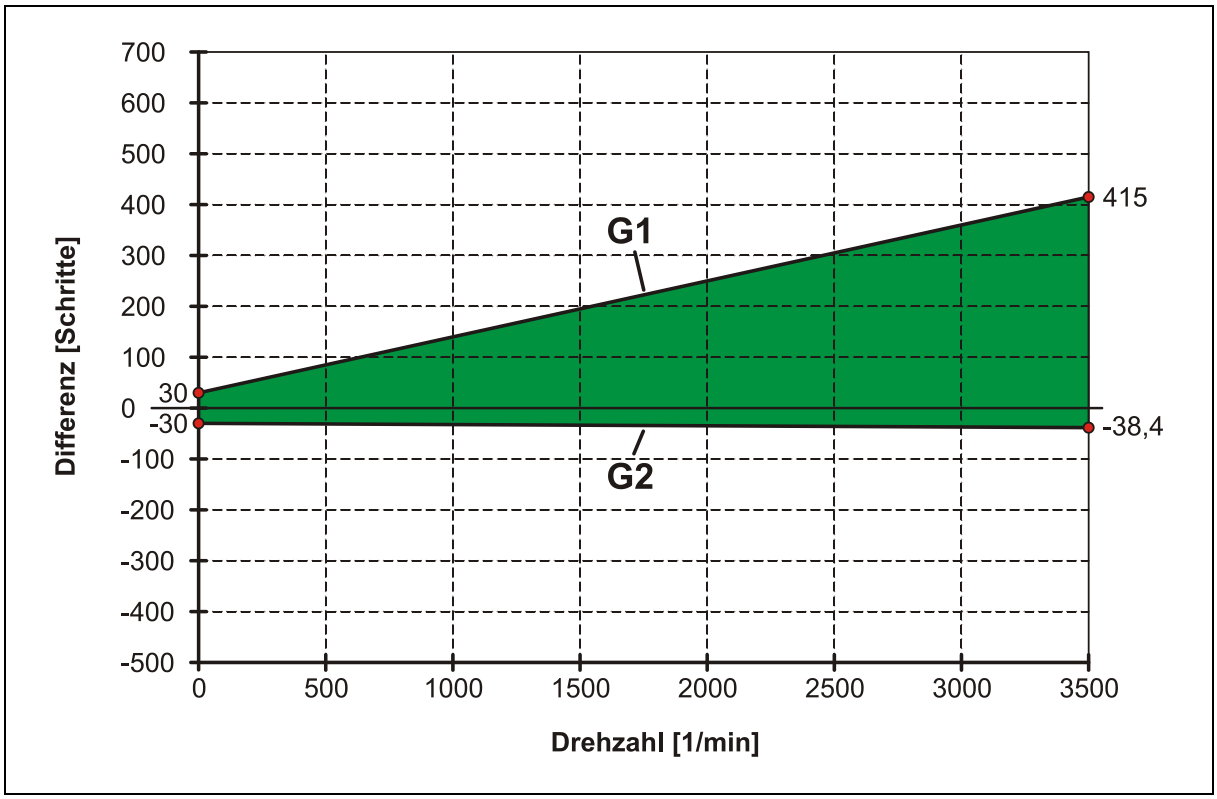


Abbildung 1: Dynamische Betrachtung der Schrittabweichung, Zählrichtung steigend (Blick auf Anflanschung)

Funktion der Geraden G1:

G1 = 30 Schritte + (0.11 Schritte pro Umdr. * Ist-Drehzahl [1/min])

Funktion der Geraden G2:

G2 = -30 Schritte + (-0.0024 Schritte pro Umdr. * Ist-Drehzahl [1/min])

Die maximal mögliche Schrittabweichung ergibt sich aus der Differenz zwischen G1 und G2

Beispiel: Maximal mögliche Schrittabweichung bei 3500 1/min

G1 = 30 Schritte + (0.11 Schritte pro Umdr. * 3500 1/min) = 415 Schritte
G2 = -30 Schritte + (-0.0024 Schritte pro Umdr. * 3500 1/min) = -38,4 Schritte

Maximal mögliche Schrittabweichung = 415 Schritte – (-38,4 Schritte) = **453,4 Schritte**

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

4.1 Grundsätzliche Regeln

⚠WARNUNG ***Außerkraftsetzen der Sicherheitsfunktion durch leitungsgebundene Störquellen!***

- Alle am Bus eingesetzten FSoE-Geräte müssen ein EtherCAT- und ein FSoE-Zertifikat besitzen.
- Alle sicherheitsgerichteten Geräte müssen darüber hinaus ein Zertifikat eines „Notified Bodies“ (z.B. TÜV, BIA, HSE, INRS, UL, etc.) vorweisen können.
- Die eingesetzten 24V Stromversorgungen müssen die Anforderungen gemäß IEC 60364-4-41 SELV/PELV einhalten.
- Die Schirmwirkung von Kabeln muss auch nach der Montage (Biegeradien/Zugfestigkeit!) und nach Steckerwechseln garantiert sein. Im Zweifelsfall ist flexibleres und höher belastbares Kabel zu verwenden.
- Für den Anschluss des Mess-Systems sind nur M12-Steckverbinder zu verwenden, die einen guten Kontakt vom Kabelschirm zum Steckergehäuse gewährleisten. Der Kabelschirm ist mit dem Steckergehäuse großflächig zu verbinden.
- Ausgleichsströme infolge von Potenzialunterschieden über den Schirm zum Mess-System müssen vermieden werden.
- Um eine hohe Störfestigkeit des Systems gegen elektromagnetische Störstrahlungen zu erzielen, muss eine geschirmte und verseilte Datenleitung verwendet werden. Der Schirm sollte **möglichst beidseitig** und gut leitend über großflächige Schirmschellen an Schutzerde angeschlossen werden. Nur wenn die Maschinenerde gegenüber der Schaltschrankerde stark mit Störungen behaftet ist, sollte man den Schirm **einseitig** im Schaltschrank erden.
- Für die gesamte Verarbeitungskette der Anlage müssen Potenzialausgleichsmaßnahmen vorgesehen werden.
- Getrennte Verlegung von Kraft- und Signalleitungen. Bei der Installation sind die nationalen Sicherheits- und Verlegerichtlinien für Daten- und Energiekabel zu beachten.
- Beachtung der Herstellerhinweise bei der Installation von Umrichtern, Schirmung der Kraftleitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor.
- Ausreichende Bemessung der Energieversorgung.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

Es wird empfohlen, nach Abschluss der Montagearbeiten eine visuelle Abnahme mit Protokoll zu erstellen. Wenn immer möglich, sollte mittels geeignetem Bus-Analyse-Werkzeug die Qualität des Netzwerks festgestellt werden.

Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- *ISO/IEC 11801, EN 50173 (europäischer Standard)*
- *ISO/IEC 8802-3*
- *IEC 60204-1*
- *IEC 61784-5*
- *IEC 61918*
- *und die darin referenzierten Normen und Richtlinien zu beachten!*

Insbesondere ist die EMV-Richtlinie in der gültigen Fassung zu beachten!

4.2 EtherCAT Übertragungstechnik, Kabelspezifikation

Die sicherheitsgerichtete FSoE-Kommunikation wird in das Standardprotokoll von EtherCAT eingebettet und über das gleiche Netzwerk übertragen.

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. Da das Mess-System die „Auto-Crossover-Funktion“ unterstützt, können sowohl gekreuzte als auch ungekreuzte Kabel verwendet werden. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird vom Mess-System automatisch erkannt und muss nicht durch Schalter eingestellt werden.

Eine EtherCAT-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.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.3 Anschluss

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems durch Eindringen von Feuchtigkeit!

- Bei der Lagerung, sowie im Betrieb des Mess-Systems sind nicht benutzte Anschluss-Stecker entweder mit einem Gegenstecker oder mit einer Schutzkappe zu versehen. Die IP-Schutzart ist den Anforderungen entsprechend auszuwählen.
- Verschluss-Elemente mit O-Ring:
  Beim Wiederverschließen sind das Vorhandensein und der korrekte Sitz des O-Rings zu überprüfen.
- Passende Schutzkappen siehe Kapitel Zubehör im Sicherheits-handbuch.

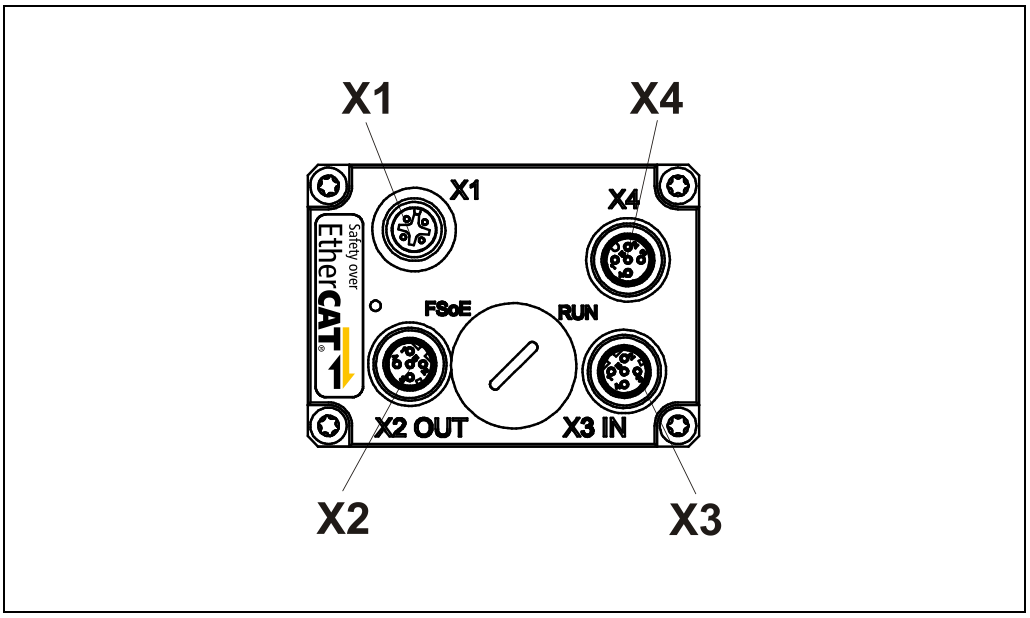


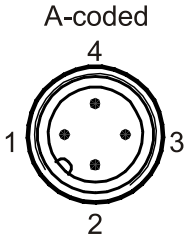
Abbildung 2: Steckerzuordnung

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.3.1 Versorgungsspannung

ACHTUNG ***Gefahr von unbemerkten Beschädigungen an der internen Elektronik, durch unzulässige Überspannungen!***

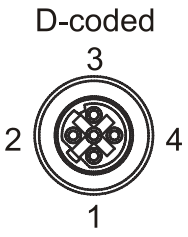
- Bei versehentlichem Anlegen einer Überspannung von >36 V DC muss das Mess-System im Werk überprüft werden. Das Mess-System wird aus Sicherheitsgründen dauerhaft ausgeschaltet, wenn die Überspannung länger als 200 ms angelegt wurde.
  - ➢ Das Mess-System ist unverzüglich außer Betrieb zu nehmen
  - ➢ Bei Übersendung des Mess-Systems sind die Gründe bzw. Umstände der zustande gekommenen Überspannung mit anzugeben
  - ➢ Das eingesetzte Netzteil muss den Anforderungen nach SELV/PELV genügen (IEC 60364-4-41:2005)

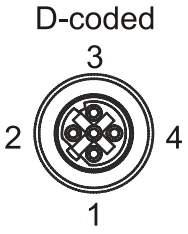
X1	Signal	Beschreibung	Stift, M12x1, 4 pol.
1	+ 24 V DC (13…27 V DC)	Versorgungsspannung	
2	N.C.	-	
3	0 V	GND	
4	N.C.	-	

Kabelspezifikation: min. 0,34 mm^2 (empfohlen 0,5 mm^2) und geschirmt.
Generell ist der Kabelquerschnitt mit der Kabellänge abzugleichen.

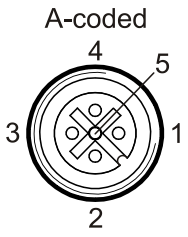
© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.3.2 EtherCAT

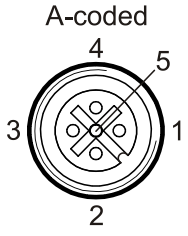
X2	Signal	Beschreibung	Buchse, M12x1, 4 pol.
1	TxD+, Sendedaten +	PORT-OUT	
2	RxD+, Empfangsdaten +		
3	TxD–, Sendedaten –		
4	RxD–, Empfangsdaten –		

X3	Signal	Beschreibung	Buchse, M12x1, 4 pol.
1	TxD+, Sendedaten +	PORT-IN	
2	RxD+, Empfangsdaten +		
3	TxD–, Sendedaten –		
4	RxD–, Empfangsdaten –		

4.3.3 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle

X4	Signal	Pegel siehe Typenschild	Buchse, M12x1, 5 pol.
[1)] 1	Kanal B +	5 V differentiell / 13…27 V DC	
[1)] 2	Kanal B –	5 V differentiell / 13…27 V DC	
[1)] 3	Kanal A +	5 V differentiell / 13…27 V DC	
[1)] 4	Kanal A –	5 V differentiell / 13…27 V DC	
5	0 V, GND	Daten-Bezugspotential	

Alternativ mit SIN/COS-Signalen

X4´	Signal	Beschreibung	Buchse, M12x1, 5 pol.
1	SIN +	1 Vss, differentiell	
2	SIN –	1 Vss, differentiell	
3	COS +	1 Vss, differentiell	
4	COS –	1 Vss, differentiell	
5	0 V, GND	Daten-Bezugspotenzial	

Kabelspezifikation: min. 0.25 mm^2 und geschirmt.
Zur Sicherstellung der Signalqualität und zur Minimierung möglicher Umwelteinflüsse wird jedoch empfohlen, zusätzlich ein paarig verseiltes Kabel zu verwenden.

[1)] TTL/HTL - Pegel-Variante: siehe Typenschild

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.4 FSoE-Adresse einstellen

Jedes FSoE Slave-Gerät wird über eine systemweit eindeutige 16-Bit Safety-Adresse adressiert. Das Mess-System unterstützt jedoch nur einen einstellbaren Adressbereich von acht Bit: 1 bis 255.
Die eingestellte Safety-Adresse kann über das Objekt 0xF980 ausgelesen werden.

⚠WARNUNG

Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems durch Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit!

ACHTUNG

- Zugang zu den Adress-Schaltern nach den Einstellungsarbeiten mit der Verschluss-Schraube wieder sicher verschließen.

Die Safety-Adresse wird über zwei HEX-Drehschalter eingestellt, welche nur im Einschaltmoment gelesen werden. Nachträgliche Einstellungen während des Betriebs werden daher nicht erkannt.

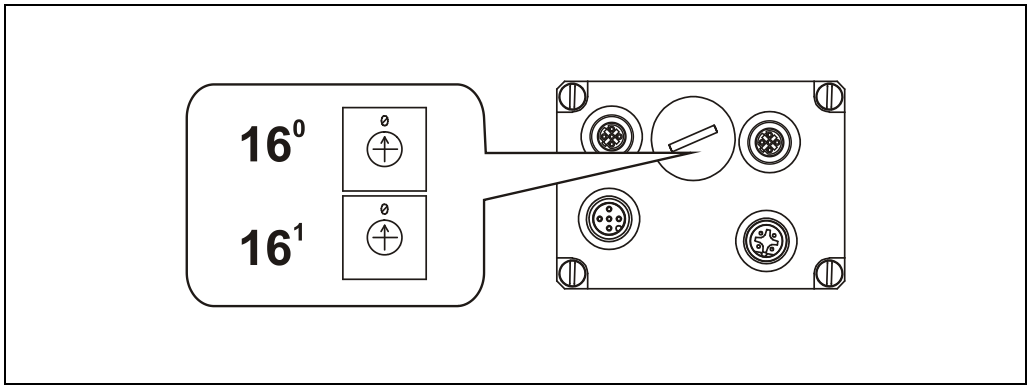


Abbildung 3: FSoE-Adresse, Schalterzuordnung

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.5 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle

Zusätzlich zur EtherCAT – Schnittstelle, für die Ausgabe der Absolut-Position, verfügt das Mess-System in der Standardausführung über eine Inkremental Schnittstelle.

Alternativ kann diese aber auch als SIN/COS Schnittstelle ausgeführt werden.

⚠WARNUNG ***Diese zusätzliche Schnittstelle ist sicherheitstechnisch nicht bewertet und darf nicht für sicherheitsgerichtete Zwecke eingesetzt werden!***

- Die Ausgänge dieser Schnittstelle werden vom Mess-System auf Einspeisung von Fremdspannungen überprüft. Bei Auftreten von Spannungen > 5,7 V wird das Mess-System aus Sicherheitsgründen in den `FailSafeData`-Zustand geschaltet.
- Die Schnittstelle wird in der Regel bei Motorsteuerungsanwendungen als Positionsrückführung verwendet.

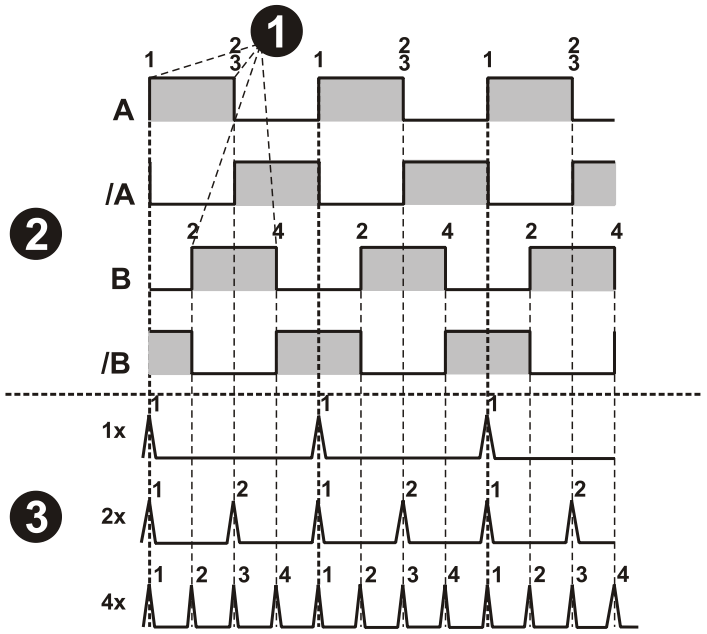
ACHTUNG ***Gefahr von Beschädigungen an der Folgeelektronik durch Überspannungen, verursacht durch einen fehlenden Massebezugspunkt!***

- Fehlt der Massebezugspunkt völlig, z.B. 0 V der Spannungsversorgung nicht angeschlossen, können an den Ausgängen dieser Schnittstelle Spannungen in Höhe der Versorgungsspannung auftreten.
  - Es muss gewährleistet werden, dass zu jeder Zeit ein Massebezugspunkt vorhanden ist,
  - bzw. müssen vom Anlagenbetreiber entsprechende Schutzmechanismen für die Folgeelektronik vorgesehen werden.

Nachfolgend werden die Signalverläufe der beiden möglichen Schnittstellen aufgezeigt.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

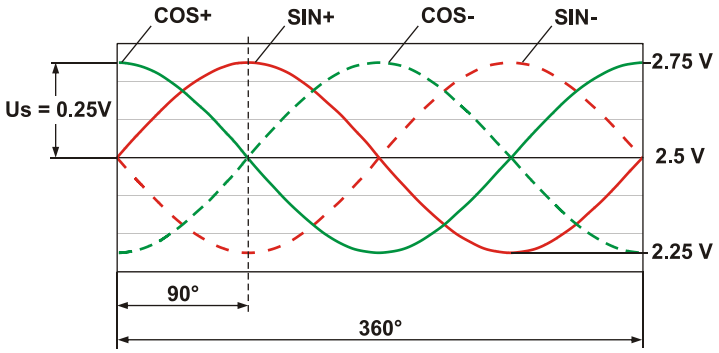
4.5.1 Signalverläufe



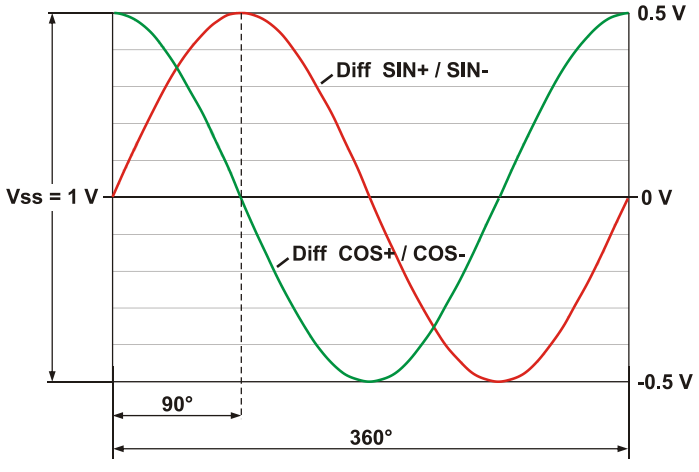
1: Flankenauswertung
2: Mess-System mit
4096 Impulsen/Umdr.
3: Zähler-Auswertung

1x: 4096 Zählimpulse/Umdr.
2x: 8192 Zählimpulse/Umdr.
4x: 16384 Zählimpulse/Umdr.

Abbildung 4: Zähler-Auswertung, Inkremental Schnittstelle



Messung der Signale
gegen 0 V



Differenzmessung

Abbildung 5: Pegeldefinition, SIN/COS Schnittstelle

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

4.5.2 Option HTL-Pegel, 13…27 VDC

Optional ist die Inkremental Schnittstelle auch mit HTL-Pegeln erhältlich. Technisch bedingt muss der Anwender bei dieser Variante folgende Randbedingungen betrachten: Umgebungstemperatur, Kabellänge, Kabelkapazität, Versorgungsspannung und Ausgabefrequenz.
Die maximal erreichbaren Ausgabefrequenzen über die Inkremental Schnittstelle sind dabei eine Funktion der Kabelkapazität, der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur. Der Einsatz dieser Schnittstelle ist deshalb nur dann sinnvoll, wenn die Schnittstellen-Eigenschaften den technischen Anforderungen genügen.

Aus Sicht des Mess-Systems stellt das Übertragungskabel eine kapazitive Last dar, welche mit jedem Impuls umgeladen werden muss. Die dafür notwendige Ladungsmenge variiert in Abhängigkeit der Kabelkapazität drastisch. Genau diese Umladung der Kabelkapazitäten ist für die hohe Verlustleistung und Wärme verantwortlich, die dabei im Mess-System anfällt.

Bei einer Kabellänge (75 pF/m) von 100 m, der halben Grenzfrequenz zugehörig zur Nennspannung von 24 VDC, ergibt sich z.B. eine doppelt so hohe Stromaufnahme des Mess-Systems.

Durch die entstehende Wärme darf das Mess-System nur noch mit ca. 80 % der angegebenen Arbeitstemperatur betrieben werden.

Nachfolgendes Schaubild zeigt die unterschiedlichen Abhängigkeiten in Bezug auf drei unterschiedliche Versorgungsspannungen auf.

Feststehende Größen sind
- Kapazität des Kabels: 75 pF/m
- Umgebungstemperatur: 40 °C und 70 °C

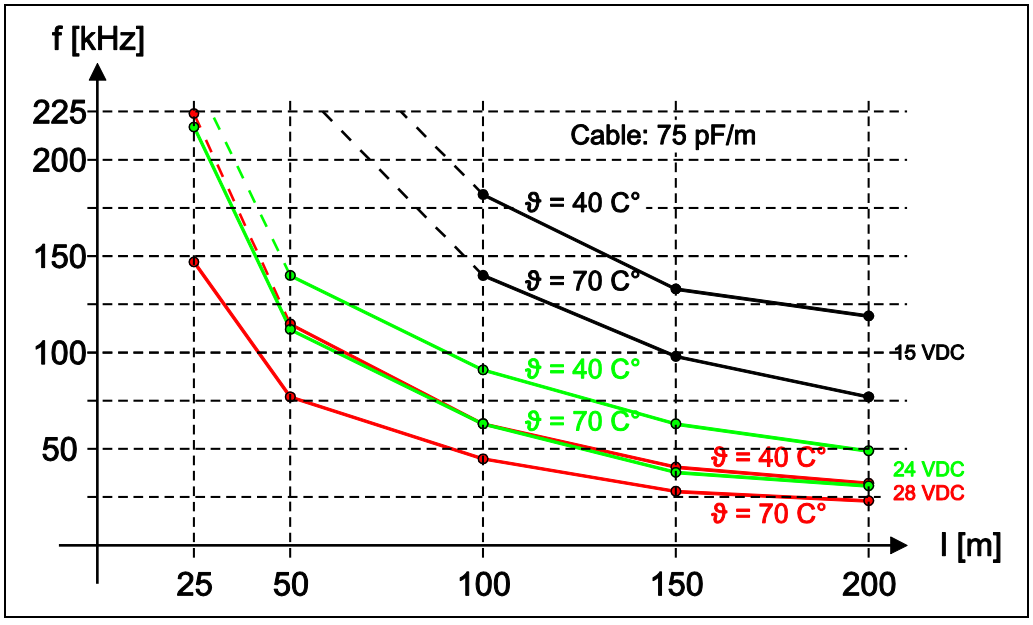


Abbildung 6: Kabellängen / Grenzfrequenzen

Andere Kabelparameter, Frequenzen und Umgebungstemperaturen, sowie Lagerwärme und Temperatureintrag über die Welle und Flansch, können in der Praxis ein deutlich schlechteres Ergebnis ergeben.

Die fehlerfreie Funktion der Inkremental Schnittstelle mit den applikationsabhängigen Parametern ist daher vor dem Produktivbetrieb zu überprüfen.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

5 Inbetriebnahme

5.1 EtherCAT / FSoE

Das EtherCAT-Funktionsprinzip, sowie die gesamte Kommunikationsabwicklung, werden in den ETG-Spezifikationen *ETG.1000.1* bis *ETG.1000.6 EtherCAT Specification – Part 1* bis *Part 6* beschrieben.
Das Sicherheitsprotokoll *Safety over EtherCAT (FSoE)* wird in der ETG-Spezifikation *ETG.5100 Protocol Specification* beschrieben.

Diese und weitere Informationen zu EtherCAT oder FSoE erhalten Sie auf Anfrage von der ***EtherCAT Technology Group*** (ETG) unter nachstehender Adresse:

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

5.2 Gerätebeschreibungsdatei (XML)

Die XML-Datei ist Bestandteil des Mess-Systems.

Download

- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0051

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

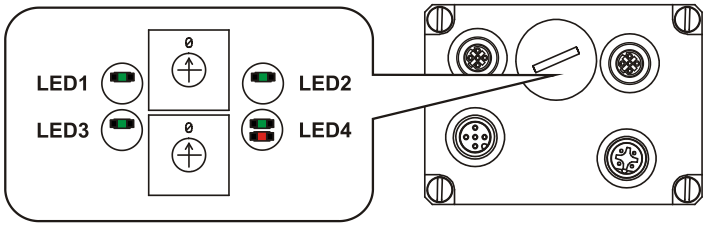
5.3 Bus-Statusanzeige

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems durch Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit!

- Zugang zu den LEDs nach den Einstellungsarbeiten mit der Verschluss-Schraube wieder sicher verschließen.



LED1 grün: Link/Data Activity, PORT-IN
LED2 grün: Link/Data Activity, PORT-OUT
LED3 grün: Run
LED4 grün/rot: Safety State

Abbildung 7: Bus-Statusanzeige

5.3.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz

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

5.3.2 Link / Data Activity LEDs

LED 1/2	Beschreibung
OFF	Keine Ethernet Verbindung
ON	Ethernet Verbindung hergestellt
Flickering	Datenübertragung TxD/RxD

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten“, Seite 52.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

5.3.3 EtherCAT Run LED

LED 3	EtherCAT Zustandsmaschine
OFF	Gerät befindet sich im *INIT* Zustand
Blinking	Gerät befindet sich im *PRE-OPERATIONAL* Zustand
Single Flash	Gerät befindet sich im *SAFE-OPERATIONAL* Zustand
ON	Gerät befindet sich im *OPERATIONAL* Zustand

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten“, Seite 52.

5.3.4 Safety State LED

LED 4, grün	Zustand
OFF	Initialisierung, Gerät aus
Single flash	INIT-State, Hochlauf
Double flash	Data State – Ausgabe von Safe-Daten
ON	Data State – Ausgabe von Prozessdaten

LED 4, rot	Zustand
Single flash; grün = OFF	Fehlerquittierung durch den Anwender erforderlich
ON; grün = OFF	System- oder Sicherheitsfehler

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten“, Seite 52.

5.4 Inbetriebnahme über TwinCAT System Manager

Download

- Technische Information: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0280

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6 Aufbau der Prozessdaten

6.1 Sicherheitsgerichtete Prozessdaten

Struktur der Eingangsdaten

Byte	Bit	Eingangsdaten	
X+0	2^0-2^7	SafeStatus	UNSIGNED16
X+1	2^8-2^{15}		
X+2	2^0-2^7	SafeVelocity	INTEGER16
X+3	2^8-2^{15}		
X+4	2^0-2^7	Istwert, SafeMultiturn, 15 Bit	UNSIGNED16
X+5	2^8-2^{15}		
X+6	2^0-2^7	Istwert, SafeSingleturn, 13 Bit	UNSIGNED16
X+7	2^8-2^{15}		
X+8	2^0-2^7	Istwert skaliert, SafeScaled	UNSIGNED32
X+9	2^8-2^{15}		
X+10	2^{16}-2^{23}		
X+11	2^{24}-2^{31}		

Struktur der Ausgangsdaten

Byte	Bit	Ausgangsdaten	
X+0	2^0-2^7	SafeControl	UNSIGNED16
X+1	2^8-2^{15}		
X+2	2^0-2^7	SafePresetSingle	UNSIGNED16
X+3	2^8-2^{15}		
X+4	2^0-2^7	SafePresetMulti	UNSIGNED16
X+5	2^8-2^{15}		
X+6	2^0-2^7	SafeOutRes	UNSIGNED16
X+7	2^8-2^{15}		

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.1.1 Eingangsdaten

6.1.1.1 SafeStatus

⚠WARNUNG

ACHTUNG

- **Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch unkontrolliertes Anlaufen des Antriebssystems, bei Nicht-Auswertung des `SafeState`-Bits 2^4!**
  - ➢ Die ausgegebenen Istwerte haben nur Gültigkeit, wenn das `SafeState`-Bit 2^4 = 1 ist.

Unsigned16

Byte	X+0	X+1
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	2^7 – 2^0	2^{15} – 2^8

Bit	Beschreibung
2^0	`Velocity Error` Bit = 1, wenn der Geschwindigkeitswert außerhalb des Bereiches von –32768…+32767 liegt.
2^1	`Error Ack Request` Bit = 1, wenn sich das Mess-System im sicheren Zustand befindet und auf eine Fehlerquittierung gewartet wird.
2^2	`Preset OK` Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage erfolgreich ausgeführt werden konnte.
2^3	`Preset Error` Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage aufgrund einer überhöhten Geschwindigkeit nicht ausgeführt werden konnte. Die momentane Geschwindigkeit muss im Bereich der unter `Stillstandtoleranz Preset` eingestellten Geschwindigkeit liegen. Das Bit kann über die Preset-Steuerbits `Preset_Request` und `Preset_Preparation` wieder zurückgesetzt werden, siehe auch Seite 50.
2^4	`SafeState` Bit = 0, - in der Initialisierungsphase, bzw. wenn die Initialisierung nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte - wenn eine Preset-Anfrage über das Steuerbit `Preset_Preparation` eingeleitet wird - wenn ein Ausnahmefehler bei der Preset-Ausführung vorherrscht - wenn sich das Mess-System im sicheren Zustand befindet Bit = 1, - wenn die Initialisierung erfolgreich abgeschlossen werden konnte - wenn eine Preset-Anfrage erfolgreich ausgeführt werden konnte und die Preset-Steuerbits `Preset_Request` und `Preset_Preparation` wieder zurückgesetzt wurden
2^5	`Preset Active` Bit = 1, wenn über das Steuerbit `Preset_Request` die Preset-Ausführung ausgelöst wird. Nach Beendigung der Preset-Ausführung wird das Bit automatisch zurückgesetzt, siehe auch Seite 50.
2^6…2^{15}	reserviert

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.1.1.2 SafeVelocity

INTEGER16

Byte	X+2	X+3
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Die Geschwindigkeit wird als vorzeichenbehafteter Zweierkomplement-Wert ausgegeben.

Einstellung der Drehrichtung = forward

– Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:
--> positive Geschwindigkeitsausgabe

Einstellung der Drehrichtung = backward

– Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:
--> negative Geschwindigkeitsausgabe

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von –32768…+32767, führt dies zu einem Überlauf, welcher im Statusregister über Bit 2^0 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung im Statusregister gelöscht.
Die Geschwindigkeit wird in `Inkrementen` pro `Integrationszeit Safe` angegeben.

6.1.1.3 SafeMultiturn / SafeSingleturn

SafeMultiturn, UNSIGNED16

Byte	X+4	X+5
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

SafeSingleturn, UNSIGNED16

Byte	X+6	X+7
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Im Register `SafeMultiturn` ist die Anzahl der Umdrehungen notiert und im Register `SafeSingleturn` die aktuelle Single-Turn-Position in Schritten. Zusammen mit der Auflösung des Mess-Systems, max. Anzahl Schritte pro Umdrehung laut Typenschild, lässt sich daraus die Istposition errechnen, welche der `SafeScaled`-Position entspricht:

Position in Schritten = (Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen) + Single-Turn-Position

Schritte pro Umdrehung: 8192 ≙ 13 Bit

Anzahl Umdrehungen: 0…32767 ≙ 15 Bit

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.1.1.4 SafeScaled

Istwert skaliert, UNSIGNED32

Byte	X+8	X+9	X+10	X+11
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$	$2^{23} – 2^{16}$	$2^{31} – 2^{24}$

Über das Register `SafeScaled` wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben.

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

6.1.2 Ausgangsdaten

6.1.2.1 SafeControl

UNSIGNED16

Byte	X+0	X+1
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Bit	Beschreibung
2^0	`Preset_Preparation` Das Bit dient zur Vorbereitung der Preset-Justage-Funktion. Nur wenn dieses Bit gesetzt ist, kann über das Steuerbit [`Preset_Request`] der eigentliche Preset ausgeführt werden. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 50.
2^1	`Preset_Request` Das Bit dient zur Steuerung der Preset-Justage-Funktion. Mit Ausführung dieser Funktion wird das Mess-System auf den in den Registern `SafePresetMulti`/`SafePresetSingle` hinterlegten Positionswert gesetzt. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 50.
2^2…2^5	reserviert
2^6	`Error Acknowledge` (Fehlerquittierung vom Anwender) Erfolgt auf `Error Ack Request` vom Mess-System, siehe Kapitel „SafeStatus“, Bit 2^1 auf Seite 31.
2^7…2^{15}	reserviert

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.1.2.2 SafePresetSingle / SafePresetMulti

SafePresetSingle, UNSIGNED16

Byte	X+2	X+3
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

SafePresetMulti, UNSIGNED16

Byte	X+4	X+5
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Der gewünschte Preset-Wert muss sich im Bereich von 0 bis 268 435 455 (28 Bit) befinden. Zusammen mit der Auflösung des Mess-Systems, max. Anzahl Schritte pro Umdrehung laut Typenschild (8192), lassen sich daraus die entsprechenden Werte für `SafePresetSingle/SafePresetMulti` errechnen:

Anzahl der Umdrehungen = gewünschter Preset-Wert / Schritte pro Umdrehung

Der ganzzahlige Anteil aus dieser Division ergibt die Anzahl der Umdrehungen und ist in das Register `SafePresetMulti` einzutragen.

Single-Turn-Position = gewünschter Preset-Wert – (Schritte pro Umdrehung * Anz. der Umdrehungen)

Das Ergebnis dieser Berechnung wird in das Register `SafePresetSingle` eingetragen.

Der Preset-Wert wird als neue Position gesetzt, wenn die Preset-Justage-Funktion ausgeführt wird, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 50.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.2 NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten

Über den FSoE-Master können die NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten wahlweise in den Eingangsprozessdaten eingeblendet bzw. ausgeblendet werden.

Struktur der Eingangsdaten

Byte	Bit	Eingangsdaten	
X+0	2^0-2^7	Statusbits	UNSIGNED8
X+1	2^0-2^7	Velocity	INTEGER16
X+2	2^8-2^{15}		
X+3	2^0-2^7	Multiturn (Istwert, 15 Bit)	UNSIGNED16
X+4	2^8-2^{15}		
X+5	2^0-2^7	Singleturn (Istwert, 13 Bit)	UNSIGNED16
X+6	2^8-2^{15}		
X+7	2^0-2^7	Scaled (Istwert skaliert, 28 Bit)	UNSIGNED32
X+8	2^8-2^{15}		
X+9	2^{16}-2^{23}		
X+10	2^{24}-2^{31}		

6.2.1 Eingangsdaten

6.2.1.1 Statusbits

UNSIGNED8

Byte	X+0
Bit	7 – 0
Data	2^7 – 2^0

Bit	Beschreibung
2^0	Überlauf Bit = 1, wenn der Geschwindigkeitswert außerhalb des Bereiches von –32768…+32767 liegt.
2^1…2^7	reserviert

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.2.1.2 Velocity

Geschwindigkeit, INTEGER16

Byte	X+1	X+2
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Die Geschwindigkeit wird als vorzeichenbehafteter Zweierkomplement-Wert ausgegeben.

Einstellung der Drehrichtung = forward

– Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:
--> positive Geschwindigkeitsausgabe

Einstellung der Drehrichtung = backward

– Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:
--> negative Geschwindigkeitsausgabe

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von –32768…+32767, führt dies zu einem Überlauf, welcher über das Statusbit 2^0 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung im Register Statusbits gelöscht.
Die Geschwindigkeit wird in `Inkrementen` pro `Integrationszeit Unsafe` angegeben.

6.2.1.3 Multiturn / Singleturn

Multiturn, UNSIGNED16

Byte	X+3	X+4
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Singleturn, UNSIGNED16

Byte	X+5	X+6
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$

Im Register `Multiturn` ist die Anzahl der Umdrehungen notiert und im Register `Singleturn` die aktuelle Single-Turn-Position in Schritten. Zusammen mit der Auflösung des Mess-Systems, max. Anzahl Schritte pro Umdrehung laut Typenschild, lässt sich daraus die Istposition errechnen:

Position in Schritten = (Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen) + Single-Turn-Position

Schritte pro Umdrehung: 8192 ≙ 13 Bit

Anzahl Umdrehungen: 0…32767 ≙ 15 Bit

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

6.2.1.4 Scaled

Istwert skaliert, UNSIGNED32

Byte	X+7	X+8	X+9	X+10
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 – 2^0$	$2^{15} – 2^8$	$2^{23} – 2^{16}$	$2^{31} – 2^{24}$

Über das Register `Scaled` wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben.

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7 EtherCAT – Objektverzeichnis

Über die Objekte im EtherCAT-Verzeichnis werden sowohl NICHT-sicherheitsgerichtete als auch die in Safety-Frames verpackten sicherheitsgerichteten Daten übertragen. Die Verwendung der sicherheitsgerichteten Daten in der NICHT-sicherheitsgerichteten Steuerung ist jedoch nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm.
Das gesamte Management wird über den NICHT-sicherheitsgerichteten Steuerungsteil vorgenommen.

7.1 CoE kommunikationsspezifische Objekte (CiA DS-301)

Referenzen, ETG-Spezifikationen:
- *ETG.1000.6 Application Layer Protocol Specification*
- *ETG.1020 Protocol Enhancements*

Unterstützte kommunikationsspezifische Objekte:

Index (h)	Name
1000	Device Type
1008	Manufacturer Device Name
1009	Manufacturer Hardware Version
100A	Manufacturer Software Version
1018	Identity Object
10E0	Device Identification Reload Object
1600	1st Receive PDO Mapping
1A00	1st Transmit PDO Mapping
1A01	2nd Transmit PDO Mapping
1C00	Sync Manager Communication Type
1C12	Sync Manager 2 PDO Assignment
1C13	Sync Manager 3 PDO Assignment
1C32	Sync Manager 2 Synchronization
1C33	Sync Manager 3 Synchronization

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.2 Herstellerspezifische Objekte

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	Seite
2000	RECORD	Parameter grey	Unsigned16	rw	40
2200	RECORD	TRDiagV2	Octet String	ro	55
3000	VAR	Status	Unsigned8	ro	40
3001	VAR	Cycle Time Bus	Unsigned32	ro	40
3002	VAR	Cycle Time Encoder	Unsigned32	ro	40
3010	VAR	Statusbits	Unsigned8	ro	41
3011	VAR	Velocity	Integer16	ro	41
3012	VAR	Multiturn	Unsigned16	ro	41
3013	VAR	Singleturn	Unsigned16	ro	42
3014	VAR	Scaled	Unsigned32	ro	42

Tabelle 1: Hersteller-Profilbereich

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.2.1 Objekt 2000h: Parameter grey

Das Objekt enthält den NICHT-sicherheitsgerichteten einstellbaren Parameter für die `Integrationszeit Unsafe`, Funktionsbeschreibung siehe Kapitel „Integrationszeit Unsafe“ auf Seite 48.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
2000h	0	Anz. Einträge = 1	UNSIGNED8	ro
	1	Integration time grey	UNSIGNED16	rw

7.2.2 Objekt 3000h: Status

Über das Objekt wird der Initialisierungszustand ausgegeben.

Index	0x3000
Beschreibung	Status
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Wert	Bit 1 = 0: Gerät in Betrieb Bit 1 = 1: Gerät im Initialisierungszustand zur Berechnung des Buszyklusses --> keine gültige Ausgangsdaten

7.2.3 Objekt 3001h: Cycle Time Bus

Über das Objekt wird die momentane EtherCAT – Buszykluszeit ausgegeben.

Index	0x3001
Beschreibung	Cycle Time Bus
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Einheit	µs

7.2.4 Objekt 3002h: Cycle Time Encoder

Über das Objekt wird die momentane interne Mess-System Zykluszeit ausgegeben.

Index	0x3002
Beschreibung	Cycle Time Encoder
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Einheit	µs

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.2.5 Objekt 3010h: Statusbits

Das Objekt enthält das Statusbit für den Geschwindigkeitsüberlauf und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Index	**0x3010**
Beschreibung	Statusbits
Datentyp	UNSIGNED8
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Untergrenze	0 = kein Überlauf
Obergrenze	1 = Überlauf

7.2.6 Objekt 3011h: Velocity

Über das Objekt wird die momentane Geschwindigkeit ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Index	**0x3011**
Beschreibung	Velocity
Datentyp	INTEGER16
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Untergrenze	–32768
Obergrenze	+32767
Einheit	Inkremente / Integrationszeit Unsafe

7.2.7 Objekt 3012h: Multiturn

Über das Objekt wird die aktuelle Anzahl der Umdrehungen ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Index	**0x3012**
Beschreibung	Multiturn
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Untergrenze	0
Obergrenze	32767
Einheit	Umdrehungen

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.2.8 Objekt 3013h: Singleturn

Über das Objekt wird die aktuelle Single-Turn-Position in Schritten ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Index	**0x3013**
Beschreibung	Singleturn
Datentyp	UNSIGNED16
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Untergrenze	0
Obergrenze	8192
Einheit	Schritte

7.2.9 Objekt 3014h: Scaled

Über das Objekt wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Index	**0x3013**
Beschreibung	Scaled
Datentyp	UNSIGNED32
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja
Untergrenze	0
Obergrenze	268 435 456
Einheit	Schritte

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.3 Profilspezifische Objekte

Index (h)	Objekt	Name	Attr.	Seite
6000	RECORD	FSoE Slave Frame Elements	ro	44
6001	RECORD	FSoE Slave Frame Data	ro	44
7000	RECORD	FSoE Master Frame Elements	ro	45
7001	RECORD	FSoE Master Frame Data	ro	45
8000	RECORD	FSoE Parameter-Einstellungen	rw	45
F980	RECORD	Safe Address	ro	46

Tabelle 2: Geräte-Profilbereich

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.3.1 Objekt 6000h: FSoE Slave Frame Elements

Das Objekt wird benötigt, um zusammen mit „Objekt 6001h: FSoE Slave Frame Data“ den vollständigen FSoE-Slave-Frame im TxPDO-Mapping Objekt 0x1A00 zu beschreiben.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
6000h	0	Anz. Einträge = 8	UNSIGNED8	ro
	1	FSoE Slave Command	UNSIGNED8	ro
	2	FSoE Slave CRC_0	UNSIGNED16	ro
	3	FSoE Slave Connection ID	UNSIGNED16	ro
	4	FSoE Slave CRC_1	UNSIGNED16	ro
	5	FSoE Slave CRC_2	UNSIGNED16	ro
	6	FSoE Slave CRC_3	UNSIGNED16	ro
	7	FSoE Slave CRC_4	UNSIGNED16	ro
	8	FSoE Slave CRC_5	UNSIGNED16	ro

7.3.2 Objekt 6001h: FSoE Slave Frame Data

Das Objekt enthält die zyklischen sicherheitsgerichteten Nutz-Eingangsdaten, Aufbau siehe ab Seite 30.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
6001h	0	Anz. Einträge = 10	UNSIGNED8	ro
	1	Velocity Error	BOOL	ro
	2	Error Ack Request	BOOL	ro
	3	Preset OK	BOOL	ro
	4	Preset Error	BOOL	ro
	5	SafeState	BOOL	ro
	6	Preset Active	BOOL	ro
	7	SafeVelocity	INTEGER16	ro
	8	SafeMultiturn	UNSIGNED16	ro
	9	SafeSingleturn	UNSIGNED16	ro
	10	SafeScaled	UNSIGNED32	ro

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.3.3 Objekt 7000h: FSoE Master Frame Elements

Das Objekt wird benötigt, um zusammen mit „Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data“ den vollständigen FSoE-Master-Frame im RxPDO-Mapping Objekt 0x1600 zu beschreiben.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
7000h	0	Anz. Einträge = 6	UNSIGNED8	ro
	1	FSoE Master Command	UNSIGNED8	ro
	2	FSoE Master CRC_0	UNSIGNED16	ro
	3	FSoE Master Connection ID	UNSIGNED16	ro
	4	FSoE Master CRC_1	UNSIGNED16	ro
	5	FSoE Master CRC_2	UNSIGNED16	ro
	6	FSoE Master CRC_3	UNSIGNED16	ro

7.3.4 Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data

Das Objekt enthält die zyklischen sicherheitsgerichteten Nutz-Ausgangsdaten, Aufbau siehe ab Seite 30.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
7001h	0	Anz. Einträge = 6	UNSIGNED8	ro
	1	Preset_Preparation	BOOL	ro
	2	Preset_Request	BOOL	ro
	3	Error Acknowledge	BOOL	ro
	4	SafePresetSingle	UNSIGNED16	ro
	5	SafePresetMulti	UNSIGNED16	ro
	6	SafeOutRes	UNSIGNED16	ro

7.3.5 Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen

Das Objekt enthält die sicherheitsgerichteten Parameter, Funktionsbeschreibung siehe ab Seite 47.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
8000h	0	Anz. Einträge	4	UNSIGNED8	ro
	1	Drehrichtung	1	BOOL	rw
	2	Fensterinkremente	1000	UNSIGNED16	rw
	3	Safe Integrationszeit	10	UNSIGNED16	rw
	4	Preset Toleranz	1	UNSIGNED16	rw

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

7.3.6 Objekt F980h: Safe Address

Das Objekt enthält in Subindex 1 die über die HEX-Drehschalter eingestellte Safety-Adresse, siehe Kapitel „FSoE-Adresse einstellen“ auf Seite 23. Unter Subindex zwei wird die Serien-Nr. des Mess-Systems notiert.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
F980h	0	Anz. Einträge	2	UNSIGNED8	ro
	1	FSoE Address	18	UNSIGNED16	ro
	2	Serial Number	TR-spezifisch (TRIC)	UNSIGNED32	ro

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8 Parametrierung

Üblicherweise werden von den Steuerungen Eingabemasken zur Verfügung gestellt, über die der Anwender die Parameterdaten eingeben, oder aus Listen auswählen kann. Die Struktur der Eingabemasken ist in der Gerätestammdatei hinterlegt.

⚠ GEFAHR

ACHTUNG

- **Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch Fehlfunktion, verursacht durch eine fehlerhafte Parametrierung!**
  - ➢ Der Anlagen-Hersteller muss bei der Inbetriebnahme und nach jeder Parameteränderung, die richtige Funktion durch einen abgesicherten Testlauf sicherstellen.

8.1 Sicherheitsgerichtete Parameter

Mit den sicherheitsgerichteten Parametern werden applikationsabhängige Geräteeigenschaften festgelegt und über den FSoE-Master bereitgestellt.

Parameter	Typ	Beschreibung
Drehrichtung	BOOL	0: fallend 1: steigend [default]
Integrationszeit Safe	UNSIGNED16	Default = 10 Bereich: 1-10
Fensterinkremente	UNSIGNED16	Default = 1000 Bereich: 50-4000
Stillstandtoleranz Preset	UNSIGNED16	Default = 1 Bereich: 1-5

8.1.1 Drehrichtung

Der Parameter definiert die gegenwärtige Zählrichtung des Positionswertes mit Blick auf die Anflanschung bei Drehung der Welle im Uhrzeigersinn.

1 = Zählrichtung steigend
0 = Zählrichtung fallend

Standardwert = steigend

8.1.2 Integrationszeit Safe

Der Parameter dient zur Berechnung der sicheren Geschwindigkeit, welche über die Prozessdaten des Safety-Kanals ausgegeben wird. Hohe Integrationszeiten ermöglichen hochauflösende Messungen bei geringen Drehzahlen. Niedrige Integrationszeiten zeigen Geschwindigkeitsänderungen schneller an und sind gut geeignet für hohe Drehzahlen und große Dynamik. Die Zeitbasis ist fest auf 50 ms eingestellt. Über den Wertebereich von 1…10 können somit 50…500 ms eingestellt werden.

Standardwert = 100 ms.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

8.1.3 Fensterinkremente

Der Parameter definiert die maximal zulässige Positionsabweichung in Inkrementen der im Mess-System integrierten Master / Slave - Abtastsystemen. Das zulässige Toleranzfenster ist im Wesentlichen von der maximalen im System vorkommenden Drehzahl abhängig und muss vom Anlagenbetreiber erst ermittelt werden. Höhere Drehzahlen erfordern ein größeres Toleranzfenster. Der Wertebereich erstreckt sich von 50…4000 Inkrementen.

Standardwert = 1000 Inkremente.

Je größer die Fensterinkremente, desto größer der Winkel, bis ein Fehler erkannt wird.

8.1.4 Stillstandtoleranz Preset

Der Parameter definiert die maximal zulässige Geschwindigkeit in `Inkrementen` pro `Integrationszeit Safe` zur Durchführung der Preset-Funktion, siehe Seite 50. Die zulässige Geschwindigkeit ist vom Bus-Verhalten und der System-Geschwindigkeit abhängig und muss vom Anlagenbetreiber erst ermittelt werden. Der Wertebereich erstreckt sich von 1 Inkrement pro `Integrationszeit Safe` bis 5 Inkremente pro `Integrationszeit Safe`. Dies bedeutet, dass sich die Mess-System-Welle fast im Stillstand befinden muss, damit die Preset-Funktion ausgeführt werden kann.
Einstellungs-Empfehlung bei Mess-Systemen mit doppelmagnetischer Abtastung:
≥ 3 Inkremente pro Standardwert `Integrationszeit Safe`.

Standardwert = 1 Inkrement pro Standardwert `Integrationszeit Safe`.

8.2 NICHT-sicherheitsgerichteter Parameter

8.2.1 Integrationszeit Unsafe

Der Parameter dient zur Berechnung der nicht sicheren Geschwindigkeit, welche über die Prozessdaten des NICHT-sicherheitsgerichteten Datenkanals ausgegeben wird. Hohe Integrationszeiten ermöglichen hochauflösende Messungen bei geringen Drehzahlen. Niedrige Integrationszeiten zeigen Geschwindigkeitsänderungen schneller an und sind gut geeignet für hohe Drehzahlen und große Dynamik. Die Zeitbasis ist fest auf 5 ms eingestellt. Über den Wertebereich von 1…100 können somit 5…500 ms eingestellt werden.

Standardwert = 100 ms.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

9 Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte)

Die Sicherheitsfunktion fordert, dass im Fehlerfall im sicherheitsgerichteten Safety-Kanal in folgenden Fällen statt der zyklisch ausgegebenen Werte die **Safe-Daten (0)** verwendet werden (FailSafeData).

- beim Anlauf des sicherheitsgerichteten Systems
- bei Fehlern in der sicherheitsgerichteten Kommunikation zwischen FSoE-Master und Mess-System über das FSoE-Protokoll
- wenn der unter den sicherheitsgerichteten Parametern eingestellte Wert für die `Fensterinkremente` überschritten wurde und/oder das intern errechnete Safety-Telegramm fehlerhaft ist
- wenn der, unter der entsprechenden Artikelnummer angegebene, zulässige Umgebungstemperaturbereich unterschritten bzw. überschritten wird
- wenn das Mess-System länger als 200 ms mit >36 V DC versorgt wird
- Hardwaretechnische Fehler im Mess-System
- Abtastsystem doppelmagnetisch: wenn die elektrisch zulässige Drehzahl gemäß Sicherheitshandbuch überschritten worden ist.
  Da bis zu diesem Grenzwert ein fehlerfreier Betrieb garantiert wird, geschieht die eigentliche Ausgabe von Safe-Daten deshalb erst deutlich über dem angegebenen Grenzwert.

Der über Standard-EtherCAT ansprechbare Prozessdatenkanal ist davon nicht unbedingt betroffen. Erkennt die interne Diagnose im Masterkanal keinen Fehler, so werden die Prozessdaten weiterhin ausgegeben. Diese Daten sind jedoch nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm.

Erkennt die interne Diagnose im Masterkanal einen Fehler, so werden auch für den NICHT-sicherheitsgerichteten Kanal **Safe-Daten (1)** verwendet.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

10 Preset-Justage-Funktion

WARNUNG

ACHTUNG

- **Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch unkontrolliertes Anlaufen des Antriebssystems, bei Ausführung der Preset-Justage-Funktion!**
  - Preset-Funktion nur im Stillstand ausführen, siehe Kapitel „Stillstandtoleranz Preset“ auf Seite 48
  - Die zugehörigen Antriebssysteme sind gegen automatisches Anlaufen zu verriegeln
  - Es wird empfohlen, die Preset-Auslösung über den FSoE-Master durch weitere Schutzmaßnahmen wie z.B. Schlüsselschalter, Passwortabfrage etc. zu sichern
  - Der unten angegebene Ablauf ist zwingend einzuhalten, insbesondere sind die Status-Bits durch den FSoE-Master auszuwerten, um die erfolgreiche bzw. fehlerhafte Ausführung zu überprüfen
  - Nach Ausführung der Preset-Funktion ist die neue Position zu überprüfen

Die Preset-Justage-Funktion wird verwendet, um den aktuell ausgegebenen Positionswert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Messbereichs zu setzen. Damit kann rein elektronisch die angezeigte Position auf eine Maschinen-Referenzposition gesetzt werden.

10.1 Vorgehensweise über FSoE-Master

- Voraussetzung: Das Mess-System befindet sich im zyklischen Datenaustausch.
- Register `SafePresetMulti` und `SafePresetSingle` in den Ausgangsdaten des FSoE-Masters mit dem gewünschten Preset-Wert beschreiben.
- Steuerbits `Preset_Preparation` und `Preset_Request` auf 0 setzen.
- Steuerbit `Preset_Preparation` auf 1 setzen. Als Reaktion wird das Statusbit `SafeState` auf 0 gesetzt, der FSoE-Master muss darauf hin die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Der ausgegebene Positionswert ist nicht mehr sicher!
- Mit einer steigenden Flanke des Steuerbits `Preset_Request` wird der Preset-Wert angenommen. Der Empfang des Preset-Wertes wird mit Setzen (=1) des Statusbits `Preset Active` quittiert. Ist die Preset-Ausführung beendet, wird das Statusbit `Preset Active` auf 0 zurückgesetzt.
- Nach Empfang des Preset-Wertes überprüft das Mess-System, ob alle Voraussetzung zur Ausführung der Preset-Justage-Funktion erfüllt sind. Ist dies der Fall, wird der Vorgabewert als neuer Positionswert geschrieben. Im Fehlerfall wird die Ausführung verweigert und mit Setzen des Statusbits `Preset Error` eine Fehlermeldung ausgegeben.
- Nach erfolgreicher Ausführung der Preset-Justage-Funktion setzt das Mess-System das Statusbit `Preset OK` auf 1 und kennzeichnet damit für den FSoE-Master, dass die Preset-Ausführung abgeschlossen ist.
- Steuerbit `Preset_Request` auf 0 zurücksetzen.
- Steuerbit `Preset_Preparation` auf 0 zurücksetzen. Als Reaktion wird das Statusbit `SafeState` wieder auf 1 gesetzt.
- Zum Schluss muss vom FSoE-Master überprüft werden, ob die neue Position der neuen Soll-Position entspricht.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

10.2 Timing - Diagramm

blauer Bereich: Ausgangssignale FSoE-Master -> Mess-System
oranger Bereich: Eingangssignale Mess-System -> FSoE-Master

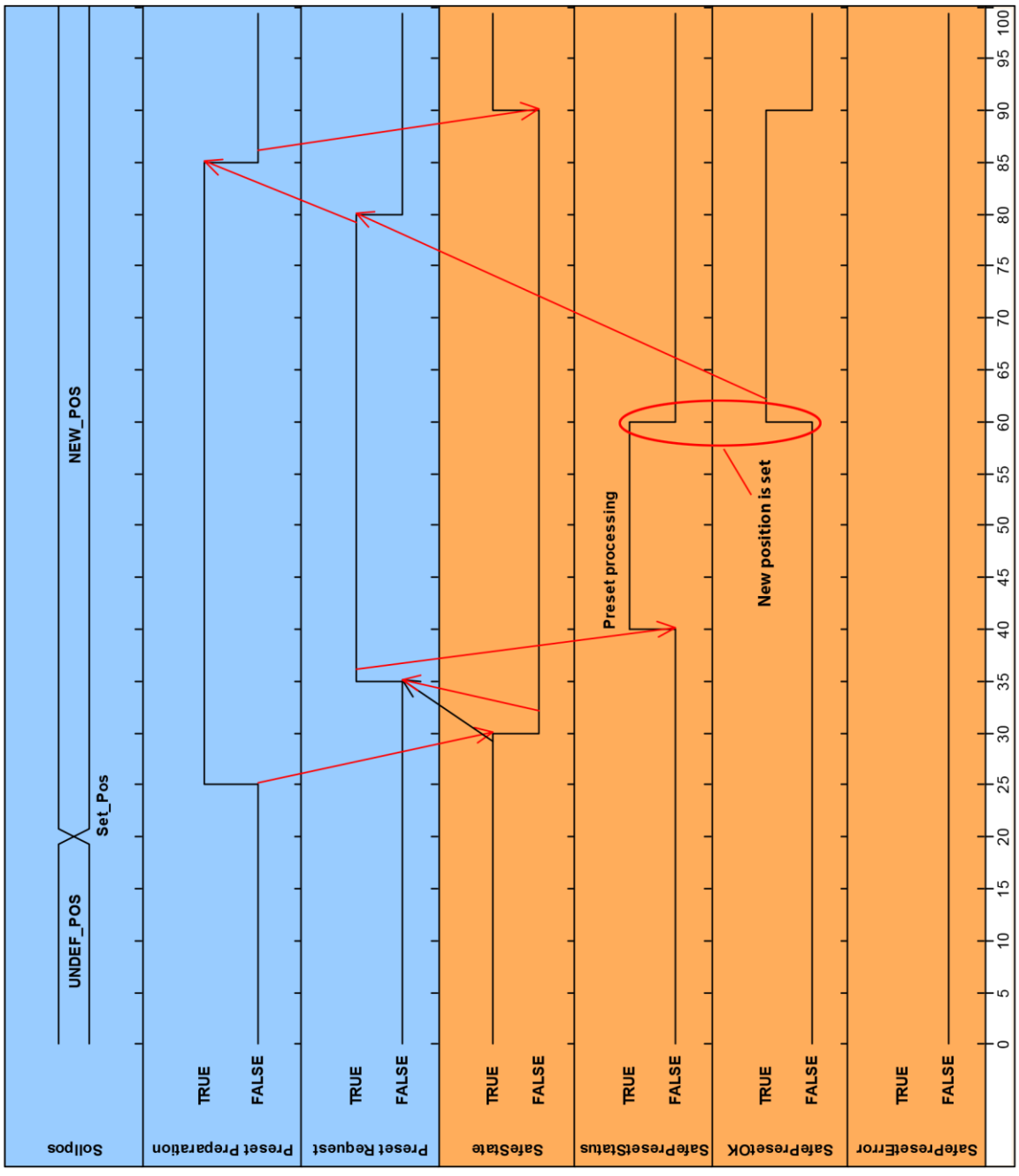


Abbildung 8: Preset Timing Diagramm

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11 Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten

11.1 Optische Anzeigen

Zuordnung und Lage der Status-LEDs, siehe Kapitel „Bus-Statusanzeige“ auf Seite 28.

11.1.1 Link / Data Activity LEDs

grüne LED	Ursache	Abhilfe
OFF	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Keine Ethernet-Verbindung	Kabel überprüfen
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
ON	Mess-System betriebsbereit, Ethernet-Verbindung hergestellt	-

11.1.2 EtherCAT RUN LED

grüne LED	Ursache	Abhilfe
ON -> Double flash	Mess-System wurde aufgrund nachfolgender Ursachen vom OPERATIONL-Zustand in den SAFE-OPERATIONAL-Zustand versetzt: - keine Verbindung zum EtherCAT-Master - EtherCAT-Watchdog wurde überschritten	- Gesamte Verkabelung zwischen Mess-System und EtherCAT-Master überprüfen - Watchdogzeiten überprüfen, der erlaubte Maximal-Wert beträgt 65530 ms.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.1.3 Safety State LED

grüne LED	Ursache	Abhilfe
OFF	Mess-System befindet sich in der Initialisierung oder ist ausgeschaltet	-
	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
Single flash (dauerhaft)	Mess-System verbleibt aufgrund nachfolgender Ursachen in der Initialisierungsphase: - keine Verbindung zum FSoE-Master - EtherCAT-Master befindet sich nicht im "RUN-Modus" - falsche FSoE-Adresse - fehlerhaft bzw. nicht angepasste FSoE-Parameter	- Gesamte Verkabelung zwischen Mess-System und FSoE-Master überprüfen - EtherCAT-Master Projektierung überprüfen - Überprüfen, ob sich der EtherCAT-Master im RUN-Modus befindet - FSoE-Adresse überprüfen, diese muss systemweit eindeutig sein - FSoE-Parameter überprüfen, siehe ab Seite 47
Double flash (dauerhaft)	Mess-System verbleibt aufgrund nachfolgender Ursachen in der Ausgabe von Safe-Daten: - FSoE-Kommunikation wurde unterbrochen und wieder hergestellt. - FSoE Time Out	- Überprüfen, ob die eingestellten Timeout-Zeiten für die Automatisierungsaufgabe geeignet sind - Überprüfen, ob die Verbindung zwischen FSoE-Master und Mess-System gestört ist - Überprüfen, ob der FSoE-Master eine Fehlerquittierung benötigt
ON	OPERATIONAL	Normaler Betriebszustand, `SafeState`-Bit = 1

rote LED	Ursache	Abhilfe
Single flash (grün = OFF)	Mess-System wartet auf eine Fehlerquittierung. `SafeStatus`-Bits: - `Error Ack Request` = 1 - `SafeState` = 0	Über Bit 2^6 `Error Acknowledge` im Steuerwort `SafeControl` den Fehler zurücksetzen, siehe Seite 33.
ON (grün = OFF)	**Es wurde ein sicherheitsrelevanter Fehler festgestellt, dass Mess-System wurde in den fehlersicheren Zustand überführt und gibt Safe-Daten aus:**	**Um das Mess-System nach einem sicherheitsrelevanten Fehler wieder in Betrieb nehmen zu können, muss der Fehler generell erst beseitigt werden. Anschließend kann das** `SafeState`**-Bit wieder auf 1 wechseln durch** **1. Fehlerquittierung mittels** `Error Acknowledge`**, bei** `Error Ack Request` **= 1** (rote LED blinkt nach beseitigtem Fehler) **2. Versorgungsspannung AUS/EIN** (rote LED leuchtet statisch nach beseitigtem Fehler)
	– Fehler in der sicherheitsgerichteten Kommunikation	– Mit Hilfe von Diagnose-Mechanismen versuchen den Fehler einzugrenzen (steuerungsabhängig)
	– der eingestellte Wert für den Parameter `Fensterinkremente` wurde überschritten	– Überprüfen, ob der eingestellte Wert für den Parameter `Fensterinkremente` für die Automatisierungsaufgabe geeignet ist, siehe Kapitel „Fensterinkremente" auf Seite 48
	– der unter der entsprechenden Artikelnummer angegebene zulässige Umgebungstemperaturbereich wurde unterschritten bzw. überschritten	– Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass der zulässige Umgebungstemperaturbereich zu jeder Zeit eingehalten werden kann
	– das Mess-Snystem wurde länger als 200 ms mit >36 V DC versorgt	– Das Mess-System ist unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und muss im Werk überprüft werden. Bei Übersendung des Mess-Systems sind die Gründe bzw. Umstände der zustande gekommenen Überspannung mit anzugeben
	– Abtastsystem doppelmagnetisch: die elektrisch zulässige Drehzahl gemäß Sicherheitshandbuch wurde überschritten	– Drehzahl in den zulässigen Bereich bringen. Fehler über Versorgungsspannung AUS/EIN quittieren

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.2 Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm

Erkennt das Mess-System einen sicherheitsrelevanten Fehler, wechselt das Mess-System automatisch von der Prozessdaten-Ausgabe in den `FailSafeData`-Zustand. Wird der Fehler beseitigt und lässt der Fehlertyp einen Wiederanlauf zu, wechselt das Mess-System automatisch in die Prozessdaten-Ausgabe zurück. Allerdings verbleibt das `SafeState`-Bit auf „0“ und das Mess-System zeigt über Bit `Error Ack Request` = 1 eine erforderliche Fehlerquittierung über Bit `Error Acknowledge` an. Nach ausgeführter Fehlerquittierung wird das `SafeState`-Bit wieder auf „1“ gesetzt, die Prozessdaten können wieder verwendet werden.

Bereiche: rot = Fehlereintritt / blau = Mess-System / gelb = FSoE-Applikation auf dem FSoE-Master

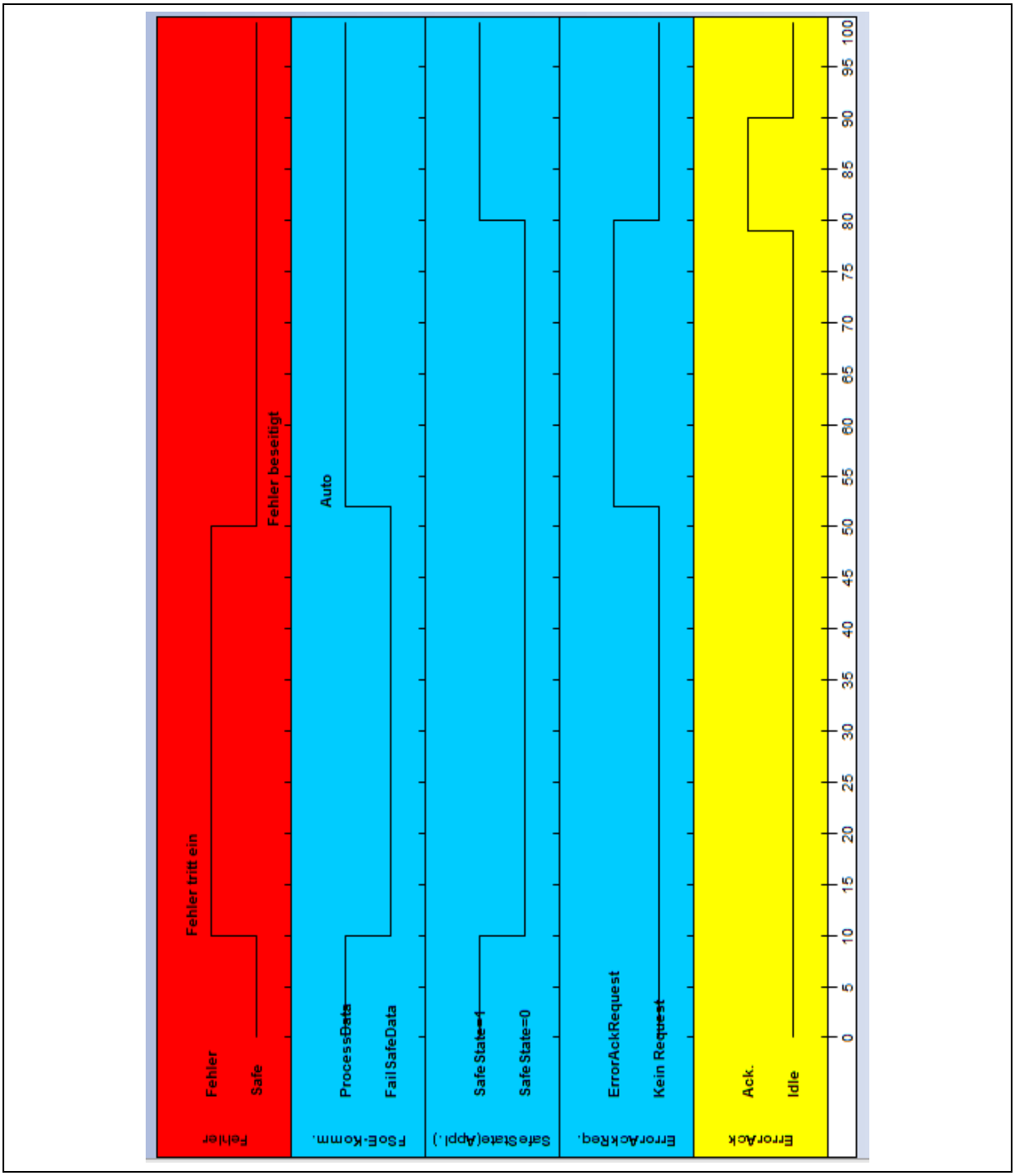


Abbildung 9: Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

11.3 Herstellerspezifische Diagnose (EtherCAT-Objekt)

Das Mess-System unterstützt folgendes herstellerspezifische Diagnose-Objekt:

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
2200h	0	Anz. Einträge	UNSIGNED8	ro
	1	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	2	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	3	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	…	…	…	…
	38	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro

Bei den OCTET STRING´s handelt es sich um einfache UNSIGNED8-Arrays mit einer Länge von jeweils 32 Byte.

Die Fehlerbeseitigung ist wie in Kapitel „Optische Anzeigen“ beschrieben, vorzunehmen. Kann der Fehler nicht behoben werden, können die Diagnosecodes mit Angabe der Artikelnummer zur Auswertung an die Firma TR-Electronic übermittelt werden.

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

12 Checkliste, Teil 2 von 2

Es wird empfohlen, die Checkliste bei der Inbetriebnahme, beim Tausch des Mess-Systems und bei Änderung der Parametrierung eines bereits abgenommenen Systems auszudrucken, abzuarbeiten und im Rahmen der System-Gesamtdokumentation abzulegen.

Dokumentationsgrund	Datum	bearbeitet	geprüft

Unterpunkt	zu beachten	zu finden unter	ja
Vorliegendes Benutzerhandbuch wurde gelesen und verstanden	–	Dokumenten-Nr.: TR-ECE-BA-D-0118	☐
Überprüfung, ob das Mess-System anhand der spezifizierten Sicherheitsanforderungen für die vorliegende Automatisierungsaufgabe eingesetzt werden kann	• Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit • Einhaltung aller technischen Daten	• Kapitel Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit, Seite 14 • Kapitel Technische Daten, Seite 15	☐
Anforderung an die Spannungsversorgung	• Das verwendete Netzteil muss den Anforderungen nach SELV/PELV (IEC 60364-4-41:2005) genügen	• Kapitel Versorgungsspannung, Seite 21	☐
Ordnungsgemäße - Elektro-Installation (Schirmung) - Netzwerk-Installation	• Einhaltung der grundsätzlichen Regeln für die Installation • Einhaltung der Verkabelungsnormen bzw. von der EtherCAT-Nutzerorganisation spezifizierten Richtlinien	• Kapitel Installation / Inbetriebnahmevorbereitung, ab Seite 18 • Kapitel Inbetriebnahme, Seite 27	☐
Systemtest nach Inbetriebnahme und Parameteränderung	• Bei der Inbetriebnahme und nach jeder Parameteränderung müssen alle betroffenen Sicherheitsfunktionen überprüft werden	• Kapitel Parametrierung ab Seite 47	☐
Preset-Justage-Funktion	• Die Preset-Justage-Funktion darf nur im Stillstand der betroffenen Achse ausgeführt werden • Es muss sichergestellt werden, dass die Preset-Justage-Funktion nicht unbeabsichtigt ausgelöst werden kann • Nach Ausführung der Preset-Justage-Funktion muss vor Wiederanlauf die neue Position überprüft werden	• Kapitel Preset-Justage-Funktion, Seite 50	☐
Geräteaustausch	• Es muss sichergestellt werden, dass das neue Gerät dem ausgetauschten Gerät entspricht • Alle betroffenen Sicherheitsfunktionen müssen überprüft werden	• Sicherheitshandbuch (Checkliste Teil 1 von 2) • Kapitel Parametrierung, ab Seite 47	☐

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved

13 Anhang

13.1 TÜV-Zertifikat

Download
- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0297

13.2 EtherCAT-Zertifikat

Download
- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0289

13.3 Safety over EtherCAT - Zertifikat

Download
- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0288

13.4 EU-Konformitätserklärung

Download
- www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0337

13.5 Zeichnungen

siehe im hinteren Teil des Dokumentes

Download
- www.tr-electronic.de/f/04-CDV75M-M0021
- www.tr-electronic.de/f/04-CDH75M-M0016

© TR-Electronic GmbH 2016, All Rights Reserved