

Handbuch

Neigungssensoren mit CANopen-Schnittstelle

Version: 1.2 Datum: 09.07.2012



GEMAC - Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH Zwickauer Straße 227 09116 Chemnitz Germany

Telefon: +49 371 3377 - 0
Telefax: +49 371 3377 - 272
E-Mail: info@gemac-chemnitz.de
Web: www.gemac-chemnitz.de



Revisionsübersicht

Datum	Revision	Änderung(en)
14.10.2010	0	vorläufig
01.07.2011	1	erste Version
09.07.2012	2	Ergänzung Metallgehäuse, Ergänzung kritisch gedämpfter Digitalfilter

© Copyright 2012 GEMAC - Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH

Unangekündigte Änderungen vorbehalten.

Wir arbeiten ständig an der Weiterentwicklung unserer Produkte. Änderungen des Lieferumfangs in Form, Ausstattung und Technik behalten wir uns vor. Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen dieser Dokumentation können keine Ansprüche abgeleitet werden.

Jegliche Vervielfältigung, Weiterverarbeitung und Übersetzung dieses Dokumentes sowie Auszügen daraus bedürfen der schriftlichen Genehmigung durch die GEMAC.

Alle Rechte nach dem Gesetz über das Urheberrecht bleiben GEMAC ausdrücklich vorbehalten.

Hinweis:

Zur Verwendung der Neigungssensoren mit CAN-Bus Schnittstelle und zum Verständnis dieses Handbuchs sind allgemeine Kenntnisse über das Feldbussystem CAN-Bus notwendig.

Dokument: 231xx-HB-1-2-D-ISxDxxP21



Inhaltsverzeichnis

1 Ubersicht	1
1.1 Eigenschaften	1
1.2 Einsatzgebiete	1
2 Technische Daten	2
3 Montage	5
3.1 Anordnung der Befestigungsbohrungen	5
3.2 Definition der Achsen	6
4 Anschluss	7
4.1 Steckverbinder-Belegung	7
4.2 Bus-Abschlusswiderstand	7
5 Funktionsbeschreibung	8
5.1 Funktionsübersicht	8
6 CANopen Schnittstelle	9
6.1 CANopen Struktur	9
6.2 CANopen Gerätemodell	9
6.3 COB-IDs	10
6.4 Netzwerkmanagement: NMT	10
6.5 Prozessdaten: PDO (TPDO1)	11
6.5.1 PDO Kommunikationsarten	11
6.5.1.1 Individuelle Abfrage (Polling)	11
6.5.1.2 Zyklisches Senden	11
6.5.1.3 Synchronisiertes Senden	11
6.5.1.4 Ereignis gesteuertes Senden bei Winkeländerung (herstellerspezifisch)	11
6.6 Parameterdaten: SDO	12
6.7 Objektverzeichnis	12
6.7.1 Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301)	13
6.7.1.1 Fehlerregister (1001h)	14
6.7.1.2 Herstellerstatusregister (1002h)	14
6.7.1.3 Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h)	15
6.7.1.4 Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h)	15
6.7.1.5 Transmit PDO1 – Übertragungstyp (1800h)	16
6.7.2 Herstellerspezifischer Teil	16
6.7.2.1 Automatische Bus-Off Erholung (2002h)	16
6.7.2.2 Digitalfiltereinstellungen (3000h)	16
6.7.2.3 TPDO1 Senden bei Winkeländerung (3001h)	17
6.7.3 Profilspezifischer Teil (nach CiA DS-410)	18
6.7.3.1 Auflösung (6000h)	18
6.7.3.2 Neigungswerte longitudinal und lateral (6010h und 6020h)	18
6.7.3.3 Betriebsparameter (6011h und 6021h)	18



6.7.3.4 Nullpunkteinstellung: Vorgabewert, Offsetwert, Differenzoffsetwert (60x1/2/3h)	19
6.8 Fehlermeldungen: Emergency	20
6.9 Ausfallüberwachung	21
6.9.1 Nodeguarding / Lifeguarding	21
6.9.2 Heartbeat	21
6.10 LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305)	22
6.10.1 Einstellung von Node-ID und Baudrate	22
6.11 Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801)	22
6.12 Aktive Kompensation des Temperaturganges	23
6.13 Status-LED (nach CiA DR-303-3)	23
7 Sensorkonfiguration	24
7.1 Neigungssensor-Programmieradapter	24
7.2 PC-Software ISDControl	25
8 Bestellinformationen	26



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten	2
Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	3
Tabelle 3: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set	10
Tabelle 4: TPDO1 Standardmapping Typ: IS1D 00 P21	11
Tabelle 5: TPDO1 Standardmapping Typ: IS2D 90 P21	11
Tabelle 6: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis	14
Tabelle 7: Fehlerregister (1001h)	14
Tabelle 8: Herstellerstatusregister (1002h)	15
Tabelle 9: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h)	15
Tabelle 10: Transmit PDO1 - Übertragungstyp (1800h/02h)	16
Tabelle 11: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses	16
Tabelle 12: Filterauswahl	17
Tabelle 13: Profilspezifischer Teil des Objektverzeichnisses	18
Tabelle 14: Betriebsparameter (6011h und 6021h)	19
Tabelle 15: Nullpunkteinstellung	19
Tabelle 16: Emergency Object	20
Tabelle 17: Emergency Error Code	20
Tabelle 18: Emergency: Manufacturer Specific Error Field	20
Tabelle 19: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305	22
Tabelle 20: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED	23
Tabelle 21: Bestellinformationen	26



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: CiA CANopen Conformance Test Certificate	4
Abbildung 2: Befestigungsbohrungen Metallgehäuse	5
Abbildung 3: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse	5
Abbildung 4: Achsendefinitionen Metallgehäuse (Werkszustand)	6
Abbildung 5: Achsendefinitionen Kunststoffgehäuse (Werkszustand)	6
Abbildung 6: Steckverbinder-Belegung CAN-Bus	7
Abbildung 7: CANopen Struktur	9
Abbildung 8: NMT Zustandsdiagramm	10
Abbildung 9: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis	12
Abbildung 10: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter	17
Abbildung 11: Starter-Kit	24
Abbildung 12: PC-Software	25



Abkürzungs- und Begriffserklärung

BOOL Datenübertragungsgeschwindigkeit (1 Baud = 1 Bit/s)

Datenübertragungsgeschwindigkeit (1 Baud = 1 Bit/s)

Datentyp BOOLEAN (8 Bit, 0 = FALSE, 1 = TRUE)

CAN Controller Area Network

CANopen Standardisierte Applikationsschicht für CAN-Geräte

CIA CAN in Automation e.V.

CiA DS CiA Draft Standard (von der CiA veröffentlichte Spezifikation)

CIA DS-301 Spezifikation der CANopen-Applikationsschicht und der Kommunikationsparameter im OV

CiA DP CiA Device Profile (von der CiA veröffentlichtes Geräteprofil)

CIA DR CIA Draft Recommendation (von der CiA veröffentlichte Implementationsempfehlung)

CiA DR-303-3 Implementationsempfehlung für die Anzeige von CANopen-Gerätezuständen und Fehlern per LED(s)

CIA DSP Draft Standard Proposal (von der CiA veröffentlichter Spezifikationsentwurf)

CIA DSP-410 Spezifikationsentwurf des Geräteprofils 410 für Neigungssensoren
Client CANopen-Teilnehmer, der den Dienst eines Servers in Anspruch nimmt

COB CANopen Communication Object

COB-ID CAN-Identifier eines COB

DOMAIN Datentyp DOMAIN (beliebige große Datenmenge, z.B. Programmcode)

EDS Electronical Data Sheet (Elektronisches Datenblatt eines CANopen-Gerätes)

EMCY Emergency Object (Objekt zum Mitteilen von Fehlerzuständen)

xxxxh/xxh Index/Subindex, Positionsangabe eines OV-Parameters

Heartbeat Überwachungsmechanismus für CANopen-Teilnehmer

ID Identifier einer CAN-Nachricht

INT8 Datentyp INTEGER8 (8 Bit, Zweierkomplement, -128...127)

INT16 Datentyp INTEGER16 (16 Bit, Zweierkomplement, -32768...32767)

LSS Layer Setting Service

NMT Network Management Object (Objekt um CANopen-Gerätezustände zu setzen und prüfen)

 Node-ID
 Knotennummer eines CANopen-Gerätes (1...127)

 Node- / Lifeguarding
 Überwachungsmechanismus für CANopen-Teilnehmer

 Operational
 CANopen-Gerätezustand (SDO, PDO, EMCY, NMT möglich)

OV Objektverzeichnis (virtuelles Verzeichnis mit Geräteparametern, Adressierung per Index und Subindex)

PDO Process Data Object (Objekt zur Übertragung von Prozessdaten ohne Protokolloffset)

PDO Mapping Reihenfolge in der Prozessdaten in einem PDO angeordnet sind

Pre-Operational CANopen-Gerätezustand (SDO, EMCY, NMT möglich)

Pre-Defined Connecti-

- In der CiA DS-301 definiertes Schema, wie die COB-IDs der Kommunikationsobjekte in Abhängigkeit der

on Set Node-ID zu b

Node-ID zu berechnen sind

Node 15 2d bereeninen sind

ro read only, Zugriffsrecht "nur lesen" auf ein Objekt im Objektverzeichnis

RTR Remote Transmit Request, Bit, welches den Empfänger zum Senden von Daten veranlasst rw write and read, Zugriffsrecht "schreiben und lesen" auf ein Objekt im Objektverzeichnis

SDO Service Data Object (Objekt für Zugriff auf das Objektverzeichnis)

Server CANopen-Teilnehmer, der einen Dienst für einen/mehrere Client(s) anbietet

Stopped CANopen-Gerätezustand (nur NMT möglich)

UNS8 Datentyp UNSIGNED8 (8 Bit, vorzeichenlos, 0...255)

UNS16 Datentyp UNSIGNED16 (16 Bit, vorzeichenlos, 0...65535)

UNS32 Datentyp UNSIGNED32 (32 Bit, vorzeichenlos, 0...4294967296)

VSTR Datentyp VISIBLE STRING (ASCII-Zeichenkette inklusive Endekennung 0h)
wo write only, Zugriffsrecht "nur schreiben" auf ein Objekt im Objektverzeichnis

Dokument: 231xx-HB-1-2-D-ISxDxxP21



1 Übersicht

1.1 Eigenschaften

- 1-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: 360° (±180°)
- 2-dimensionaler Neigungssensor mit Messbereich: ±90° (X/Y)
- Hohe Abtastrate und Bandbreite
- Hohe Auflösung (0,01°) und Genauigkeit (0,05°)
- Kompensierter Temperaturgang für Metallgehäuse
 (10x besserer Temperaturkoeffizient als Kunststoffgehäuse)
- Kompensierte Querempfindlichkeit
- Parametrierbare Vibrationsunterdrückung
- Komfortable CANopen-Schnittstelle
 - Erfüllt die CiA DS-301, Geräteprofil CiA DSP-410
 - Baudraten von 10 kBit/s bis 1 MBit/s
 - Automatische Baudratenerkennung
 - Einstellung von Node-ID und Baudrate über LSS-Service
- Funktionen:
 - Ein TPDO: dynamisch mappbar (RTR, zyklisch, ereignisgesteuert, synchronisiert)
 - SYNC-Consumer (synch. Senden des TPDO nach Empfang eines SYNC-Telegramm)
 - EMCY-Producer
 - Ausfallüberwachung mittels Heartbeat oder Nodeguarding / Lifeguarding
- Metallgehäuse mit Edelstahlgrundplatte oder UV-beständiges, schlagzähes Kunststoffgehäuse
- Geeignet für industriellen Einsatz:
 - Temperaturbereich: -40 °C bis +80 °C
 - Gehäuseschutzart: IP65/67

Der 1-dimensionale Neigungssensor IS1D 00 P21 dient zum Messen von Neigungen im Bereich von 360°, der 2-dimensionale Neigungssensor IS2D 90 P21 zum Messen von Neigungen in 2 Bereichen (X/Y) von ±90°. Zur Gewährleistung einer hohen Genauigkeit sind die Sensoren werksseitig kalibriert.

Der kompakte und robuste Aufbau macht den Sensor zu einem geeigneten Winkelmessgerät in rauer Umgebung für die unterschiedlichsten Einsatzfälle in Industrie und Fahrzeugtechnik. Über die CANopen-Schnittstelle ist eine einfache Einstellung sämtlicher Parameter möglich.

1.2 Einsatzgebiete

- Solarthermie. Photovoltaik
- Land- und forstwirtschaftliche Maschinen
- Baumaschinen
- Kran- und Hebetechnik



2 Technische Daten

Allgemeine Parameter ¹	
Messbereiche	360°, ±90°
Auflösung	0,01°
Genauigkeit (Typ: IS1D 00 P21)	Messbereich typisch maximal 0360° ±0,04° ±0,10°
Genauigkeit (Typ: IS2D 90 P21)	$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$
Querempfindlichkeit komp. (IS2D 90 P21)	typ. ±0,10%, max. ±0,50%
Temperaturkoeffizient (Nullpunkt)	Metallgehäuse: typ. $\pm 0,0008$ °/K (typ. < ± 0.10 ° über Bereich -40 °C +80 °C Kunststoffgehäuse: typ. $\pm 0,0080$ °/K
Abtastrate	80 Hz
Grenzfrequenz	typ. 20 Hz, 2.Ordnung (ohne Digitalfilter) / 0,1 25 Hz, 8.Ordnung (mit Digitalfilter)
Arbeitstemperatur	-40 °C bis +80 °C
Eigenschaften	
Datenraten	10k, 20k, 50k, 62,5k, 100k, 125k, 250k, 500k, 800k Bit/s, 1 MBit/s, Autom. Erkennung
Funktionen	Winkelabfrage, zyklisches und synchronisiertes Senden, zwei parametrierbare Digitalfil ter (Tiefpass, 8.Ordnung), Konfiguration über Objektverzeichnis
Elektrische Parameter	
Versorgungsspannung	8 bis 48 VDC
Stromaufnahme	Metallgehäuse: <200 mA @ 24 V (PPeak ≤4,8 W) Kunststoffgehäuse: <33 mA @ 24 V
Mechanische Parameter	
Anschluss CAN	2x Steckverbinder 5-polig M12 (Stecker - Buchse, durchgeschleift) nach CiA 303-1
Gehäuseschutzart	IP65/67
Abmessungen / Masse	Metallgehäuse: 82 mm x 82 mm x 25 mm / ca. 310 g Kunststoffgehäuse: 66 mm x 90 mm x 36 mm / ca. 215 g
CANopen Konformität, Zertifikat# CiA20	1108-301V402/20-0143
CiA DS-301, v4.2.0	Application layer and communication profile
CiA DS-410	Device profile for inclinometer
CiA DSP-305	Layer setting service (LSS) and protocols
CiA DR-303-3	Indicator specification (Status-LED)
CiA AN-801	Automatic bit-rate detection
CE Konformität nach EG-Richtlinie 2006	/42/EG
EG Richtlinien	
RL 2004/108/EG	EMV Richtlinie
RL 2006/95/EG	Niederspannungsrichtlinie (LVD)
Harmonisierte Normen	
DIN EN 50498:2010	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Produktfamiliennorm für elektronische Geräte, die nachträglich in Fahrzeuge eingebaut werden
EN 60950-1:2006/A1:2010	Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit
EN ISO 14982:2009	Land- und forstwirtschaftliche Maschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit - Prüfver fahren und Bewertungskriterien
DIN EN 13309:2010	Baumaschinen - Elektromagnetische Verträglichkeit von Maschinen mit internem elektrischen Bordnetz

Tabelle 1: Technische Daten

l alle angegebenen Winkelgenauigkeiten gelten nach einer Einlaufzeit von 10 min bei 25°C, Grenzfrequenz 0,3 Hz absolute Kalibriergenauigkeit (bei 25 °C): ±0,05°



Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)				
Störaussendung				
Gestrahlte Störaussendung / Funkfeldstärke				
Störfestigkeit gegen HF-Felder				
Streifenleitung nach ISO 11452-5	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- EN ISO 13309 (Bauma 20 400 MHz 200 V/m (1 KHz-AM) Funktionszustand A	und Forstwirtschaft) bzw. aschinen)		
Absorberraum nach ISO 11452-2	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) 200 1000 MHz vertikal / 400 1000 MHz horizontal 100 V/m (1 KHz-AM) Funktionszustand A			
Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störg	rößen (Bordnetz 24 VD	OC)		
Impulse nach ISO 7637-2:2004	Impuls 1	Schärfegrad III III III III III III III Ri = 1 Ω (10 Ω) Ri = 0,5 Ω	Kriterium C B C (B*) A A B A A	
Störfestigkeit gegen elektromagnetische Er	ndladung (ESD)			
ESD nach ISO 10605:2008	Grenzwerte nach EN ISO 14982 (Land- und Forstwirtschaft) bzw. EN ISO 13309 (Baumaschinen) Entladekombination 330 pF / 330 Ω Kontaktentladung 8 KV bipolar (metallische Teile) Luftentladung 15 KV bipolar Funktionszustand A			

Tabelle 2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Dokument: 231xx-HB-1-2-D-ISxDxxP21

^{*} Metallgehäuse





Certificate # CiA201108-301V402/20-0143

Vendor ID 00 00 01 59

Manufacturer Gemac mbH

Device IS2D 90 P21

> Product code: 0000 5A72h

Object 1018h/02h

Hardware version: -

Object 1009h

Revision number: 0000 001Eh

Object 1018h/03h

Software version: V03.39

Object 100Ah

EDS

PR-23154-xx.eds

File version:

EDS version:

4.0.2

File revision:

0

Nuremberg, 05.08.2011

CAN in Automation GmbH Kontumazgarten 3

DE-90429 Nürnberg
Tel: +49-911-928819-0
Technical Manager-911-928819-79

CAN in Automation GmbH Kontumazgarten 3 90429 Nuremberg Germany phone: +49-911-928819-0

fax: +49-911-928819-79



Abbildung 1: CiA CANopen Conformance Test Certificate



3 Montage

3.1 Anordnung der Befestigungsbohrungen

Die Bohrungen zum Verschrauben des Sensors (Abbildung 2 und Abbildung 3) befinden sich in der Grundplatte des Neigungssensors.

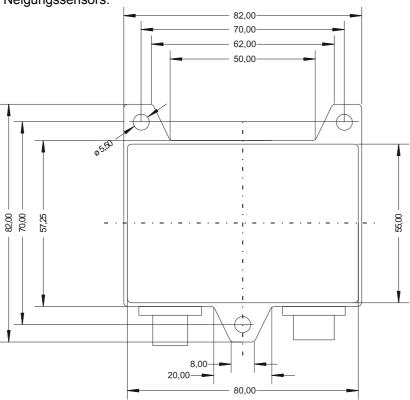


Abbildung 2: Befestigungsbohrungen Metallgehäuse

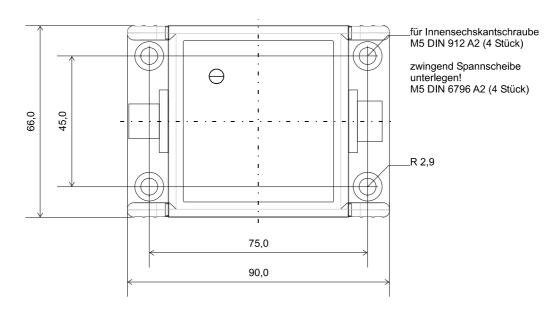


Abbildung 3: Befestigungsbohrungen Kunststoffgehäuse



3.2 Definition der Achsen





Abbildung 4: Achsendefinitionen Metallgehäuse (Werkszustand)





Abbildung 5: Achsendefinitionen Kunststoffgehäuse (Werkszustand)

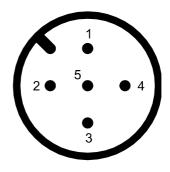


4 Anschluss

4.1 Steckverbinder-Belegung

Die Neigungssensoren IS1D 00 P21 und IS2D 90 P21 sind mit einem üblichen 5-poligen Rundstecker M12 (A-kodiert) ausgestattet. Die Pinbelegung entspricht CiA DR-303-1 (Abbildung 6).

Pin	Signal	Belegung
1	CAN_SHLD	Schirm
2	CAN_V+	Versorgungsspannung (+24 V)
3	CAN_GND	GND / 0 V / V-
4	CAN_H	CAN_H Busleitung
5	CAN_L	CAN_L Busleitung



(Ansicht von außen)

Abbildung 6: Steckverbinder-Belegung CAN-Bus

4.2 Bus-Abschlusswiderstand

Die Neigungssensoren besitzen keinen internen Abschlusswiderstand.



5 Funktionsbeschreibung

5.1 Funktionsübersicht

Die Neigungssensoren IS1D 00 P21 und IS2D 90 P21 besitzen eine standardisierte CANopen Schnittstelle gemäß CiA DS-301 und ein Geräteprofil nach CiA DS-410. Sämtliche Messwerte und Parameter sind über das Objektverzeichnis (OV) zugängig. Die individuelle Konfiguration kann im internen Permanentspeicher (EEPROM) gesichert werden. Folgende CANopen Funktionen sind verfügbar:

- ein Sende-Datenobjekt (TPDO1), dynamisch mappbar in vier möglichen Betriebsmodi:
 - individuelle Abfrage per Remote-Transmit-Request-Telegramm (RTR)
 - zyklisches Senden per Intervallzeit
 - ereignisgesteuertes Senden bei Winkeländerung
 - synchronisiertes Senden nach Empfang eines SYNC-Telegramm
- ein Service-Datenobjekt (Standard-SDO)
- Fehlermeldungen per Emergency-Objekt (EMCY) mit Unterstützung:
 - des allgemeinen Fehlerregisters (Error Register)
 - des herstellerspezifischen Statusregisters (Manufacturer Status)
 - der Fehlerliste (Pre-defined Error Field)
- Überwachungsmechanismen Heartbeat sowie Nodeguarding / Lifeguarding
- Speicher- und Wiederherstellungsfunktion aller Parameter (Store und Load Parameter Field)
- Zustands- und Fehleranzeige per Zweifarb-LED (nach CiA DR-303-3)

Zusätzlich zur CiA DS-301-Funktionalität existieren weitere hersteller- bzw. profilspezifische Eigenschaften:

- frei konfigurierbare Grenzfrequenz (Digitalfilter)
- Konfiguration der minimalen Winkeländerung für TPDO1-Sendeereignis
- Richtungsumschaltung der Neigungswinkel
- Nullpunkteinstellung der Neigungswinkel
- Einstellung von Node-ID und Baudrate über LSS-Service nach CiA DSP-305
- automatische Baudratenerkennung nach CiA AN-801



6 CANopen Schnittstelle

6.1 CANopen Struktur

CANopen ist ein auf CAN basierender offener Protokollstandard in der Automatisierungstechnik und wurde im Verband "CAN in Automation" (CiA) standardisiert. Wie praktisch alle Feldbusse setzt auch CANopen auf dem ISO/OSI 7-Schichtmodel auf. Das Protokoll nutzt den CAN-Bus als Übertragungsmedium und definiert die Elemente für das Netzwerkmanagement, die Verwendung der CAN-Identifier (Nachrichtenadresse), das zeitliche Verhalten auf dem Bus, die Art der Datenübertragung, und anwendungsbezogene Profile. Dies soll gewährleisten, dass CANopen Geräte unterschiedlicher Hersteller kombiniert werden können.

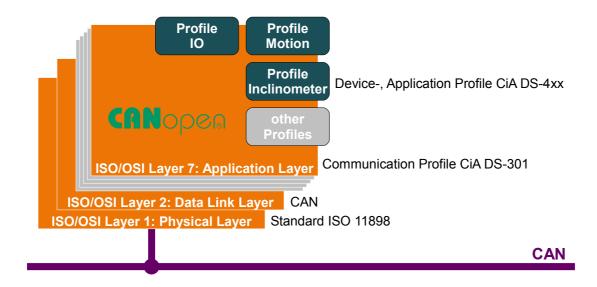


Abbildung 7: CANopen Struktur

CANopen beschreibt die ISO/OSI-Schicht 7 (Application Layer) als Kommunikationsprofil, das von der CiA im Standard CiA DS-301 spezifiziert wurde. Dieses legt die Art der Kommunikation für alle Geräte einheitlich fest. Darüber hinaus sind noch Geräte- und Anwendungsprofile für bestimmte Geräteklassen und Anwendungen im Standard CiA DS-4xx definiert.

6.2 CANopen Gerätemodell

Der Datenaustausch zwischen CANopen Geräten erfolgt über Datenobjekte. Das CANopen Kommunikationsprofil sieht dazu folgende Objektarten vor. Die Prozessdatenobjekte (PDOs) sind hochpriore Telegramme dienen zum Austausch von Prozessdaten. Über die Service-Datenobjekte (SDOs) erfolgt der Zugriff auf die Parameter des Objektverzeichnis eines Gerätes. Netzwerkmanagement Objekte dienen der Steuerung des Zustandsautomaten des CANopen Geräts und zur Überwachung der Knoten. Des weiteren gibt es noch Spezialobjekte für Fehlermeldungen (Emergency), Synchronisation (SYNC) und Zeitstempel. Jedes CANopen Gerät besitzt ein CANopen Objektverzeichnis, in dem die Parameter für alle CANopen Objekte eingetragen sind.



6.3 COB-IDs

Die CAN-Identifier der Kommunikationsobjekte werden entsprechend des Pre-Defined Connection Set bei jedem Reset (Communication, Application und Hardware Reset) in Abhängigkeit der eingestellten Node-ID bestimmt. Die Tabelle 3 zeigt die Berechnungsgrundlage und die Standardwerte (Node-ID = 10).

Kommunikationsobjekt (COB)	Berechnung der COB-ID	Standardwert (Node-ID = 10)
NMT	0h	0h
SYNC	80h	80h
EMCY	80h + Node-ID	8Ah
TPDO1	180h + Node-ID	18Ah
Standard-SDO (Client > Server)	600h + Node-ID	60Ah
Standard-SDO (Server > Client)	580h + Node-ID	58Ah
Heartbeat	700h + Node-ID	70Ah

Tabelle 3: Berechnung der COB-IDs nach Pre-Defined Connection Set

6.4 Netzwerkmanagement: NMT

Abbildung 8 zeigt das NMT Zustandsdiagramm eines CANopen Gerätes. Nach der **Initialisierung** geht der das Gerät automatisch in den Zustand **Pre-Operational** über. Dabei sendet das Gerät eine Boot-Up Nachricht. In diesem Zustand kann es über das Objektverzeichnis konfiguriert werden, denn die Service-Datenobjekte (SDO) sind bereits aktiv. Die Prozessdatenobjekte sind hingegen noch gesperrt.

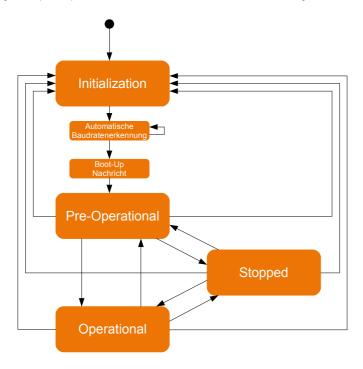


Abbildung 8: NMT Zustandsdiagramm

Durch das Senden der CAN-Nachricht "Start Remote Node" wechselt das Gerät in den Zustand **Operatio-nal**. Jetzt sind auch die Prozessdatenobjekte aktiv. Im Zustand **Stopped** ist keine Kommunikation mit Ausnahme von Node-Guarding und Heartbeat mehr möglich.



6.5 Prozessdaten: PDO (TPDO1)

Jeder Neigungssensor besitzt genau ein Sende-Prozessdatenobjekt (TPDO). Dieses enthält die aktuellen Neigungswerte (axial oder longitudinal und lateral). Das PDO Mapping der Messwerte ist dynamisch einstellbar. Das Standardmapping ist in Tabelle 4/5 dargestellt.

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO1									
Byte0	Byte0 Byte1 Byte2 Byte3 Byte4 Byte5 Byte6 Byte7								
	Neigungswert axial (OV: 6010h)			unbe	nutzt				

Tabelle 4: TPDO1 Standardmapping Typ: IS1D 00 P21

Datenteil des CAN-Telegramms des TPDO1							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
	Neigungswert longitudinal (X-Achse, OV: 6010h)		wert lateral OV: 6020h)		unbe	nutzt	

Tabelle 5: TPDO1 Standardmapping Typ: IS2D 90 P21

6.5.1 PDO Kommunikationsarten

6.5.1.1 Individuelle Abfrage (Polling)

Das TPDO1 kann jederzeit durch Senden eines Remote-Transmit-Request-Telegramms (RTR) abgefragt werden.

6.5.1.2 Zyklisches Senden

Das zyklische Senden des TPDO1 ist aktiviert, wenn der Eintrag 1800h/05h (Intervallzeit in Millisekunden) einen Wert größer 0 enthält. Weiterhin muss der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten. Der Neigungssensor sendet dann im Zustand OPERATIONAL zyklisch das TPDO1 mit der eingestellten Periodendauer.

6.5.1.3 Synchronisiertes Senden

Das synchronisierte Senden dient dem gleichzeitigen Abfragen der Winkelwerte von mehreren Neigungssensoren. CANopen stellt hierzu das SYNC Objekt zur Verfügung, ein CAN-Telegramm hoher Priorität ohne Nutzdaten. Es wird von einem Busteilnehmer (in der Regel vom Master) zyklisch in festen Intervallen versandt. Alle Neigungssensoren lesen ihre aktuellen Winkelwert nach jedem "n-ten" Empfang des SYNC Objekts aus und senden das TPDO1 direkt anschließend, sobald der Bus dies zulässt. Dafür muss der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) den Wert n = 1...240 enthalten.

6.5.1.4 Ereignis gesteuertes Senden bei Winkeländerung (herstellerspezifisch)

Die Buslast durch PDOs kann verringert werden, indem nur dann das TPDO1 gesendet wird, wenn eine entsprechende Winkeländerung eingetreten ist. Diese Funktionalität ist im herstellerspezifischen Teil des Objektverzeichnisses unter dem Index 3001h konfigurierbar. Der Eintrag 1800h/02h (Übertragungstyp) muss dazu den Wert 254 (asynchron, herstellerspezifisch) enthalten.



6.6 Parameterdaten: SDO

Die im Objektverzeichnis aufgeführten Parameter werden über Service-Daten-Objekte (SDOs) gelesen und beschrieben. Wie in Tabelle 6 ersichtlich ist, besitzen die Objektdaten einen 16-Bit Index, über den ein Parameter direkt adressiert werden kann. Zudem existiert noch zu jedem Index ein 8-Bit Sub-Index, der eine weitere Auswahl innerhalb eines Indexes ermöglicht. Die 8 Byte des SDOs sind im Datenbereich der CAN-Nachricht untergebracht.

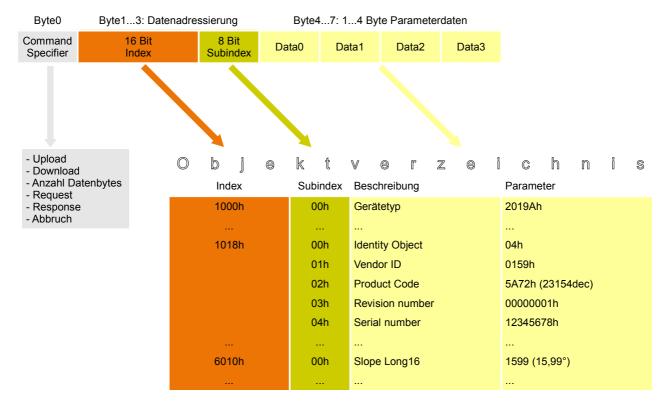


Abbildung 9: SDO Protokoll - Zugriff auf Objektverzeichnis

6.7 Objektverzeichnis

Das Objektverzeichnis enthält alle Datenobjekte, die von außen zugänglich sind und die das Verhalten von Kommunikation, Applikation und Statusmaschinen beeinflussen. Es ist in drei Teile gegliedert:

kommunikationsspezifischer Teil (Index: 0x1000 – 0x1FFF)
 herstellerspezifischer Teil (Index: 0x2000 – 0x5FFF)
 profilspezifischer Teil (Index: 0x6000 – 0x9FFF)

Die enthaltenen Parameter können mittels des Standard SDO über Index und Subindex gelesen und geschrieben werden.

Die folgenden Abschnitte beschreiben alle Parameter im Objektverzeichnis eines Neigungssensors mit Index, Subindex, Datentyp, Zugriffsrecht und Standardwert (Werkseinstellung). Die Spalte Speichern kennzeichnet, ob ein Parameter im internen Permanentspeicher ("save"-Signatur in OV-Index 1010h/01h schreiben) gespeichert werden kann.



6.7.1 Kommunikationsparameter (nach CiA DS-301)

Index	Sub- Index	Parameter		Datentyp	Zu- griff	Standardwert	Spei- chern
1000h	0	Gerätetyp (Geräteprofil 410), Typ IS1D 00 P21	/ IS2D 90 P21	UNS32	const	1019Ah/2019Ah	
1001h	0	Fehlerregister		UNS8	ro	0	
1002h	0	Herstellerstatusregister		UNS32	ro	0	
1003h	vordefi	iniertes Fehlerfeld					
	0	Anzahl Fehlereinträge		UNS32	rw	0	
	15	Fehler-Code (ältester Fehler auf höchstem Ind	ex)	UNS32	ro	0	
1005h	0	COB-ID Sync-Nachricht		UNS32	rw	80h	
1008h	0	Gerätename	rätename				
100Ah	0	Softwareversion ("Vxx.yy")		VSTR	const	{typabh.}	
100Ch	0	Guard Time (Vielfaches von 1 ms)		UNS16	rw	0	х
100Dh	0	Life Time Factor		UNS8	rw	0	х
1010h	Param	eter speichern (Signatur: 's','a','v','e' - 65766173l	h auf SubIndex 14)				
	0	höchster unterstützter Subindex		UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter speichern	(OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter speichern	(OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter speichern	(OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter speichern	(OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1011h	Standa	ardparameter wiederherstellen (Signatur: 'l','o','a'	,'d' - 64616F6Ch auf Subli	ndex 14)			
	0	höchster unterstützter Subindex		UNS32	ro	4	
	1	Alle Parameter wiederherstellen	(OV: 0x1000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	2	Kommunikationsparameter wiederherstellen	(OV: 0x1000-0x1FFF)	UNS32	rw	1	
	3	Applikationsparameter wiederherstellen	(OV: 0x6000-0x9FFF)	UNS32	rw	1	
	4	Herstellerparameter wiederherstellen	(OV: 0x2000-0x5FFF)	UNS32	rw	1	
1014h	0	COB-ID Emergency-Nachricht		UNS32	ro	80h + Node-ID	
1015h	0	Sperrzeit zwischen zwei EMCY-Nachrichten (Vi	elfaches von 100 µs)	UNS16	rw	0	х
1017h	0	Heartbeat-Intervallzeit (Vielfaches von 1 ms, 0	deaktiviert)	UNS16	rw	0	х
1018h	Identity	y-Objekt					
	0	höchster unterstützter Subindex		UNS8	ro	4	
	1	Vendor-ID (Herstellerkennung GEMAC mbH)		UNS32	ro	159h	
	2	Produkt-Code		UNS32	ro	{typabh.}	
	3	Revisionsnummer		UNS32	ro	{typabh.}	
	4	Seriennummer		UNS32	ro	{typabh.}	
1200h	Server	SDO1 Parameter				(3)	
	0	höchster unterstützter Subindex		UNS8	ro	2	
	1	COB-ID Client > Server		UNS32	ro	600h + Node-ID	
	2	COB-ID Server > Client		UNS32	ro	580h + Node-ID	
1800h		nit PDO1 Kommunikationsparameter					
	0	höchster unterstützter Subindex		UNS8	ro	5	
	1	COB-ID		UNS32	ro	180h + Node-ID	
	2	Übertragungstyp (synchron / asynchron-herstel	lerspezifisch)	UNS8	rw	1	х
	3	Sperrzeit zwischen zwei TPDO-Nachrichten (V	,	UNS16	rw	0	x
	4	Kompatibilitätseintrag	σο τοπ του μο,	UNS8	rw	0	x



	5	Intervallzeit für zykl. Senden (Vielfaches von 1 ms, 0 deaktiviert)	UNS16	rw	0	Х		
1A00h	Transmit PDO1 Mappingparameter							
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	{typabh.}			
	1	Mapping Eintrag 1, beide Typen: IS1D 00 P21 / IS2D 90 P21	UNS8	rw	0x60100010	Х		
	2	Mapping Eintrag 2, Typ: IS1D 00 P21 / IS2D 90 P21	UNS8	rw	0 / 0x60200010	х		
	3	Mapping Eintrag 3	UNS8	rw	0	х		
	4	Mapping Eintrag 4	UNS8	rw	0	х		
	5	Mapping Eintrag 5	UNS8	rw	0	х		
	6	Mapping Eintrag 6	UNS8	rw	0	х		
	7	Mapping Eintrag 7	UNS8	rw	0	х		
	8	Mapping Eintrag 8	UNS8	rw	0	х		
1F50h	Progra	nmmdownload - Daten						
	0	höchster unterstützter Subindex	DOMAIN	ro	3			
	1	Bereich Firmware	DOMAIN	wo	-			
	2	Bereich Konfiguration 1, (Zugriff nur für Hersteller)	DOMAIN	wo	-			
	3	Bereich Konfiguration 2, (Zugriff nur für Hersteller)	DOMAIN	wo	-			
1F50h	50h Programmdownload - Steuerung							
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS8	ro	3			
	1	Bereich Firmware	UNS8	rw	1			
	2	Bereich Konfiguration 1, (Zugriff nur für Hersteller)	UNS8	rw	1			
	3	Bereich Konfiguration 2, (Zugriff nur für Hersteller)	UNS8	rw	1			

Tabelle 6: Kommunikationsparameter im Objektverzeichnis

6.7.1.1 Fehlerregister (1001h)

Das Fehlerregister zeigt den allgemeinen Fehlerstatus des Gerätes an. Jedes Bit steht dabei für einen Fehlergruppe. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist mindestens ein Fehler dieser Gruppe gerade aktiv. Der Inhalt dieses Registers wird in jeder EMCY-Nachricht übertragen. Folgende Fehlergruppen können auftreten:

Fehlerregister (1001h)							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Herstellerspezi- fischer Fehler	Accuracy Warning	Profilspezifi- scher Fehler	Kommunika- tionfehler	unbenutzt			mind. ein Feh- ler aktiv

Tabelle 7: Fehlerregister (1001h)

Befindet sich das Gerät im Fehlerzustand (mindestens ein Fehler aktiv), wird dies durch das gesetzte Bit0 angezeigt. Bei Auftreten eines Kommunikationsfehlers (Überlauf der Sende-/Empfangspuffer, Guardingfehler oder CAN-Controller im Modus Passiv/Bus-Off) wird das Bit4 gesetzt. Ein profilspezifischer Fehler (Sensorfehler) wird durch das Bit5 angezeigt. Das Bit7 signalisiert einen herstellerspezifischen Fehler (EE-PROM-Fehler). Das Bit "Accuracy Warning" wird zurückgesetzt, wenn die konstante Temperatur zur Kompensation des Temperaturganges erreicht ist. Erst dann gelten die technischen Angaben zur Genauigkeit aus Tabelle 1.

6.7.1.2 Herstellerstatusregister (1002h)

Dieses Register zeigt den aktuellen Zustand sämtlicher detektierbaren Fehler an. Jedes Bit steht dabei für einen bestimmten Fehler. Ist ein Bit gesetzt (= 1), so ist dieser Fehler gerade aktiv. Die niederwertigen 16 Bit



dieses Registers (Bit15...Bit0) werden in jeder EMCY-Nachricht in den ersten zwei Bytes des herstellerspezifischen Teils übertragen und ebenfalls in das Zusatzinformationsfeld (Bit31-Bit16) des vordefinierten Fehlerfelds 1003h eingetragen. Die Definitionen der einzelnen Bits in den Bitfeldern "Gerätefehler" und "Kommunikationsfehler" sind in Tabelle 18 dargestellt.

Herstellerstatusregister (1002h)					
Bit31Bit16	Bit15Bit8	Bit7Bit0			
unbenutzt	Bitfeld Kommunikationsfehler	Bitfeld Gerätefehler			

Tabelle 8: Herstellerstatusregister (1002h)

6.7.1.3 Vordefiniertes Fehlerfeld (1003h)

Jeder Neigungssensor führt eine Fehlerliste über die fünf zuletzt aufgetretenen Fehler. Der Eintrag 1003h/00h enthält die Anzahl Fehlereinträge im Fehlerfeld. Alle anderen Subindizes beinhalten sämtliche aufgetretene Fehlerzustände in chronologischer Reihenfolge, wobei der zuletzt aufgetretene Fehler immer unter Subindex 01h zu finden ist. Der älteste Fehler befindet sich im höchsten verfügbaren Subindex (Wert von 1003h/00h) und wird als erstes bei Auftreten von mehr als fünf Fehlern aus der Liste entfernt. Tritt ein Fehler ein, so wird ein neuer Fehlereintrag in 1003h hinzugefügt und ebenfalls per EMCY-Nachricht mitgeteilt. Ein Fehlereintrag ist wie folgt aufgebaut:

Fehlereintrag im vordefinierten Fehlerfeld (1003h)						
Zusatzinformations	sfeld (Bit31Bit16)		Fehler-Code (Bit15Bit0)			
	erstatusregisters 1002h es Fehlereintritts)	0x5010 Ser 0x5020 Ser 0x8110 Em	pfangs-/Sendepuffer-Überlauf			
Bitfeld Kommunikationsfehler			N Warning Limit überschritten de Guard Event s-Off Zustand verlassen			

Tabelle 9: Fehlereintrag im vordefinierte Fehlerfeld (1003h)

Die Fehlerliste kann komplett gelöscht werden, indem der Eintrag 1003h/00h mit 0 beschrieben wird.

6.7.1.4 Parameter speichern (1010h) und wiederherstellen (1011h)

Werden Parameter im Objektverzeichnis geändert, so treten die Änderungen sofort in Kraft. Damit die geänderten Parameter auch nach einem Reset weiterhin aktiv sind, müssen diese im internen Permanentspeicher gesichert werden. Durch das Schreiben der Signatur "save" (65766173h) auf den Eintrag 1010h/01h werden alle aktuellen Parameter des Objektverzeichnis in den Permanentspeicher übertragen.

Das Objektverzeichnis kann über den Eintrag 1011h/01h auf Werkseinstellungen zurückversetzt werden, indem die Signatur "load" (64616F6Ch) auf diesen Eintrag geschrieben wird. Damit werden die Werksparameter in den Permanentspeicher geschrieben. Nach einem "Reset Application" (NMT-Kommando) bzw. einem Hardware-Reset treten die Änderungen in Kraft (wird lediglich ein "Reset Communication" (NMT-Kommando) gesendet, so werden zunächst nur die Werkseinstellungen der Kommunikationsparameter wirksam).

Durch Schreiben der Signatur auf Subindex: 02h, 03h oder 04h besteht die Möglichkeit nur Teile des Objektverzeichnisses zu speichern oder zu laden.



6.7.1.5 Transmit PDO1 – Übertragungstyp (1800h)

Über den Eintrag 1800h/02h kann festgelegt werden, wie das Versenden des PDOs ausgelöst wird.

	Transmit PDO1 - Übertragungstyp (1800h/02h)					
Übertragungstyp	Beschreibung					
1240	Synchron (zyklisch) Übertragung nach jedem 1240ten Empfang des SYNC Objektes nur "Synchronisierte Übertragung" mittels SYNC möglich					
253	Übertragung ausschließlich mit RTR					
254	Asynchron, herstellerspezifisch "Zyklisches Senden" und/oder "Senden bei Winkeländerung" durch entsprechende Konfiguration aktivierbar.					

Tabelle 10: Transmit PDO1 - Übertragungstyp (1800h/02h)

6.7.2 Herstellerspezifischer Teil

Index	Sub- Index	Parameter	Datentyp	Zu- griff	Standardwert	Spei- chern	
2002h	0	Automatische Bus-Off Erholung	BOOL	rw	0	Х	
3000h	Digital	filtereinstellungen					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS16	ro	2		
	1	Filtertyp (0=aus, 1=Butterworth, 2=Kritisch gedämpft)	UNS16	rw	2	х	
	2	Grenzfrequenz Digitalfilter (10025000/8000, in mHz)	UNS16	rw	2000	х	
3001h	TPDO	1 Senden bei Winkeländerung, Typ IS1D 00 P21					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS16	ro	2		
	1	Senden bei Winkeländerung aktivieren/deaktivieren (1/0)	UNS16	rw	0	х	
	2	minimale Winkeländerung für axiale Achse (in °/100)	UNS16	rw	100	х	
3001h	TPDO	1 Senden bei Winkeländerung, Typ IS2D 90 P21					
	0	höchster unterstützter Subindex	UNS16	ro	3		
	1	Senden bei Winkeländerung aktivieren/deaktivieren (1/0)	UNS16	rw	0	х	
	2	min. Winkeländerung für longitudinale (X) Achse (in °/100)	UNS16	rw	100	х	
	3	min. Winkeländerung für laterale (Y) Achse (in °/100) UNS16 rw 100					
5555h	reservi	erter Index (ausschließlich für Herstellerzugriff)					

Tabelle 11: Herstellerspezifischer Teil des Objektverzeichnisses

6.7.2.1 Automatische Bus-Off Erholung (2002h)

Diese Eigenschaft regelt das Verhalten des Neigungssensors, wenn er sich im Zustand Bus-Off befindet. Falls aktiviert, so kann der Neigungssensor aus diesem wieder in den fehler-aktiven Zustand mit zurückgesetzten Fehlerzählern wechseln. Dazu muss er 128 mal 11 aufeinanderfolgende rezessiven Bits auf dem Bus detektieren.

Falls deaktiviert, bleibt der Neigungssensor im Zustand Bus-Off.

6.7.2.2 Digitalfiltereinstellungen (3000h)

Der Neigungssensor bietet die Möglichkeit, den kontinuierlich entstehenden Winkelwert gegenüber externen, störenden Schwingungen unempfindlicher zu machen. Mit Hilfe der parametrierbaren Tiefpassfilter achter Ordnung können parasitäre Schwingungen/Vibrationen bis zu 0,1 Hz unterdrückt werden. Im Sensor



stehen zwei Digitalfilter zur Verfügung, die entsprechend dem Anwendungsgebiet des Sensor ausgewählt werden können.

Filter	einstellbarer Frequenzbereich	Einsatzfälle
Butterworth	0,1 Hz 25 Hz	statische Neigungsmessung bei hoher Dämpfung gegenüber Vibrationen
Kritisch gedämpft	0,1 Hz 8 Hz	Neigungsmessung bei Anwendungen, die einer gewissen Dynamik unterliegen , ohne Überschwingen bei Winkeländerungen bei gleichzeitig guter Dämpfung

Tabelle 12: Filterauswahl

Über den Eintrag 3000h/01h wird der Digitalfilter ausgewählt. Die Grenzfrequenz wird über das Objekt 3000h/02 eingestellt. Dabei sind Werte von 100 (= 0,1 Hz) bis 25000 (= 25 Hz) zulässig.

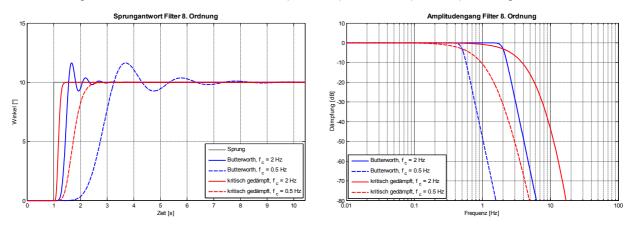


Abbildung 10: Impulsantwort und Amplitudenverlauf der beiden Filter

6.7.2.3 TPDO1 Senden bei Winkeländerung (3001h)

Über den Eintrag 3001h/01h kann das ereignisgesteuerte Senden des TPDO1 bei Winkeländerung aktiviert (= 1) bzw. deaktiviert (= 0) werden. Für die Aktivierung muss der Übertragungstyp des TPDO1 auf "Asynchron, herstellerspezifisch" stehen (1800h/02h = 254).

Subindex 02h und 03h ermöglichen das getrennte Einstellen der minimal notwendigen Winkeländerung für die longitudinale (X) und laterale (Y) Achse. Diese beiden Winkelwerte sind in °/100 angegeben (100facher Winkelwert) und können ab 1 (= 0,01°) frei eingestellt werden.

Ist das Senden bei Winkeländerung aktiviert, so gibt der Neigungssensor im Zustand OPERATIONAL stets dann das TPDO1 neu aus, wenn sich der Neigungswert der longitudinalen und/oder der lateralen Achse um den unter 3001h/02h und 03h eingestellten Winkelwert geändert hat. Dabei wird die Winkeldifferenz stets zwischen dem aktuellen Neigungswert und dem zuletzt durch das TPDO1 gesendeten Winkelwertes ermittelt und geprüft. Bei jedem Übergang in den Zustand OPERATIONAL teilt der Neigungssensor die aktuelle Position durch einmaliges Aussenden des TPDO1 mit (nur, wenn 3001h/01h = 1).

Hinweis:

Sollten geringe Winkeldifferenzen unter 3001h/02h und 03h eingetragen werden, so empfiehlt sich die Aktivierung des Digitalfilters (Index 3000h), um den Einfluss von Vibrationen und damit das häufige Ausgeben des TPDO1 zu vermindern.



6.7.3 Profilspezifischer Teil (nach CiA DS-410)

Index	Sub- Index	Parameter	Datentyp	Zu- griff	Standardwert	Spei- chern
6000h	0	Auflösung (Vielfaches von 0,001°)	UNS16	ro	10	
6010h	0	Neigungswert longitudinal (X-Achse, 100facher Winkelwert in °)	INT16	ro	-	
6011h	0	Betriebsparameter longitudinal (Invertierung, Nullpunkteinstellung)	UNS8	rw	0	х
6012h	0	Vorgabewert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	х
6013h	0	Offsetwert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	х
6014h	0	Differenzoffsetwert für longitudinale (X) Achse	INT16	rw	0	x
6020h	0	Neigungswert lateral (Y-Achse, 100facher Winkelwert in °)	INT16	ro	-	
6021h	0	Betriebsparameter lateral (Invertierung, Nullpunkteinstellung)	UNS8	rw	0	x
6022h	0	Vorgabewert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	Х
6023h	0	Offsetwert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	Х
6024h	0	Differenzoffsetwert für laterale (Y) Achse	INT16	rw	0	х

Tabelle 13: Profilspezifischer Teil des Objektverzeichnisses

6.7.3.1 Auflösung (6000h)

Die Auflösung ist aller Neigungssensoren beträgt fest 0,01° (default: 10 * 0,001°). Alle Winkelwerte im Objektverzeichnis (6010h, 6012h, 6013h, 6014h sowie 6020h, 6022h, 6023h, 6024h) sind als Vielfaches von 0,01° zu interpretieren.

Beispiel:

Winkelwert = $-2370 \times 0.01^{\circ} \rightarrow -23.70^{\circ}$

6.7.3.2 Neigungswerte longitudinal und lateral (6010h und 6020h)

Die aktuellen Winkelwerte der Neigungsachsen sind sowohl per SDO-Zugriff auf das Objektverzeichnis (in jedem Gerätezustand) als auch per TPDO zugängig. Bei aktivierter Nullpunkteinstellung (Betriebsparameter: 6011h und 6021h) wird der Neigungswert wie folgt berechnet:

Neigungswert = physikalisch gemessener Neigungswert + Differenzoffsetwert + Offsetwert

Bei deaktivierter Nullpunkteinstellung:

Neigungswert = physikalisch gemessener Neigungswert

Die Umrechnung des 100fachen, vorzeichenbehafteten 16-Bit-Neigungswertes (Zweierkomplement) ist im Punkt 6.7.3.3 beschrieben.

Beispiel:

Wertebereich Typ IS1D 00 P21: $-18000 \dots +17999 \rightarrow -180,00^{\circ} \dots +179,99^{\circ} = 0 \dots 359,99^{\circ}$

Wertebereich Typ IS2D 90 P21: $-9000 ... +9000 \rightarrow -90,00^{\circ} ... + 90,00^{\circ}$

6.7.3.3 Betriebsparameter (6011h und 6021h)

Die Betriebsparametereinstellungen eines Neigungssensors (6011h und 6021h) erlauben das Umstellen des mathematischen Vorzeichens des Neigungswertes als auch eine Nullpunkteinstellung. Werksseitig sind



diese Optionen deaktiviert, d.h. die Richtung des Winkelwertes (Polarität der Achsen) entspricht der auf dem Typschild des Gerätes dargestellten Zuordnung.

	Betriebsparameter (6011h und 6021h)							
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
		unhe	nut zt			Nullpunktein- stellung	Invertierung	
	unbenutzt						0 = /inaktiv 1 = aktiv	

Tabelle 14: Betriebsparameter (6011h und 6021h)

6.7.3.4 Nullpunkteinstellung: Vorgabewert, Offsetwert, Differenzoffsetwert (60x1/2/3h)

Mit Hilfe der Werte für "Vorgabewert", "Offsetwert" und "Differenzoffsetwert" lässt sich eine Nullpunkteinstellung des Neigungswinkels vornehmen. Diese ist nur aktiv, wenn das Bit1 im Betriebsparameter (6011h/6021h) gesetzt ist.

Wert	Objekt	Beschreibung
Vorgabewert	6012h 6022h	Vorgabewert für die Nullpunkteinstellung Wertebereich abhängig von Einstellung in Objekt 6000h
Offsetwert	6013h 6023h	Berechneter Offsetwert beim Schreiben auf Objekt 6012h oder 6021 Berechneter Offsetwert = Vorgabewert bei tacc – physikalisch gemessener Neigungswert bei tacc – Differenzoffsetwert tacc: Zeitpunkt des schreibenden Zugriffs auf den Vorgabewert (6012h,6022h)
Differenzoffsetwert	6014h 6024h	Zusätzlicher Offset, unabhängig von Objekt 6012h und 6013h / 6022h und 6023h Der hier eingegebene Wert wird direkt auf den aktuellen Neigungswert aufaddiert.

Tabelle 15: Nullpunkteinstellung



6.8 Fehlermeldungen: Emergency

Mit Hilfe von Emergency-Nachrichten werden wichtige interne Gerätefehler und CAN-Kommunikationsfehler an andere Teilnehmer im Bus übermittelt. Tritt einer dieser Fehler ein, so werden die OV-Einträge 1001h (Fehlerregister), 1002h (Herstellerstatusregister) und 1003h (vordefiniertes Fehlerfeld) aktualisiert. Wenn ein Fehler beseitigt wird, so wird eine Emergency-Nachrichten mit dem Error Code 0x0000 gesendet. Dabei werden noch aktuelle Fehler im Byte2 (Error Register) und den Bytes 3,4 des herstellerspezifischen Fehlerfeldes signalisiert. Nachdem das Gerät fehlerfrei ist, sendet es eine Emergency-Nachricht welches nur Nullen enthält. Der aktuelle Gerätezustand (Pre-Operational, Operational oder Stopped) wird von den Fehlerzuständen außer beim Guardingfehler nicht beeinflusst.

Emergency-Nachrichten werden mit hoher Priorität auf dem Bus gesendet und sind stets 8 Byte lang. Der Aufbau des Telegrammes ist in Tabelle 16 dargestellt:

	Emergency Object							
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	
Emergency	Emergency Error Code		Herstellerspezifisches Fehlerfeld					
		(1001h)	Bitfeld Kommunikati- onsfehler	Bitfeld Gerätefehler	0x00	0x00	0x00	

Tabelle 16: Emergency Object

Emergency	Emergency Error Codes				
0x0000	Ein Fehler wurde rückgesetzt oder kein Fehler mehr vorhanden (Error Register = 0)				
0x5010	Sensorfehler / Sensorfehler-X, Winkelwert außerhalb des Messbereiches				
0x5020	Sensorfehler-Y, Winkelwert außerhalb des Messbereiches				
0x8110	Empfangs-/Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren				
0x8120	CAN Warning Limit überschritten				
0x8130	Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)				
0x8140	Bus-Off Zustand verlassen				

Tabelle 17: Emergency Error Code

Bitfeld Gerätefehler					
0x01	Sensorfehler	nur Typ: IS1D 00 P21			
0x01	Sensorfehler X-Achse	nur Typ: IS2D 90 P21			
0x02	Sensorfehler Y-Achse	nur Typ: IS2D 90 P21			
0x80	EEPROM Fehler: Beim Speichern der Konfiguration ist ein Fehler aufgetreten				
Bitfeld Kommunikationsfehler					
0x01	CAN Warning Limit überschritten (zu viele Error Frames)				
0x02	CAN Bus-Off Zustand wurde erreicht. Es wird eine Emergency-Nachricht nach automatischen Verlassen des Bus-Off Zustandes gesendet.				
0x04	Receive Queue Overrun, Empfangspuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren				
0x08	Transmit Queue Overrun,	Sendepuffer-Überlauf, CAN Nachrichten gingen verloren			
0x80	Guarding Error,	Der Ausfall des Guarding-Masters wurde erkannt (Node Guard Event)			

Tabelle 18: Emergency: Manufacturer Specific Error Field



6.9 Ausfallüberwachung

Da sich in einem CANopen Netzwerk die Knoten bei der ereignisgesteuerten Übertragung nicht regelmäßig melden, stehen für die Ausfallüberwachung Heartbeat- sowie Nodeguarding-/ Lifeguarding-Mechanismen zu Verfügung. Es kann nur eine der beiden Überwachungsmethoden zum Einsatz kommen.

6.9.1 Nodeguarding / Lifeguarding

Nodeguarding ist die Überwachung eines oder mehrerer Knoten durch den NMT-Master. Dazu sendet dieser periodisch ein RTR-Telegramm an den zu überwachenden Slave, welcher darauf mit seinem Status sowie einem Toggle-Bit antwortet. Falls Status oder Toggle-Bit nicht mit den vom Guarding-Master erwarteten übereinstimmen oder falls keine Antwort erfolgt geht der Master von einem Fehler des Slaves aus.

Mit diesem Mechanismus kann der zu überwachende Knoten auch den Ausfall des Guarding-Masters erkennen. Dazu werden zwei Parameter verwendet. Die Intervallzeit, mit der der Guarding-Master den zu überwachenden Neigungssensor abfragt ist die "Guard Time" (100Ch). Ein zweiter Parameter, der "Life Time Factor" (100Dh) definiert einen Multiplikator, nach welcher die Verbindung als unterbrochen gilt. Diese Zeit wird als Lebenszeit des Knotens ("Node Life Time") bezeichnet.

"Node Life Time" = "Guard Time" x "Life Time Factor"

Sollte der Neigungssensor innerhalb dieser parametrierten Zeit keine Guarding-Anforderung vom Master erhalten, so geht er von einem Masterausfall aus, sendet ein Emergency Telegramm und geht in den Zustand Pre-Operational zurück. Falls einer der beiden Parameter "0" ist (Default-Einstellung), erfolgt keine Überwachung des Masters (kein Lifeguarding).

6.9.2 Heartbeat

Heartbeat ist ein Ausfallüberwachungsmechanismus der ohne die Verwendung von RTR-Telegrammen auskommt. Dazu sendet der Neigungssensor zyklisch eine Heartbeat-Nachricht, welche den Status des Gerätes enthält. Der Master kann diese Telegramme überwachen. Heartbeat wird aktiviert sobald im Register Heartbeat-Intervallzeit (1017h) ein Wert größer "0" eingetragen ist.

Hinweis:

Heartbeat hat eine erheblichen Einfluss auf die Buslast des CANopen Netzwerkes – erzeugt aber nur eine halb so hohe Buslast wie Nodeguarding / Lifeguarding.



6.10 LSS: Layer Setting Service (nach CiA DSP-305)

6.10.1 Einstellung von Node-ID und Baudrate

Die Einstellung der Teilnehmeradresse (Node-ID) und der Baudrate wird über den LSS (Layer Setting Service) realisiert. Für die Kommunikation zwischen LSS-Master und LSS-Slave (Neigungssensor) dienen zwei CAN-Identifier (7E5h und 7E4h). Jeder Neigungssensor besitzt eine eindeutige 128 Bit LSS-Adresse über die er im CAN-Netzwerk angesprochen werden kann. Diese setzt sich aus den drei 32 Bit Parametern des Identity-Objekts 1018h und der Seriennummer zusammen:

Vendor-ID 0000 0159h (Herstellerkennung: GEMAC mbH)

Produkt-Code 0000 5A72h (5A72h = 23154dec = PR-23154-30)

Revisionsnummer 0000 001Eh (1Eh = 30dec = PR-23154-30)

Seriennummer xxxx xxxxh (jeweilige Seriennummer des Neigungssensor → Typschild)

Die Standardwerte für Node-ID und Baudrate bei Auslieferung (Werksparameter) sind:

Node-ID 10

Baudrate automatische Baudratenerkennung

Index	Baudrate
0	1 MBit/s
1	800 kBit/s
2	500 kBit/s
3	250 kBit/s
4	125 kBit/s
5	unbenutzt
6	50 kBit/s
7	20 kBit/s
8	10 kBit/s
9	Automatische Baudratenerkennung

Tabelle 19: LSS Baudratenindex nach CiA DSP-305

6.11 Automatische Baudratenerkennung (nach CiA AN-801)

Die automatische Baudratenerkennung dient der automatischen Einstellung der Baudrate des Neigungssensors auf die im Netzwerk vorhandene Baudrate. Dazu befindet sich der Neigungssensor nach dem Einschalten der Stromversorgung im sogenannten "Listen-Only"-Modus, in welchem er die auf dem CAN-Bus befindlichen Telegramme beobachtet aber selbst kein Acknowledge gibt. Dieser Betriebszustand ist durch das Flackern der RUN-LED gekennzeichnet (siehe auch Kapitel 6.13 "Status-LED (nach CiA DR-303-3)"). In diesem testet er alle verfügbaren Baudraten. Bei Empfang eines gültigen CAN-Telegrammes ist die richtige Baudrate gefunden und wird eingestellt. Anschließend startet der Neigungssensor auf, meldet sich mit einer Boot-Up Nachricht und geht in den Modus Pre-Operational (siehe auch Abbildung 8).

Hinweis:

Für die korrekte Funktion der automatischen Baudratenerkennung müssen Telegramme von anderen Bus-Teilnehmer vorhanden sein.



6.12 Aktive Kompensation des Temperaturganges

Der Neigungssensor im Metallgehäuse verfügt gegenüber der Version im Kunststoffgehäuse über eine aktive Kompensation des Temperaturganges. Dieser wird verbessert, indem das Sensorelement auf einer konstanten Temperatur gehalten wird, die unabhängig von der Einsatztemperatur des Neigungssensors ist.

6.13 Status-LED (nach CiA DR-303-3)

Die eingebaute Status-LED zeigt den aktuellen Gerätezustand (RUN LED, grün) sowie eventuell eingetretene CAN-Kommunikationsfehler an (ERROR LED, rot). Anhand der Farbe und Blinkfrequenz werden die in dargestellten Zustände unterschieden.

Status-LED Status-LED					
RUN LED	LED-Zustand	Beschreibung			
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Aus	Das Gerät ist im Zustand Reset oder keine Stromversorgung vorhanden			
****	Flackert	Automatische Baudratenerkennung läuft gerade (aktiv)			
$\bigcirc \ \ \Diamond \ \ \bigcirc \ \ \Diamond \$	Blinken	Das Gerät ist im Zustand Pre-Operational			
0 • 0 0 0 0 • 0 0 0 0	Einfach Flash	Das Gerät ist im Zustand Stopped			
	Ein	Das Gerät ist im Zustand Operational			
ERROR LED	LED-Zustand	Beschreibung			
000000000000000	Aus	Das Gerät arbeitet fehlerfrei			
O O O O O O O O O O O O O O O O O O O	Einfach Flash	Fehlerzähler CAN-Controller hat seine Warngrenze erreicht oder überschritten.			
	Doppelt Flash	Das Gerät hat den Ausfall des Guarding-Masters erkannt (Node Guard Event)			
	Ein	Das Gerät ist im Zustand "Bus Off"			
Legende: O LED aus	LED an 🏻 🧔	LED flackert (50 ms an/aus) Dauer eines 🔾 🔅: 200 ms			

Tabelle 20: Betriebs- und Fehleranzeige der Status-LED



7 Sensorkonfiguration

7.1 Neigungssensor-Programmieradapter

Der separat erhältliche Neigungssensor-Programmieradapter (Starter-Kit) dient der komfortablen Einstellung aller Neigungssensoren mit CAN/CANopen sowie mit Strom-/Spannungsschnittstelle. Es besteht aus einem Programmieradapter, der über USB mit einem PC verbunden wird. Über verschiedene, ebenfalls beiliegende Adapterkabel, erfolgt die Verbindung der Neigungssensoren mit dem Programmieradapter. Die Neigungssensoren werden über diesen mit Spannung versorgt. Eine zusätzliche Spannungsversorgung ist nicht notwendig.

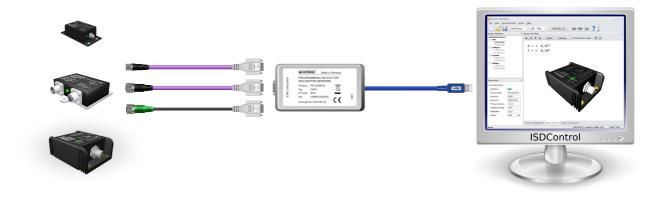


Abbildung 11: Starter-Kit



7.2 PC-Software ISDControl

Über die allen Starter-Kits beiliegende PC-Software ISDControl erfolgt die Parametrierung aller einstellbaren Werte. Jede Konfiguration kann dabei in einer Datei gespeichert werden.

Eigenschaften:

- komfortable Konfiguration aller Parameter des Neigungssensors
- 3D-Darstellung und Anzeige der aktuellen Neigungswinkel
- Oszilloskop-Darstellung der aktuellen Neigungswinkel
- Firmwaredownloadmöglichkeit
- Automatische Neigungssensorsuche bei unbekannten Kommunikationsparametern

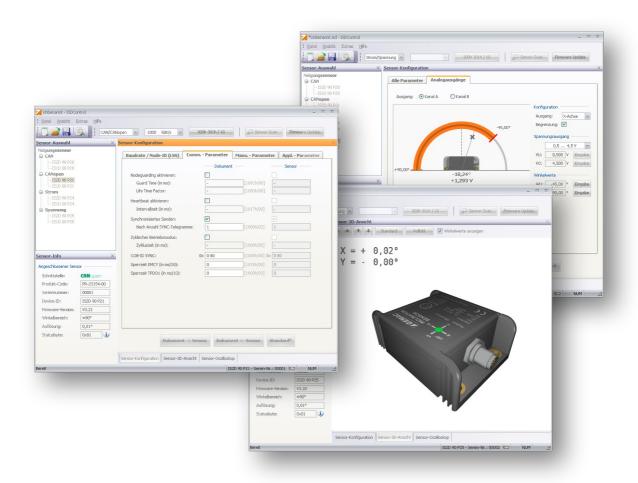


Abbildung 12: PC-Software



8 Bestellinformationen

Artikelnummer	Produkttyp	Beschreibung/Unterscheidung
PR-23150-30	IS1D 00 P21	CANopen, 1-dimensional, 360°, Kunststoffgehäuse
PR-23120-30	IS1D 00 P21	CANopen, 1-dimensional, 360°, Metallgehäuse
PR-23154-30	IS2D 90 P21	CANopen, 2-dimensional, ±90°, Kunststoffgehäuse
PR-23124-30	IS2D 90 P21	CANopen, 2-dimensional, ±90°, Metallgehäuse
PR-23999-01	ISPA1	Neigungssensor Programmieradapter (Starterkit bestehend aus Programmieradapter, Kabel und PC-Software)

Tabelle 21: Bestellinformationen