

CANopen IO-C12

System Manual

Auflage Oktober 2013

Im Buch verwendete Bezeichnungen für Erzeugnisse, die zugleich ein eingetragenes Warenzeichen darstellen, wurden nicht besonders gekennzeichnet. Das Fehlen der © Markierung ist demzufolge nicht gleichbedeutend mit der Tatsache, daß die Bezeichnung als freier Warenname gilt. Ebenso wenig kann anhand der verwendeten Bezeichnung auf eventuell vorliegende Patente oder einen Gebrauchsmusterschutz geschlossen werden.

Die Informationen in diesem Handbuch wurden sorgfältig überprüft und können als zutreffend angenommen werden. Dennoch sei ausdrücklich darauf verwiesen, daß die Firma SYS TEC electronic GmbH weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgeschäden übernimmt, die auf den Gebrauch oder den Inhalt dieses Handbuches zurückzuführen sind. Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Firma SYS TEC electronic GmbH geht damit keinerlei Verpflichtungen ein.

Ferner sei ausdrücklich darauf verwiesen, daß SYS TEC electronic GmbH weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgeschäden übernimmt, die auf falschen Gebrauch oder falschen Einsatz der Hard- bzw. Software zurückzuführen sind. Ebenso können ohne vorherige Ankündigung Layout oder Design der Hardware geändert werden. SYS TEC electronic GmbH geht damit keinerlei Verpflichtungen ein.

© Copyright 2013 SYS TEC electronic GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung der Firma SYS TEC electronic GmbH unter Einsatz entsprechender Systeme reproduziert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt	Direkt	Ihr Lokaler Distributor
Adresse:	SYS TEC electronic GmbH Am Windrad 2 D-08468 Heinsdorfergrund GERMANY	Sie finden eine Liste unserer Distributoren unter http://www.systec-electronic.com/distributors
Angebots-Hotline:	+49 (0) 3765 / 38600-0 info@systec-electronic.com	
Technische Hotline:	+49 (0) 3765 / 38600-0 support@systec-electronic.com	
Fax:	+49 (0) 3765 / 38600-4100	
Webseite:	http://www.systec-electronic.com	

11. Auflage Oktober 2013

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Einführung in den CANopen IO-C12	2
3	Geräteübersicht	3
3.1	Anschlußbelegung des Gerätes	4
3.2	Zählweise der verschiedenen Steckverbinder	4
3.3	Anschlußbelegung	5
3.4	Konfigurationsmöglichkeiten	8
3.4.1	DIP-Switch	8
3.4.2	Drehcodierschalter	10
3.4.3	Herstellung der Werkseinstellungen	11
3.5	CAN Anschluß	12
3.6	Technische Daten	13
4	Inbetriebnahme	17
4.1	Versorgungsspannung	17
4.2	CAN Schnittstelle	17
4.3	Relaiskontakte	17
4.4	Anschaltung der digitalen Ausgänge	18
4.5	Anschaltung der PWM- Ausgänge	18
5	Schnelleinstieg	19
5.1	Start der Baugruppe (Boot-Up)	19
5.2	Stop der Baugruppe	19
5.3	CAN Identifier / Nachrichten	20
5.4	Mapping der I/O's	20
5.5	Baugruppenreset	21
5.6	Node Guarding	22
6	Controller Area Network CAN	25
6.1	Kommunikation mit CANopen	25
6.2	CANopen - offene, industrielle Kommunikation	26
7	CANopen Kommunikation	29
7.1	Grundlagen	29
7.2	Geräteprofile	29
7.3	Kommunikationsprofil	30
7.4	Serviceobjekte	31
7.5	Prozeßdatenobjekte	31
7.6	PDO-Mapping	33
7.7	Fehlerverarbeitung	34
7.8	7.8 Netzwerkdienste	36
7.8.1	Life Guarding	36
7.8.2	Heartbeat	36

	7.8.2.1	Heartbeat Producer	37
	7.8.2.2	Heartbeat Consumer	37
	7.9	Netzwerk Book-Up	38
	7.10	Objetverzeichniseinträge.....	41
	7.11	Beschreibung des PDO-Mapping am Beispiel.....	41
	7.12	Abbildung der Ein-/Ausgänge auf Objektverzeichnis-einträge .	43
8		Funktionalität des CANopen IO-C12.....	46
	8.1	CANopen Statusübergänge	46
	8.2	Power-On	47
	8.3	PRE-OPERATIONAL.....	47
	8.4	OPERATIONAL.....	47
	8.5	STOPPED	47
	8.6	Wiederanlauf nach Reset/ Power-On.....	47
	8.7	Funktionalität der digitalen Eingänge	49
	8.7.1	globale Interrupt-Freigabe der digitalen Eingänge 6005H	
		49
	8.7.2	Interrupt Maske jede Flanke 6006H.....	49
	8.7.3	Interrupt Maske steigende Flanke 6007H.....	50
	8.7.4	Interrupt Maske fallende Flanke 6008H	50
	8.8	Funktionalität der digitalen Ausgänge	51
	8.9	Funktionalität der analogen Eingänge.....	51
	8.9.1	Ablage der analogen Werte.....	51
	8.9.2	Berechnungsformel für den analogen Eingangswert	52
	8.9.3	Auswahl des Interrupt Triggers 6421H.....	52
	8.9.4	Interrupt Quelle der analogen Eingänge 6422H	53
	8.9.5	globale Interrupt-Freigabe der analogen Eingänge 6423H	
		54
	8.9.6	Interrupt oberer 6424H und unterer 6525H Grenzwert	54
	8.9.7	Deltafunktion der analogen Eingänge 6426H.....	55
	8.9.8	Beispiel zu den Triggerbedingungen	55
	8.10	Funktionalität der analogen Ausgänge.....	56
	8.11	Funktionalität der PWM-Ausgänge	57
	8.11.1	Einstellung der Parameter	57
	8.11.2	Besonderes Verhalten der PWM Ausgänge in der	
		Geräteversion phyPS-409-KSM01.....	58
	8.12	Emergency Telegramm	59
	8.12.1	Error Code.....	60
	8.12.2	Error Register.....	60
	8.13	Statusanzeige über Run- und Error- Led.....	61
	8.13.1	Run Led.....	61
	8.13.2	Error Led.....	62

8.14	Hardwarevarianten	63
8.15	Produktionsdaten	63
9	Systemverhalten im Fehlerfall	64
9.1	Zustand des CANopen IO-C12 im Fehlerfall.....	64
9.2	Verhalten der Ausgänge im Fehlerfall	64
9.2.1	Digitale Ausgänge	64
9.2.2	Analoge Ausgänge	65
9.2.3	PWM Ausgänge	66
9.3	Wechsel von Fehlerfall zum normalen Betrieb	67
10	Das CANopen IO-C12 Objektverzeichnis	68
11	Firmware-Update	70
12	Änderungen im Dokument	75
Index		77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Anschlußbelegung der Steckverbinder	8
Tabelle 2 : Zuordnung Bitrate	9
Tabelle 3: Knotennummern in dezimaler und hexadezimaler Darstellung	11
Tabelle 4: Max. Kabellänge in Abhängigkeit des Kabelquerschnitts und Knotenanzahl [CiA DRP-303-1].....	12
Tabelle 5 : Umgebungsparameter	13
Tabelle 6: Kommunikations Schnittstellen	13
Tabelle 7: Zuordnung der CAN-ID zu den Prozeßdaten	20
Tabelle 8: Mapping der I/O's.....	21
Tabelle 9: Aufbau der COB-Identifizier	32
Tabelle 10: Aufbau der Emergency-Nachricht	35
Tabelle 11 : Aufbau der Heartbeat-Nachricht.....	37
Tabelle 12 : Aufbau des Consumer Heartbeat Time – Eintrages.....	38
Tabelle 13: Ermittlung der COB-Identifizier aus der Knotennummer	38
Tabelle 14: Basisidentifizier des CANopen IO-C12	39
Tabelle 15 : Legende zum Zustandsdiagramm	41
Tabelle 16: Objektverzeichnis der Geräteparameter.....	44
Tabelle 17: NMT-Master Telegramme zur Zustandssteuerung	46
Tabelle 18 : Ablage der Analogdaten	51
Tabelle 19: Interrupt Trigger Bits	53
Tabelle 20: Emergency Telegramm (BYTE-Feld).....	59
Tabelle 21 : Run- Led Zustände.....	61
Tabelle 22: Error Led Zustände	62
Tabelle 23: Erweiterte Fehlersignalisierung via LED DI0 bis DI7	62
Tabelle 24: Beispiel für Verhalten der digitalen Ausgänge im Fehlerfall...	65
Tabelle 25: Beispiel für Verhalten der analogen Ausgänge im Fehlerfall ..	66
Tabelle 26: Beispiel für Verhalten der PWM Ausgänge im Fehlerfall	66
Tabelle 27 : Objektverzeichnis CANopen IO-C12	69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anschlußbelegung	4
Abbildung 2 :	Zählweise Steckverbinder	4
Abbildung 3:	Zählweise RJ11 Buchse	5
Abbildung 4:	DIP-Switch	9
Abbildung 5:	Drehcodierschalter	10
Abbildung 6 :	Beispiel Knotennummer.....	10
Abbildung 7:	IO Anschlüsse	15
Abbildung 8:	Bezeichnung der Relaiskontakte (Schlieser und Wechsler)	17
Abbildung 9:	Beispiel für die Anschaltung der digitalen Ausgänge...	18
Abbildung 10	Beispiel für die Anschaltung einer Last an einen PWM Ausgang.....	18
Abbildung 11:	NMT-Zustandsdiagramm eines CANopen Gerätes	40
Abbildung 12:	Beispiel für Objekt 6424H, 6425H und 6426H.....	55
Abbildung 13:	Firmware-Update – Anschluß an den PC.....	70
Abbildung 14:	Firmware-Update – Auswahl COM-Schnittstelle	71
Abbildung 15:	Firmware-Update – Target Konfiguration	71
Abbildung 16:	Firmware-Update – Programmiermodus.....	72
Abbildung 17:	Firmware-Update – Position Boot und Reset.....	72
Abbildung 18:	Firmware-Update – Dialog zum Programmiermodus ...	73
Abbildung 19:	Firmware-Update – Dialog nach Download	73
Abbildung 20:	Firmware-Update – Dialog nach Erase	74
Abbildung 21:	Firmware-Update – Dialog nach Programmierung	74

1 Einleitung

Dieses Handbuch beschreibt die Funktion und die technischen Daten des CANopen IO-C12. Bitte beachten Sie auch die Handbücher und die Dokumentation zu ggf. anderen mitgelieferten Produkten.

2 Einführung in den CANopen IO-C12

Mit dem CANopen IO-C12 wurde eine Baugruppe entwickelt, die mit geringem Platzbedarf und unter Verwendung des standardisierten CANopen Protokolls, digitale Ein- und Ausgänge sowie analoge Ein- und Ausgänge zur Verfügung stellt.

Das CANopen IO-C12 hat die volle Funktion eines CANopen-Slaves. In der vorliegenden Version werden 11-Bit Identifier (CAN 2.0B passive) unterstützt. Es werden das standardisierte Geräteprofil nach **CiA DSP401 V2.01**, das Kommunikationsprofil nach **CiA DS301 V4.02** und die Indikator Spezifikation nach **CiA DR-303-3 V1.00** unterstützt. Ein weiteres entscheidendes Merkmal des CANopen IO-C12 sind die on-board Konfigurationsmöglichkeiten für das CANopen Netzwerk. Alle Konfigurationsdaten des CANopen Slaves können nichtflüchtig gespeichert werden.

3 Geräteübersicht

- Zertifizierung der CANopen Firmware geplant
- nichtflüchtige Speicherung von CANopen Konfigurationsdaten
- CAN Bitrateneinstellung mittels DIP-Switch oder LSS¹
- Einstellung der Knotennummer mittels Drehcodierschalter oder LSS¹
- 24 digitale Eingänge, 24 VDC, untereinander in Gruppen zu 4 Eingängen galvanisch getrennt, optische Statusanzeige
- 3 digitale Eingänge, 24 VDC, galvanisch getrennt, optische Statusanzeige
- 4 Relaisausgänge 250 VAC/ 6A, optische Statusanzeige
- 16 Transistorausgänge 24 VDC/ 0,5 A, plusschaltend, kurzschlußfest, optische Statusanzeige
- 4 analoge Eingänge, 10-bit Auflösung, 0..10 V
- 2 analoge Ausgänge 0-10 V, 8 Bit Auflösung, optische Statusanzeige
- 2 PWM² Ausgänge, 0-24V/ 0,5 A, LowSide Switch, open Kollector, kurzschlußfest, optische Statusanzeige
- galvanisch entkoppelte CAN Bus Schnittstelle, optische Statusanzeige
- CAN-Transceiver (NXP PCA82C251) für die Unterstützung von bis zu 64 CAN Knoten an einem Bus
- RS232 Schnittstelle, für Firmware Update
- Spannungsversorgung 24 VDC/ 0,15 A $\pm 20\%$, getrennt für CPU und Ausgänge

¹ LSS Layer Setting Services nach CiA DSP-305

² PWM : Pulse Width Modulation, Pulse Weiten Modulation

3.1 Anschlußbelegung des Gerätes

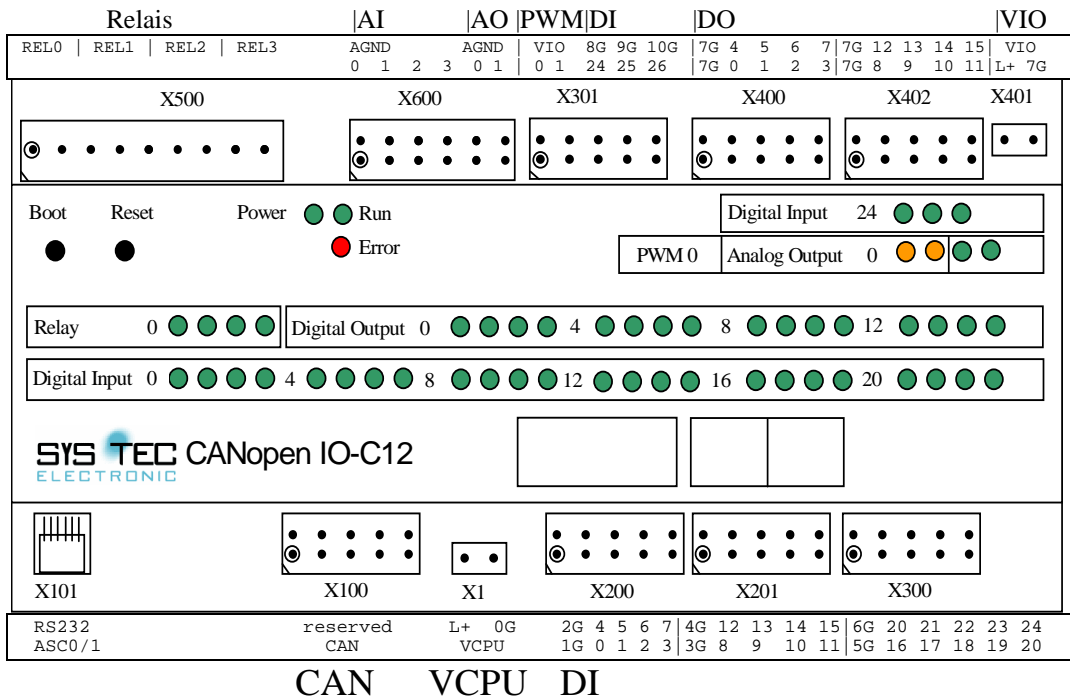


Abbildung 1: Anschlußbelegung

3.2 Zählweise der verschiedenen Steckverbinder

Der Pin 1 ist bei allen Steckverbindern mit einem Kreis und / oder schrägen Kante gekennzeichnet.

Bei den zweireihigen Steckverbindern liegt folgende Zählweise vor:

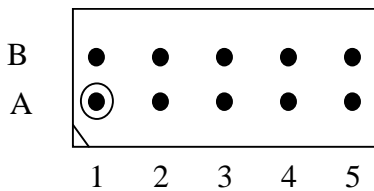


Abbildung 2 : Zählweise Steckverbinder

Die Zählrichtung der RJ-11 Verbinders ist wie folgt definiert:

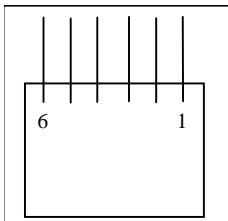


Abbildung 3: Zählweise RJ11 Buchse

3.3 Anschlußbelegung

Schnittstelle	Signal	Pin-Nr.:	Bezeichnung
Versorgungsspannung CPU	VCPU, +24V DC	X1.1	L+
	Ground GND_VCPU	X1.2	0G
Versorgungsspannung Ausgänge	VIO, +24V DC	X401.1	L+
	Ground GND_VIO	X401.2	7G
CAN Bus	CAN_GND	X100.1A	
	CAN_L	X100.2A	
	reserviert	X100.3A	
	CAN_H	X100.4A	
	reserviert	X100.5A	
Digitale Eingänge DI	gemeinsamer Ground DI0..DI3	X200.1A	1G
	DI0	X200.2A	0
	DI1	X200.3A	1
	DI2	X200.4A	2
	DI3	X200.5A	3
	gemeinsamer Ground DI0..DI3	X200.1B	2G
	DI4	X200.2B	4
	DI5	X200.3B	5
	DI6	X200.4B	6
	DI7	X200.5B	7

Digitale Eingänge DI	gemeinsamer Ground DI8..DI11	X201.1A	3G
	DI8	X201.2A	8
	DI9	X201.3A	9
	DI10	X201.4A	10
	DI11	X201.5A	11
	gemeinsamer Ground DI12..DI15	X201.1B	4G
	DI12	X201.2B	12
	DI13	X201.3B	13
	DI14	X201.4B	14
	DI15	X201.5B	15
Digitale Eingänge DI	gemeinsamer Ground DI16..DI19	X300.1A	5G
	DI16	X300.2A	16
	DI17	X300.3A	17
	DI18	X300.4A	18
	DI19	X300.5A	19
	gemeinsamer Ground DI20..DI23	X300.1B	6G
	DI20	X300.2B	20
	DI21	X300.3B	21
	DI22	X300.4B	22
	DI23	X300.5B	23
Digitale Eingänge DI	DI24	X301.3A	24
	Ground DI24	X301.3B	8G
	DI25	X301.4A	25
	Ground DI25	X301.4B	9G
	DI26	X301.5A	26
	Ground DI26	X301.5B	10G
Digitale Ausgänge DO	gemeinsamer Ground GND_VIO	X400.1A	7G
	DO0	X400.2A	0
	DO1	X400.3A	1
	DO2	X400.4A	2
	DO3	X400.5A	3
	gemeinsamer Ground GND_VIO	X400.1B	7G
	DO4	X400.2B	4
	DO5	X400.3B	5
	DO6	X400.4B	6
DO7	X400.5B	7	

Digitale Ausgänge DO	gemeinsamer Ground GND_VIO	X402.1A	7G	
	DO8	X402.2A	8	
	DO9	X402.3A	9	
	DO10	X402.4A	10	
	DO11	X402.5A	11	
	gemeinsamer Ground GND_VIO	X402.1B	7G	
	DO12	X402.2B	12	
	DO13	X402.3B	13	
	DO14	X402.4B	14	
	DO15	X402.5B	15	
PWM Ausgänge	PWM Ausgang 0	X301.1A	P0	
	+24VDC IO	X301.1B	VIO	
	PWM Ausgang 1	X301.2A	P1	
	+24VDC IO	X301.2B	VIO	
Analoge Eingänge AI	AI0	X600.1A	0	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.1B	AGND
	AI1	X600.2A	1	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.2B	AGND
	AI2	X600.3A	2	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.3B	AGND
	AI3	X600.4A	3	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.4B	AGND
Analoge Ausgänge AO	AO0	X600.5A	0	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.5B	AGND
	AO1	X600.6A	1	
	gemeinsamer GND_VCPU	Ground	X600.6B	AGND

potentialfreie Relais	REL0 Mittenkontakt (C)	X500.1	
	REL0 Schließer (NO)	X500.2	
	REL1 Mittenkontakt (C)	X500.3	
	REL1 Schließer (NO)	X500.4	
	REL2 Mittenkontakt (C)	X500.5	
	REL2 Schließer (NO)	X500.6	
	REL3 Mittenkontakt (C)	X500.7	
	REL3 Schließer (NO)	X500.8	
	REL3 Öffner (NC)	X500.9	
ASC0 RS232 Software Update	für	TxD, RS232 Pegel	X101.2
		GND	X101.3
		RxD, RS232 Pegel	X101.4

Tabelle 1 : Anschlußbelegung der Steckverbinder

3.4 Konfigurationsmöglichkeiten

Als Bedienelemente zur Konfiguration des CANopen IO-C12 stehen ein 8fach DIP-Switch und 2 hexadezimale Drehkodierschalter zur Verfügung. Die Verwendung der Komponenten wird in den folgenden Kapitel beschrieben.

3.4.1 DIP-Switch

Der DIP-Switch wird zur Einstellung der CAN Bitrate verwendet. Bei jedem Power-On des CANopen IO-C12 wird die Bitrate anhand des DIP-Switch neu ermittelt. Änderungen am DIP-Switch werden erst nach Power-On oder Reset der Baugruppe wirksam.

Die Bitrate kann auch mittels LSS¹ eingestellt werden. In diesem Fall wird die eingestellte Bitrate nichtflüchtig in der Baugruppe gespeichert. Bei Power-On oder Reset wird diese bevorzugt eingestellt, d.h. die Stellung des DIP-Switch wird ignoriert (*zum Löschen der Einstellungen siehe Abschnitt Herstellung der Werkseinstellungen 3.4.3*).

¹ LSS Layer Setting Services nach CiA DSP-305

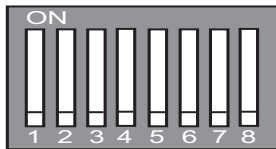


Abbildung 4: DIP-Switch

Die folgende Tabelle stellt die Zuordnung von Schalterstellung und Bitrate dar:

DIP-Switch								Bitrate kBit/s
1	2	3	4	5	6	7	8	
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	1000
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	800
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	500
ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	250
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	125
ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	100
OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	50
ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	20
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	10
x ¹	x	x	x	x	x	x	ON	1000

Tabelle 2 : Zuordnung Bitrate

Die Position der Bitrate in der Tabelle ist nach CiA DSP-305 V1.01 vorgegeben. Konfigurationsfehler werden mittels Error-Led signalisiert (siehe Abschnitt 8.13.2).

Ab Softwareversion V1.16 ist der DIP8 für den Produktionstest reserviert und muß vom Anwender auf OFF gestellt werden. Ist DIP8 auf ON an arbeitet die Baugruppe mit einer festen Bitrate von 1MBit/s und der festen Knotennummer 1. Alle anderen Einstellungen werden in diesem Fall ignoriert.

¹ x beliebig

3.4.2 Drehcodierschalter

Die zwei Drehcodierschalter dienen der Einstellung der CANopen Knotennummer. Jedes CANopen Geräte muss eine eindeutige Knotennummer im Bereich zwischen 1 und 127 erhalten. Nach jedem Power-On des CANopen IO-C12 wird die Knotennummer neu ermittelt. Änderungen am Drehcodierschalter werden erst nach dem Power-On oder Reset der Baugruppe wirksam. Konfigurationsfehler werden mittels Error-Led signalisiert (*siehe Abschnitt 8.13.2*).

Die Knotennummer kann auch mittels LSS¹ eingestellt werden. In diesem Fall wird die eingestellt Knotennummer nichtflüchtig in der Baugruppe gespeichert. Bei Power-On oder Reset wird diese bevorzugt eingestellt, d.h. die Stellung der Drehcodierschalter wird ignoriert. Die Abbildung 5 zeigt die Zuordnung von MSB und LSB der Knotennummer zu den einzelnen Drehcodierschaltern.

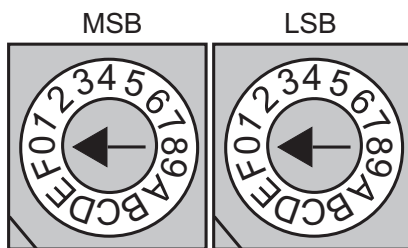


Abbildung 5: Drehcodierschalter

In dem unten dargestelltem Beispiel wird eine Knotennummer vom 062H bzw. 98_{dez} eingestellt.

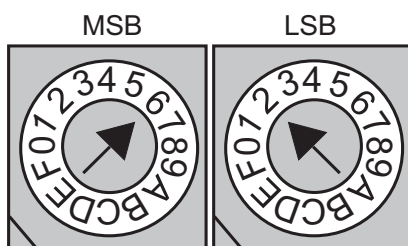


Abbildung 6 : Beispiel Knotennummer

Knoten- nummer dez	Knoten- nummer hex	Knoten- nummer dez	Knoten- nummer hex	Knoten- nummer dez	Knoten- nummer hex	Knoten- nummer dez	Knoten- nummer hex
1	1	33	21	65	41	97	61
2	2	34	22	66	42	98	62
3	3	35	23	67	43	99	63
4	4	36	24	68	44	100	64
5	5	37	25	69	45	101	65
6	6	38	26	70	46	102	66
7	7	39	27	71	47	103	67
8	8	40	28	72	48	103	68
9	9	41	29	73	49	104	69
10	0A	42	2A	74	4A	106	6A
11	0B	43	2B	75	4B	107	6B
12	0C	44	2C	76	4C	108	6C
13	0D	45	2D	77	4D	109	6D
14	0E	46	2E	78	4E	110	6E
15	0F	47	2F	79	4F	111	6F
16	10	48	30	80	50	112	70
17	11	49	31	81	51	113	71
18	12	50	32	82	52	114	72
19	13	51	33	83	53	115	73
20	14	52	34	84	54	116	74
21	15	53	35	85	55	117	75
22	16	54	36	86	56	118	76
23	17	55	37	87	57	119	77
24	18	56	38	88	58	120	78
25	19	57	39	89	59	121	79
26	1A	58	3A	90	5A	122	7A
27	1B	59	3B	91	5B	123	7B
28	1C	60	3C	92	5C	124	7C
29	1D	61	3D	93	5D	125	7D
30	1E	62	3E	94	5E	126	7E
31	1F	63	3F	95	5F	127	7F
32	20	64	40	96	60		

Tabelle 3: Knotennummern in dezimaler und hexadezimaler Darstellung

3.4.3 Herstellung der Werkseinstellungen

Wird an dem Drehcodierschalter die Nummer 0xFFH eingestellt und ein Power-On oder Reset ausgelöst, dann wird das Geräte in den werkseitigen Grundzustand zurückversetzt. Alle mittels LSS erzeugten Einstellungen (z.B. Knotennummer und/oder Bitrate) im

nichtflüchtigen Speicher und alle Konfigurationsparameter im Objektverzeichnis werden gelöscht.

3.5 CAN Anschluß

Der CAN-Transceiver ist zur Baugruppe galvanisch entkoppelt. Die Versorgung des CAN-Transceiver erfolgt über einen on-board DC/DC Wandler.

CAN Kabel

Der CAN Bus wird in der Regel als verdrehte Zweidrahtleitung ausgeführt. Vom CiA wird in CiA DRP 303-1 vorgeschlagen, CAN Ground stets mitzuführen. Im Falle einer vollständigen galvanischen Entkopplung aller CAN-Transceiver kann evtl. auf eine CAN Groundleitung verzichtet werden. Es ist jedoch Aufgabe des Anwenders sicherzustellen, daß die max. Gleichtaktspannung die Grenzwerte des CAN-Transceiver Bausteins nicht überschreitet.

Der CiA schlägt in CiA DRP-303-1 folgende Kabelquerschnitt vor:

Kabel- querschnitt	spezifischer Widerstand	max. Länge in m (safety margin 0.2)			max. Länge in m (safety margin 0.1)		
		n=32	n=64	n=100	n=32	n=64	n=100
0.25 mm ²	70 mΩ/m	200	170	150	230	200	170
0.5 mm ²	< 40 mΩ/m	360	310	270	420	360	320
0.75 mm ²	< 26 mΩ/m	550	470	410	640	550	480

Tabelle 4: Max. Kabellänge in Abhängigkeit des Kabelquerschnitts und Knotenanzahl [CiA DRP-303-1]

Bei einer Knotenanzahl von größer 64 oder einer Kabellänge größer 250m muß die Genauigkeit der Spannungsversorgung des CAN-Transceivers PCA82C251 max. 5% oder besser sein.

Der Kontaktwiderstand eines Steckverbinders sollte im Bereich von 2.5 .. 10 mΩ liegen [CiA DRP 303-1].

Bei einer Bitrate von 1000kBit/s darf die Stichleitung zum Anschluß des Knotens max. 30cm betragen. Die Verdrahtung muß als Bus

ausgeführt werden. An den beiden Busenden sind zwischen CAN_H und CAN_L Abschlußwiderstände von 124 Ohm anzuschließen. Mit Hilfe von Repeatern ist es möglich, auch eine sternförmige Verkabelung zu erreichen.

3.6 Technische Daten

Allgemeine Umgebungsparameter		Typ.	Max.
Versorgungsspannung	V _{CPU}	24VDC	±20%
	V _{IO}	24VDC	±20%
Stromaufnahme (Ein/Ausgänge inaktiv)	I _{CPU}	0,1A + 1mA je LED	
	I _{IO}	0,1A	
Temperaturbereich	Lagertemperatur		-20°..+70°C
	Betriebstemperatur		0°..+50°C
Schutzart	Gehäuse	IP20	
Gewicht	ohne Anschlußkabel und Verpackung	350g	
Abmessung	Breite		160mm
	Höhe		75mm
	Tiefe		95mm
Anschlußart	Kontaktklemmen		

Tabelle 5 : Umgebungsparameter

Kommunikations-Schnittstellen		Min.	Max.
CAN Bus			
CAN	Bitrate	10kBit/s	1MBit/s
	max. Anzahl der Knoten		64
	CAN_H, CAN_L, kurzschlußfest nach 24V		
RS232			
ASC0	Baudrate	1200Baud	38400Baud

Tabelle 6: Kommunikations Schnittstellen

I/O Anschlüsse		Min.	Max.
Digitale Ausgänge DO0 .. 15			
24VDC-Ausgang (High Side Switch)	U_{OH} bei $I_{OH} = 500 \text{ mA}$	$V_{IO}-0,16V < U_{OH} < V_{IO}$	
	U_{OL} bei $I_{OL} = 0 \text{ mA}$		0.5V
	Strombegrenzung I_{OH_max}		625mA
	Max. Summenstrom		8A
	$I_{OL(off)}$		10 μ A
	t_{off} bei $I_{OH} = 500 \text{ mA}$	115 μ s	190 μ s
	t_{on} bei $I_{OH} = 500 \text{ mA}$	75 μ s	125 μ s
Digitale Ausgänge REL0 .. 3			
Relaisausgänge (Wechsler)	Switching Voltage		250AC
	Switching Current		6A
	mechan. Lebensdauer		1x10 ⁵
	t_{on}	5ms	
	t_{off}	2,5ms	
	Isolationsfestigkeit		4kV
Digitale Eingänge DI0 .. 23			
24VDC-Eingänge, plusschaltend	U_{IH}	15V	30V
	U_{IL}	-3V	5V
	I_{IH}	3mA	8,5mA
PWM Ausgänge 0..1			
24VDC-PWM-Output (Low Side Switch)	U_{OL} at $I_{OL} = -500\text{mA}$		<1V
	$I_{OH(off)}$		20 μ A
	I_{OH_max}		0.6A
	t_{on} at $I_{OL} = -500\text{mA}$		2.5 μ s
	t_{off} at $I_{OL} = -500\text{mA}$		3.5 μ s
	PWM Frequenz (CAN>10kBit)	15Hz	15kHz
	PWM Frequenz (CAN=10kBit)	15Hz	11,5kHz
Analoge Eingänge AIN0 .. 3			
0 .. +10V	Meßbereich U_I	0.. +10,107V	$\pm 1,0\%$ $\pm 1\text{LSB}$
	Zerstörgrenze U_{I_max}		>30V
	Eingangswiderstand R_I	115,18k Ω $\pm 0.1\%$	
	interne Auflösung		10Bit

I/O Anschlüsse		Min.	Max.
Analoge Ausgänge AOUT 0 .. 1			
0 .. +10V	Spannungsbereich U_O	0.. +10,35V	$\pm 1,0\%$ $\pm 1\text{LSB}$
	Ausgangsstrom I_O		30mA
	Ausgangskapazität		10nF
	interne Auflösung		8 Bit

Abbildung 7: IO Anschlüsse

4 Inbetriebnahme

4.1 Versorgungsspannung

Das CANopen IO-C12 benötigt eine Versorgungsspannung von +24V DC für die CPU und die IO's. Der Anschluß erfolgt über die Steckverbinder VCPU und VIO (*Position siehe* Abbildung 1).

4.2 CAN Schnittstelle

Die CAN Schnittstelle wird galvanisch entkoppelt auf X100, Reihe A herausgeführt.

Folgende Zuordnung (nach CiA DRP-303-1 für „Open Style Connector“) zwischen Signal und Anschlußpin liegt hierbei vor:

CAN_GND → X100.1A

CAN_L → X100.2A

CAN_H → X100.4A

Damit ist der CANopen IO-C12 für die Kommunikation über CAN in Betrieb genommen.

4.3 Relaiskontakte

Die folgende Abbildung zeigt die Zuordnung der Symbole zu den Kontakten der Relais- Ausgängen (Ruhelage, zugeordnetes Bit im OD = 0).



Abbildung 8: Bezeichnung der Relaiskontakte (Schlieser und Wechsler)

4.4 Anschaltung der digitalen Ausgänge

Die folgende Abbildung zeigt die Anschaltung einer Last an den highside Switch der digitalen Transistor Ausgänge DO0 bis DO15.

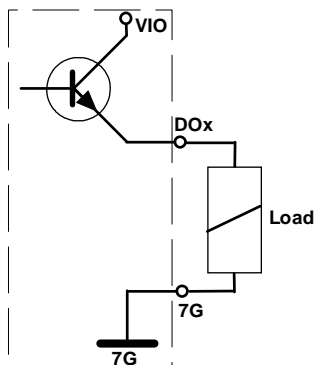


Abbildung 9: Beispiel für die Anschaltung der digitalen Ausgänge

4.5 Anschaltung der PWM- Ausgänge

Die folgende Abbildung zeigt die Anschaltung einer Last an den lowside Switch der PWM Ausgänge P0 bzw. P1.

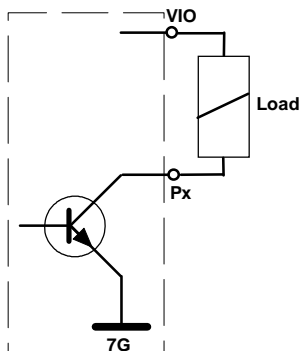


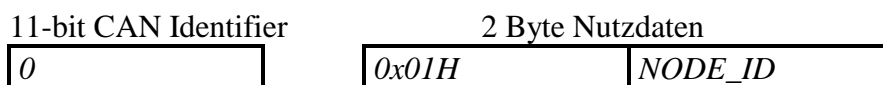
Abbildung 10 Beispiel für die Anschaltung einer Last an einen PWM Ausgang

5 Schnelleinstieg

Dieses Kapitel ist für die Anwender gedacht, die mit CANopen bereits erste Erfahrungen gesammelt haben. Für Anwender, die die Anwendung des CANopen Protokoll noch nicht kennen sei auf das entsprechende *Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.* und 7 in diesem Handbuch verwiesen.

5.1 Start der Baugruppe (Boot-Up)

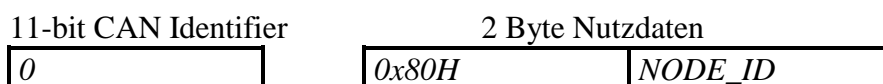
Da für alle Einträge im Objektverzeichnis (Object Dictionary, OD) Default Werte vorhanden sind, kann in den meisten Fällen auf eine Konfiguration verzichtet werden. Die Baugruppe unterstützt das CANopen Minimum Boot-Up. Nach einem Reset und der Initialisierungsphase befindet sich die Baugruppe im Status "PRE-OPERATIONAL". Die Baugruppe läßt sich mit einem einzigen Telegramm (*Start_Remote_Node*) starten und geht damit in den Zustand "OPERATIONAL" über.



Dabei enthält das erste Nutzbyte das Startkommando, das zweite Datenbyte die Knotennummer (*NODE_ID*). Knotennummer = 0 gilt für alle Knoten im Netzwerk (Broadcast).

5.2 Stop der Baugruppe

Die Prozessdaten Kommunikation der Knoten kann mit dem Telegramm *Enter_Pre_Operational_State* gestoppt werden. Das Telegramm hat folgenden Aufbau:



Mit *NODE_ID* wird die Knotennummer bezeichnet. *NODE_ID* = 0 adressiert alle Baugruppen (Broadcast).

Die Baugruppe geht in den Status "PRE-OPERATIONAL" über. SDO-Transfer ist weiterhin möglich. Alle Parameter werden im aktuellen Zustand eingefroren.

Hinweis:

Konfigurationswerkzeuge für CANopen (z.B. CANsetter, oder ProCANopen der Firma Vector) arbeiten immer unter Verwendung des SDO Transfers. Aufgrund dieser Tatsache funktionieren diese Tools auch im Zustand "Pre-Operational".

5.3 CAN Identifier / Nachrichten

Für jede CAN-Nachricht mit Prozeßdaten (Prozess Daten Object, PDO) wird ein spezifischer CAN-Identifier laut **CiA Draft Standard 301 V4.x** vergeben.

Die CAN-Identifier für Ein- und Ausgangsdaten werden aus der Knotennummer abgeleitet.

CAN-Identifier (hex)	Datentyp
180H + Knotennummer	1. Tx PDO
280H + Knotennummer	2. Tx PDO
380H + Knotennummer	3. Tx PDO
200H + Knotennummer	1. Rx PDO
300H + Knotennummer	2. Rx PDO
400H + Knotennummer	3. Rx PDO

Tabelle 7: Zuordnung der CAN-ID zu den Prozeßdaten

5.4 Mapping der I/O's

Da das Gerät über eine feste Anzahl an IO's verfügt, sind diese in einem default Mapping im OD eingetragen. Daraus ergibt sich folgende Zuordnung von I/O und PDO:

Bytenummer	1. Tx PDO	2. Tx PDO	1. Rx PDO	2. Rx PDO	3. Rx PDO
0	DI 0..7	AI 0	DO 0..7	AO 0	PWM0 Periode
1	DI 8..15		DO 8..15		
2	DI 16..23	AI 1	REL 0..3	AO 1	PWM1 Periode
3	DI 24..26		ungültig		
4	ungültig	AI 2	ungültig	ungültig	PWM0 Pulseverhältnis
5	ungültig		ungültig	ungültig	
6	ungültig	AI 3	ungültig	ungültig	PWM1 Pulseverhältnis
7	ungültig		ungültig	ungültig	

Tabelle 8: Mapping der I/O's

Das 3. Tx PDO ist in der default Einstellung inaktiv gesetzt.

Das CANopen IO-C12 unterstützt auch variables PDO-Mapping. Damit ist ein freies Mapping der Eingänge auf die Tx-PDOs und der Ausgänge auf die Rx-PDOs möglich. Diese Einstellungen können durch Schreiben auf den Index [1010H] auf dem Modul im EEPROM abgespeichert werden.

5.5 Baugruppenreset

Nach jedem Baugruppenreset sendet die Baugruppe ein Bootup Telegramm. Temporäre Ausfälle der Baugruppe während des Betriebes und nachträgliches Einschalten der Baugruppe werden damit auch ohne Node Guarding erkannt. Der Sender kann über den Identifier der Nachricht ermittelt werden.

11-bit CAN Identifier

700H+ NODE_ID

1 Byte Nutzdaten

0

5.6 Node Guarding

Für die Ausfallüberwachung des CANopen Netzwerkes stehen *Node Guarding* und *Life Guarding* Mechanismen zur Verfügung. Die dezentralen Geräte werden mittels Node Guarding überwacht, die ihrerseits über Life Guarding den Ausfall des Guardingmasters erkennen können.

Für das *Node Guarding* fordert der NMT-Master zyklisch ein Statustelegramm vom NMT-Slave (CANopen Geräte, z.B. CANopen IO-C12, CANopen Chip164) an. Die Anforderung des Knotenstatus erfolgt mit einem Remote Frame und enthält keine Nutzdaten. Das RTR Bit (Remote-Transmit-Request-Bit) ist gesetzt.

11-bit CAN Identifier

$700H + NODE_ID$

Daraufhin sendet der NMT-Slave das Statustelegramm, welches 1 Byte Nutzdaten enthält.

11-bit CAN Identifier

$700H + NODE_ID$

1 Byte Nutzdaten

Guarding Protocol

Die Nutzdaten enthalten ein Toggle Bit, das nach jeder Nachricht wechseln muß, sowie den NMT Zustand des Slave. Falls NMT Zustand und Toggle Bit nicht mit den vom Master erwarteten Werten übereinstimmen oder falls keine Antwort erfolgt, geht der Master von einem Fehler des Gerätes aus. Wenn der Master die Guard Meldung zyklisch anfordert, kann der Slave den Ausfall des Masters daran erkennen, daß der Slave innerhalb der eingestellten *Life Time* keine Nachrichtenanforderung des Masters erhalten hat. Der Slave geht von einem Ausfall des Masters aus, setzt seine Ausgänge in den Fehlerzustand, sendet ein Emergency Telegramm und geht in den Status "PRE-OPERATIONAL" über (Voraussetzung Index [1029H] =0).

Der *Life Time Factor* steht im Objekt [100DH] und wird mit dem Objekt [100CH] der *Guard Time* multipliziert und ergibt so die

Lebenszeit für das "Node Guard Protokoll". Die Zeitbasis beträgt 1ms.

Die *Guard Time* sagt aus wieviel Zeit zwischen 2 *Node Guarding* Telegrammen vergehen muss.

Der *Life Time Factor* sagt aus, wie oft die *Guard Time* ablaufen kann bevor ein Fehler generiert wird.

Default Einstellungen:

Life Time Factor 0
Guard Time 0 ms
Life Time 0 s

Beispieleinstellungen:

Life Time Factor 3
Guard Time 1000 ms
Life Time 3 s

6 Controller Area Network CAN

6.1 Kommunikation mit CANopen

CANopen ist eine vom CiA autorisierte Profildfamilie für industrielle Kommunikation mit interoperabel arbeitenden Automatisierungsgeräten auf der Basis von CAN.

Die Familie besticht durch die konsequente Umsetzung des ISO/OSI-Schichtenmodells.

CANopen bietet zahlreiche Vorteile, wie:

- herstellerneutrale Standards,
- offene Struktur,
- echtzeitfähige Kommunikation für Prozeßdaten ohne Protokolloverhead,
- modulare, skalierbare Struktur entsprechend den Anforderungen von einfachsten bis hin zu komplexen Automatisierungsgeräten.

CANopen bietet u.a. folgende Möglichkeiten

- Autokonfiguration von CAN Netzwerken,
- einheitlichen Zugriff auf Geräteparameter,
- zyklische und ereignisgesteuerte Kommunikation,
- Synchronisation von Geräten vor allem für Mehrfachssysteme.

Durch die internationale Anwender- und Herstellervereinigung "CAN in Automation e.V." (CiA) wurde neben der physikalischen CAN Schnittstelle auch das Schicht-7-Protokoll CANopen als herstellerübergreifender Standard im industriellen Steuerungsbereich für CAN definiert.

6.2 CANopen - offene, industrielle Kommunikation

CANopen basiert auf dem Kommunikationsprofil CiA DS-301 V4.x. CANopen wurde in verschiedenen Special Interest Groups (SIG) z.B.

- SIG Distributed I/O
- SIG Motion Control

und der Working Group (WG)

- WG Higher Layer Protocols

entwickelt.

Ausgangspunkt für den Standardentwurf CiA DS-301 waren Ergebnisse des ESPRIT-Projektes ASPIC.

Das Kommunikationsprofil beschreibt detailliert, wie mit Hilfe der von CANopen bereitgestellten Funktionalität Daten über den Bus gesendet werden.

Dabei erfolgt eine Einteilung der Daten in

1. Prozeßdaten und
2. Servicedaten

Prozeßdaten sind dabei Echtzeitdaten, wie Soll- und Istwerte, die ein Gerät ausgeben oder liefern soll. Sie werden jeweils über ein sogenanntes Prozeß Daten Objekt (PDO) übertragen. Dabei wird im Kommunikationsprofil festgelegt, wie ein solches PDO angelegt wird und welches Protokoll bei der Übertragung zu verwenden ist. PDO's können von mehreren Geräten gleichzeitig genutzt werden. Dadurch ist es möglich, auch Broadcast-Betrieb zu realisieren.

Mit Servicedaten kann ein Gerät konfiguriert und parametrierbar werden. Sie korrespondieren direkt mit Einträgen im sogenannten Objektverzeichnis eines Gerätes. Servicedaten werden über sogenannte Service Daten Objekte (SDO) übertragen. Das Kommunikationsprofil legt dabei ebenfalls fest, wie diese Objekte angelegt werden und welche Dienste ausführbar sind.

Ein SDO kann nur zwischen zwei Teilnehmern ausgebildet werden. Üblicherweise handelt es sich dabei um einen Konfigurationsmaster und um ein zu konfigurierendes Gerät. Der SDO-Transfer ermöglicht Quittungsbetrieb.

Jedes Gerät kann über mehrere PDO und SDO verfügen. Dadurch ist es möglich, neben reinen Master/Slave-Anwendungen auch Netzwerke zu konzipieren, in denen mehrere Master existieren.

Neben den Datenklassen definiert CANopen Kommunikationsklassen, mit denen

- Synchronisationsverhalten,
- Ereignisverarbeitung,
- Initialisierungsverhalten u.a.m.

beschrieben werden kann.

Neben der Spezifikation der Kommunikation enthalten die Standards Definitionen von sogenannten Device Profiles, die das Verhalten von Geräten beschreiben.

Diese Profiles bestehen prinzipiell aus zwei Beschreibungskomponenten.

1. Funktionale Beschreibung

Die Funktionalität eines Gerätes wird durch Funktionsblöcke und Datenflüsse beschrieben. Die Parameter sind in einem sogenannten Objektverzeichnis angeordnet. Das Objektverzeichnis hat ein vordefiniertes Aussehen, das heißt, die Parameter für Geräte eines bestimmten Typs (z.B. E/A-Module oder Drives) befinden sich immer an der gleichen Stelle im Objektverzeichnis. Die Einträge sind als Mandatory-, Optional- und Manufacturer-Specific-Data klassifizierbar.

2. Beschreibung des Betriebsverhaltens

Das Betriebsverhalten des Gerätes wird durch ein Zustandsübergangdiagramm (*siehe* Abbildung 11) beschrieben.

Auswahl einiger Geräteprofile, die bisher standardisiert wurden:

- I/O Modules CiA DSP-401
 - digitale I/O's
 - analoge I/O's
- Drives and Motion Control CiA DSP-402
 - Servoantriebe,
 - Schrittmotoren und
 - Frequenzumrichter
- Encoder CiA DSP-406

Der aktuelle Stand der standardisierten Geräteprofile kann auf der Homepage des CiA eingesehen werden www.can-cia.de.

Alle Profile orientieren sich am DRIVECOM-Profil, wobei CAN-spezifische Anpassungen die Multimasterfähigkeit von CAN besonders berücksichtigen.

Die Software für die CANopen-Slave Funktionalität basiert auf den im DS-301 definierten Diensten für den Datenaustausch und Diensten für das Netzwerkmanagement.

7 CANopen Kommunikation

7.1 Grundlagen

Mit der Entwicklung und Standardisierung der CANopen Profile wird dem Feldbusanwender möglich, CAN Netzwerke in einfachster Art und Weise aufzubauen und dabei aus einer Vielzahl von Komponenten und Baugruppen unterschiedlicher Hersteller auszuwählen.

Realisierbar wird dies durch die herstellerübergreifende Standardisierung der Geräteprofile. Ein Geräteprofil beschreibt ein Standardgerät mit seiner Grundfunktionalität für ein Gerät seiner Klasse.

Diese grundlegende Funktionalität ist Voraussetzung für einfache, herstellerunabhängige Funktionen des Gerätes. Das Konzept der Gerätestandardisierung wird durch die Möglichkeit der Erweiterung um optionale Funktionalität ergänzt. Sie muß nicht von allen Herstellern implementiert werden, aber wenn sie realisiert wird, muß sie den Richtlinien des Geräteprofiles folgen.

Das Projektdesign, der Netzwerkaufbau und -test wird durch die einheitlichen Netzwerkparameter auf jedem Gerät stark vereinfacht. Leistungsfähige Netzwerkkonfiguratoren können den Anwender bei der Realisierung der Applikation unterstützen, indem sie zum Beispiel die Zuordnung der Netzwerkvariablen zu Prozeßdatenobjekten (PDO) und deren Konfiguration automatisieren und die konfigurierten Daten der Geräte archivieren.

7.2 Geräteprofile

Es existieren Profile für die Kommunikation CiA Draft Standard 301 V4.x, für I/O-Module CiA Draft Standard 401 V2.x, für Drives and Motion Control CiA Draft Standard 402 V2.x, für Encoder CiA Draft Standard 406. Andere Profile sind in Vorbereitung.

Die Profile eines Gerätes sind in Form eines Objektverzeichnisses (OD) in einer definierten Form im Gerät selbst hinterlegt. Das Objektverzeichnis verwaltet die Objekte unter einem 16-bit Index, der sich mit einem 8-bit Subindex weiter unterteilen läßt. Die Einträge

sind zu Gruppen zusammengefaßt. Das Kommunikationsprofil liegt zum Beispiel ab Index [1000H] bis [1FFFH].

Eine Reihe von Einträgen sind Pflichteinträge (mandatory), andere sind optional oder herstellerspezifisch. Man unterscheidet verschiedene Typen von Objekten:

- Domain eine variable Anzahl von Daten
- Deftype ein Definitionseintrag z.B. unsigned16
- Defstruct ein Record-type wie z.B. PDOMapping
- Var eine einzelne Variable
- Array ein mehrfaches Datenfeld, wobei jedes einzelne Datenfeld eine einfache Variable vom gleichen Typ ist
- Record ein mehrfaches Datenfeld, wobei die Datenfelder eine beliebige Kombination von einfachen Variablen sind.

Bei strukturierten Einträgen steht auf Subindex 0 die Anzahl der noch folgenden Subindexe.

7.3 Kommunikationsprofil

Durch ein einheitliches Kommunikationsprofil ist die Schnittstelle zwischen Applikation und Gerät klar definiert. Das Kommunikationsprofil beschreibt die verschiedenen Kommunikationsobjekte und Dienste und die verfügbaren Modi der Sendenachrichtenauslösung. Das Kommunikationsmodell unterstützt die Übertragung von synchronen und asynchronen Sendungen. Mit den Mitteln der synchronen Nachrichtenübertragung ist der netzwerkweite, koordinierte Datenaustausch möglich. Die synchrone Übertragung wird mit dem vordefinierten Objekt SYNC-Message initiiert. Asynchrone Nachrichten können zu jeder Zeit übertragen werden.

7.4 Servicedatenobjekte

Das Netzwerkmanagement greift auf die Kommunikations- und Geräteprofile der Netzwerkteilnehmer zu. Für diese Zugriffe stehen Servicedatenobjekte (SDO) zur Verfügung. Die SDO stellen eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zum Zugriff auf das Objektverzeichnis des Netzknotens dar. Der Zugriff geschieht nach dem Multiplexed Domain Protokoll, wobei der Index und Subindex des adressierten Objektes als Multiplexor verwendet werden. Dieses Protokoll beruht auf Quittungsbetrieb. Nachrichten, die kürzer als 5 Byte sind, können mit einer Sendung/Quittung übertragen werden. Der Inhaber des Objektverzeichnisses ist dabei der SDO-Server. Die Lese- und Schreibzugriffe über SDO's werden vom CANopen-Gerät überwacht und auf Gültigkeit überprüft. Es existieren eine Reihe von Zugriffsbeschränkungen, wie *read only*, *write only*, *no pdo mapping*. Fehlermeldungen geben detaillierte Auskunft über Zugriffskonflikte. SDO's dienen hauptsächlich Konfigurationszwecken.

7.5 Prozeßdatenobjekte

Der Datenaustausch benötigt keinen Busmaster. Der Prozeßdatenaustausch in Echtzeit zwischen den Knoten erfolgt über Prozeß Daten Objekte (PDO) direkt und ohne Protokolloverhead. Ein PDO ist eine CAN Nachricht, deren Dateninhalt, Identifier, Sperrzeit, Übertragungstyp und Eventtimer über Einträge im Objektverzeichnis mittels SDO's konfigurierbar ist. Die Einträge befinden sich ab Index [1400H] für Empfangsobjekte und ab [1800H] für Sendeobjekte. CANopen erlaubt zyklische und ereignisgesteuerte Kommunikation. Der Übertragungstyp gibt die Art und Weise der Reaktion auf die SYNC-Nachricht an, die Sperrzeit (Inhibittime) ist die minimale Zeit, die zwischen zwei Sendungen des PDO verstreichen muß. Dadurch ist es möglich, die Buslast auf ein Minimum zu reduzieren und einen hohen Datendurchsatz zu erzielen. Der Eventtimer wird dann eingesetzt, wenn ein Gerät ein PDO regelmäßig in gleichbleibenden Abständen senden soll. Die Inhibittime wird bei dieser Übertragungsart nicht berücksichtigt. Weiterhin besteht die Möglichkeit, PDO's über Remote-Frames abzufragen. Ein einfaches Gerät unterstützt normalerweise vier PDO's. Diese sind mit

voreingestellten Identifiern initialisiert. Weitere PDO's können auf dem Gerät vorgesehen, aber zur Vermeidung von Konflikten ungültig gesetzt sein. Dies geschieht mit setzen des MSB (Bit 31) im Identifier des PDO.

Der Identifier ist im Objektverzeichnis unter dem Eintrag Kommunikationsparameter, Subindex 1 zu erreichen. Bit 30 gibt bei Wert 0 an, daß Remote-Request für dieses PDO erlaubt sind. Bit 29 auf 0 steht für 11-Bit Identifier.

Bit	31	30	29	28 - 11	10 - 0
11-bit-ID	0/1	0/1	0	0000000000000000 0000	11-bit Identifier
29-bit-ID	0/1	0/1	1	29-bit Identifier	

Tabelle 9: Aufbau der COB-Identifier

Die Übertragungstypen (transmission type) auf Subindex 2 können im Bereich von 0 bis 255 eingestellt werden. Die Werte 0 bis 240 bedeuten, daß die Übertragung der PDO in Relation zur SYNC-Nachricht steht. 0 bedeutet, daß abgetastete Eingangswerte bei Eintreffen des SYNC nur bei Veränderung gesendet werden, zwischen 1 und 240 gilt, daß das PDO nach dem Eintreffen der entsprechenden Anzahl von SYNC gesendet wird. Die Werte 241 bis 251 sind reserviert. Die Typen 252 und 253 sind nur für Remote-Objekte vorgesehen. Bei 253 werden die Daten bei Eintreffen des Remote-Request aktualisiert. 254 und 255 stehen für asynchrone PDO, deren Auslösung hersteller- oder geräteprofilspezifisch ist.

Die Sperrzeit (Inhibittime) wird in 100µs - Schritten als unsigned16-Wert auf Subindex 3 hinterlegt.

Auf Subindex 4 steht die CMS- Prioritätsgruppe. Dieser Mechanismus ist mit der Einführung des CiA DS301 V4.x entfallen. Der Subindex 4 wird aus Kompatibilitätsgründen erhalten und ist als reserviert gekennzeichnet. Auf die Funktion hat der Eintrag keinen Einfluß.

Subindex 5 enthält den Eventtimer. Dieser wird in 1ms Schritten als unsigned16-Wert hinterlegt.

In Abhängigkeit der unterstützten Subindexe muß Subindex 0 auf den entsprechenden Wert (5) gesetzt werden.

Für PDO's gelten folgende Regeln im I/O Profil:

Das erste Sende- und Empfangs-PDO wird für den Austausch digitaler Daten verwendet, das zweite Sende- und Empfangs-PDO für den Austausch analoger Daten. Wenn ein Gerät keine digitalen In- oder Outputs unterstützt, soll das erste Sende- oder Empfangs-PDO unbenutzt bleiben. Bei Geräten ohne analoge Interfacebaugruppen soll das zweite Sende- und Empfangs-PDO nicht verwendet werden.

7.6 PDO-Mapping

Zu jedem Kommunikationsparametereintrag eines PDO gehört ein Mappingeintrag, der im Objektverzeichnis 200H höher angesiedelt ist. Diese Mappingtabelle korrespondiert mit dem Inhalt der Daten des PDO. Grundlage für das Mapping ist, daß sich Variablen im Objektverzeichnis befinden, die mappbar sind, zum Beispiel digitale Eingänge auf Index [6000H] und digitale Ausgänge auf Index [6200H].

Diese Werte können natürlich über SDO gesetzt und ausgelesen werden. Um die Vorteile des CAN-Busses auszunutzen, werden die Variablen in PDO abgebildet.

Das geschieht folgendermaßen:

Die Einträge in der Mappingtabelle sind vier Byte groß. Auf Subindex 0 wird die Anzahl der zu mappenden Objekte geschrieben. Auf jeden folgenden Subindex wird ein Verweis auf den Index und Subindex der Variable und deren Länge in Bit abgelegt, zum Beispiel 60000108H für einen Verweis auf Index [6000H], Subindex 1, Länge 8 Bit. In diesem Fall wird der Wert des digitalen Einganges auf das erste Byte eines Sende-PDO's abgebildet. Das Mapping erfolgt bei den meisten Geräten mit einer Granularität von 8, das heißt, es sind maximal 8 Einträge zu einem Byte in der Mappingtabelle möglich.

Manchmal ist es sinnvoll, Bereiche aus dem Mapping auszuschließen. Ein Gerät soll zum Beispiel nur das 5. Byte eines PDO auswerten. In diesem Fall können 2 unsigned16 Dummy-Objekte im Mapping eingefügt werden, sofern vom Gerät unterstützt. Mit Hilfe der Mappingtabelle werden nun entsprechend der eingestellten Kommunikationsparameter das zu sendende PDO kodiert oder das empfangene PDO dekodiert.

7.7 Fehlerverarbeitung

Jeder Knoten im Netz ist in der Lage, Fehlerzustände zu signalisieren, soweit sie von der Hardware und Software erkannt werden. Dafür wird das Emergency Objekt verwendet. Interne fatale Fehlerzustände werden in Fehlercodes codiert und nur einmal an die anderen Knoten geschickt. Treten weitere, andere Fehler auf, verbleibt der Knoten im Fehlerzustand und sendet ein neues Emergency Objekt. Wenn der Fehler behoben ist, sendet der Knoten eine Fehlermeldung mit dem Code "No Error". Die Emergency-Message bestehen aus 8 Byte, wobei das erste und zweite Byte eine zusätzliche Information, die im Geräteprofile zu finden ist, das dritte Byte den Inhalt des Fehlerregisters ist und die restlichen 5 Byte herstellerspezifisch sind. Der Emergency Error Code wird in Objekt [1003H], dem *Pre-Defined-Error-Field* abgelegt. Dieser stellt ein Fehlerlogbuch dar, die Fehler werden zeitlich sortiert. Der älteste Fehler liegt auf dem höchsten Subindex.

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Content	Emergency Error Code		Error Register, Object [1001H]	Manufacturer Specific Error Field				

Tabelle 10: Aufbau der Emergency-Nachricht

7.8 7.8 Netzwerkdienste

Neben Diensten für die Konfiguration und dem Datenaustausch existieren eine Reihe von Netzwerkdiensten zur Überwachung der Netzwerkteilnehmer. NMT Dienste (Network Management) erfordern einen Knoten im Netz, welcher die Aufgaben des NMT-Masters übernimmt. Dazu gehört unter anderem die Initialisierung der NMT-Slaves, die Verteilung der Identifier, die Knotenüberwachung und das Booten des Netzes.

7.8.1 Life Guarding

Die optionale Knotenüberwachung wird durch das sogenannte *Life Guarding* erreicht. Der NMT-Master sendet zyklisch eine Life Guard Nachricht an das Gerät. Dieses antwortet darauf mit einer Nachricht, worin sein derzeitiger NMT Zustand und ein zwischen zwei Nachrichten wechselndes Bit enthalten sind. Bei Ausbleiben der Antwort oder unerwartetem NMT Zustand des Gerätes wird die NMT-Master Applikation informiert. Weiterhin kann das Gerät den Ausfall des Masters detektieren. Das *Life Guarding* wird mit dem Aussenden der ersten Sendung des Masters gestartet.

7.8.2 Heartbeat

Das Heartbeat ist, analog zum Life Guarding, ein Überwachungsdienst, für den jedoch kein NMT-Master benötigt wird. Die Aufgaben von Producer und Consumer können von allen CANopen Geräten ausgeführt werden, die diesen Dienst unterstützen.

7.8.2.1 Heartbeat Producer

Der Heartbeat Producer sendet zyklisch eine Heartbeat Nachricht. Als Intervallzeit wird die auf Index [1017H] eingestellte Producer Heartbeat Time (unsigned 16 - Zeitwert in ms) verwendet. Ist diese Zeit abgelaufen, wird eine Nachricht folgenden Aufbaus gesendet:

11-bit CAN Identifier	1 Byte Nutzdaten
700H+NodeID	Producer state

Tabelle 11 : Aufbau der Heartbeat-Nachricht

Die verwendete COB-ID ist die 0700H + Knotennummer.

Der Heartbeat Producer gibt im ersten Byte der Nachricht seinen NMT-Status (producer state) an. Dieser kann folgende Werte annehmen:

00H BOOTUP
04h STOPPED
05h OPERATIONAL
7Fh PRE-OPERATIONAL

Der Heartbeat Producer wird deaktiviert, wenn als Producer Heartbeat Time der Wert Null eingetragen wird.

7.8.2.2 Heartbeat Consumer

Der Heartbeat Consumer wertet die vom Producer gesendete Heartbeat Nachricht aus. Um den Producer zu überwachen, benötigt der Consumer zu jedem Producer, dessen Heartbeat-Nachrichten ausgewertet werden sollen, die Knotennummer sowie die Consumer Heartbeat Time.

Für jeden zu überwachenden Producer gibt es einen Untereintrag, der folgendermaßen aufgebaut ist:

	MSB		LSB
Bit	31-24	23-16	15-0
Value	00H	Node-ID	Consumer Heartbeat Time

Tabelle 12 : Aufbau des Consumer Heartbeat Time – Eintrages

Die Aktivierung des Consumers erfolgt, wenn eine Heartbeat-Nachricht empfangen wird und ein entsprechender Eintrag im OD vorhanden ist. Läuft bei aktivem Heartbeat-Consumer eine der aktivierten Heartbeat-Zeiten ab, ohne dass eine entsprechende Heartbeat-Nachricht empfangen wurde, wird der Consumer für diesen Producer deaktiviert und ein Event ausgelöst. Die Auswertung des Event ist vom Objekt [1029H] "Error Behaviour" abhängig.

Der Heartbeat-Consumer wird komplett deaktiviert, wenn als erste Consumer Heartbeat Time der Wert Null eingetragen wird.

7.9 Netzwerk Book-Up

Der NMT-Master ist verantwortlich für das Booten des Netzwerkes. Das Booten erfolgt in mehreren Schritten. In Abhängigkeit von dem Typ der angeschlossenen Geräte werden die Identifier bei Minimum Geräten über vordefinierte Einstellungen bestimmt. Die vordefinierten Einstellungen für die Identifier für Emergency, PDO's und SDO's errechnen sich aus der Knotennummer, die zwischen 1 und 127 liegen kann, addiert zu einem Basisidentifier, der die Funktion festlegt.

Bit	10										0
COB-Identifier											
	Funktionscode					Modul-ID					

Tabelle 13: Ermittlung der COB-Identifier aus der Knotennummer

Diese Basisidentifizier liegen wie folgt:

Objekt	resultierende COB-ID [hex]	resultierende COB-ID [dezimal]	Kommuni- kationspa- rameter auf Index
EMERGENCY	80H + Modul-ID	129 – 255	
PDO1 (tx)	180H + Modul-ID	385 – 511	1800H
PDO1 (rx)	200H + Modul-ID	513 – 639	1400H
PDO2 (tx)	280H + Modul-ID	641 – 767	1801H
PDO2 (rx)	300H + Modul-ID	769 – 895	1401H
PDO3 (tx)	380H + Modul-ID	896 – 1022	1802H
PDO3 (rx)	400H + Modul-ID	1025 – 1151	1402H
SDO (tx)	580H + Modul-ID	1409 – 1535	
SDO (rx)	600H + Modul-ID	1537 – 1663	
Nodeguard/ Heartbeat/ Bootup	700H + Modul-ID	1793 – 1919	100EH

Tabelle 14: Basisidentifizier des CANopen IO-C12

Über die vordefinierten SDO können die Konfigurationsdaten auf das Gerät geladen werden.

Nachdem das Gerät mit dem NMT-Dienst *Start_Remote_Node* vom NMT-Zustand "PRE-OPERATIONAL" in den NMT-Zustand "OPERATIONAL" versetzt worden ist, können PDO's versendet werden. Das Minimum Device unterstützt außerdem die Dienste *Stop_Remote_Node*, *Enter_Pre-Operational_State*, *Reset_Node*, *Reset_Communication*. Nach dem Einschalten und der Initialisierung geht das Gerät automatisch in den Zustand "PRE-OPERATIONAL". Mit *Reset_Node* wird das Gerät komplett zurückgesetzt, *Reset_Communication* bewirkt ein Rücksetzen der Kommunikationsparameter.

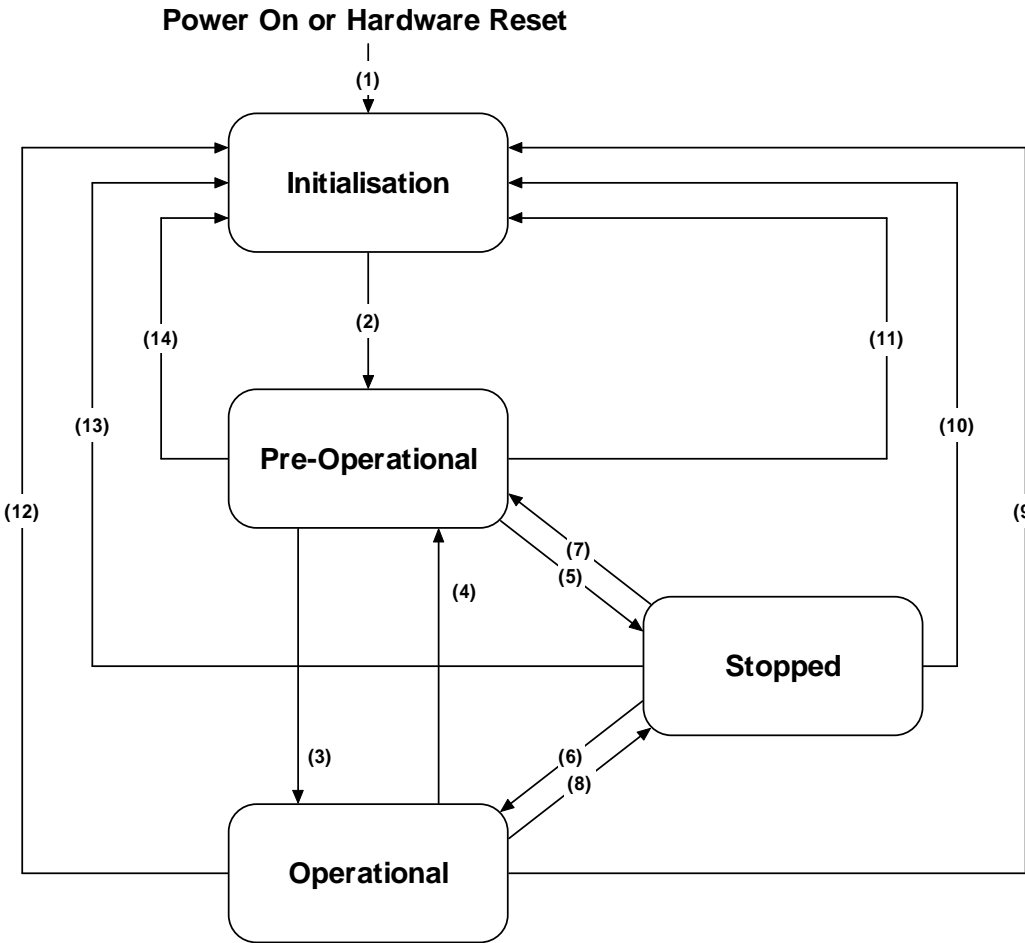


Abbildung 11: NMT-Zustandsdiagramm eines CANopen Gerätes

(1)	nach "Power-On", automatischer Wechsel in die "Initialisation"
(2)	"Initialisation" beendet, automatischer Wechsel zu "Pre-Operational"
(3),(6)	NMT-Dienst "Start_Remote_Node"
(4),(7)	NMT-Dienst "Enter_Pre-Operational_State"
(5),(8)	NMT-Dienst "Stop_Remote_Node"
(9),(10),(11)	NMT-Dienst "Reset_Node"
(12),(13),(14)	NMT-Dienst "Reset_Communication"

Tabelle 15 : Legende zum Zustandsdiagramm

7.10 Objektverzeichniseinträge

Zu den Daten der Geräte gehören neben den Parametern für die PDO's eine Anzahl weiterer Einträge aus dem Objektverzeichnis. Zum Kommunikationsprofil gehören unter anderem der Gerätetyp auf Index [1000H], das Fehlerregister auf Index [1001H], das Pre-Defined-Error-Field auf [1003H], der Identifier der SYNC-Nachricht auf [1005H], der Gerätename, die Hardware- und Softwareversion des Herstellers auf [1008H], [1009H] und [100AH], die Parameter Guardtime und Lifetime Factor auf [100CH] und [100DH]. Im Gerätetyp sind Informationen über das implementierte Geräteprofil und die Fähigkeiten des Gerätes verschlüsselt. Das Fehlerregister gibt Auskunft über interne Fehler des Gerätes, das Pre-Defined-Error-Field stellt ein Fehlerlogbuch bereit. Falls Guardtime und Lifetime Factor verschieden von Null parametrisiert sind, ergeben sie multipliziert die Lebenszeit des Gerätes für das Knotenüberwachungsprotokoll.

7.11 Beschreibung des PDO-Mapping am Beispiel

Alle Netzwerkvariablen können von PDO's übertragen werden. Ein PDO kann maximal 8 Byte transportieren. Die Zuordnung von Variablen zu PDO's ist über Mapping-Tabellen definiert. Diese sind über das Objektverzeichnis adressierbar. Das Lesen und Schreiben der Einträge des Objektverzeichnisses geschieht mittels SDO. Diese werden z.B. von einem Konfigurationswerkzeug verwendet, um das Netzwerk zu konfigurieren.

Der Vorgang soll an einem konkreten Beispiel veranschaulicht werden: Die Inputs 2 und 3 des Gerätes A sollen an die Outputs 1 und 3 des Geräts B übertragen werden. Beide Geräte unterstützen vollständiges Mapping.

Device A:

1000H	Device Type
.....	
6000H,1	Input 1, 8 Bit
6000H,2	Input 2, 8 Bit
6000H,3	Input 3, 8 Bit
....	

Transmit PDO Mapping Parameter

1A00H,0	NrOfEntries	2
1A00H,1	1.Map Object	60000208H
1A00H,2	2.Map Object	60000308H

Transmit PDO Communication Parameter:

1800H,0	NrOfEntries	2
1800H,1	COB-ID	501
1800H,2	Trans.Type	255
....		

Resultierendes PDO:

COB-ID	DATA	
501	Output 1	Output 3

Sende und Empfangs-PDO haben den gleichen CAN Identifier 501. Somit empfängt Device B automatisch das PDO, welches von Device A gesendet wird. Der Empfänger interpretiert die Daten gemäß seinem Mapping. Das heißt, er leitet das erste Byte an Output 1 weiter und das zweite Byte an Output 3. Der Sender wiederum hat in genau diese Bytes seine Inputs 2 und 3 gelegt, womit die Zuordnung korrekt gelöst ist.

7.12 Abbildung der Ein-/Ausgänge auf Objektverzeichnis- einträge

Das CANopen IO-C12 ermöglicht eine einfache, nutzenorientierte Projektierung der CANopen-Anwendung.

Durch die feste Anzahl von Ein-/Ausgängen ist die Abbildung auf Prozeß Daten Objekte einfach. Die digitalen bzw. analogen Eingänge, sowie die digitalen bzw. analogen Ausgänge werden auf die von der CiA vorgeschlagenen Prozess Daten Objekte abgebildet.

Die allgemeine Zuordnung nach Datentyp kann der Tabelle 7 entnommen werden.

Die Tabelle 16 zeigt die konkrete Zuordnung bei dem CANopen IO-C12:

Datentyp	Index / Subindex	Größe
Digitale Eingänge		
DI0 ... DI7	6000H / 1	BYTE
DI8 ... DI15	6000H / 2	BYTE
DI16 ... DI23	6000H / 3	BYTE
DI24 ... DI26	6000H / 4	BYTE
Digitale Ausgänge		
DO0 ... DO7	6200H / 1	BYTE
DO8 ... DO15	6200H / 2	BYTE
REL0 ... REL3	6200H / 3	BYTE
Analoge Eingänge		
AI0	6401H / 1	WORD
AI1	6401H / 2	WORD
AI2	6401H / 3	WORD
AI3	6401H / 4	WORD
Analoge Ausgänge		
AO0	6410H / 1	WORD
AO1	6410H / 2	WORD
PWM Ausgänge		
PWM0 Pulsverhältnis	6500H / 1	WORD
PWM1 Pulsverhältnis	6500H / 2	WORD
PWM0 Periode	6510H / 1	WORD
PWM1 Periode	6510H / 2	WORD

Tabelle 16: Objektverzeichnis der Geräteparameter

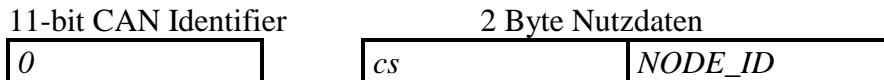
Anmerkung:

Nach dem Boot-Up der CANopen Baugruppe kann über SDO auf die Objekte zugegriffen werden. Befindet sich der Knoten im Status "OPERATIONAL", dann kann über PDO auf die Objekte zugegriffen werden. Dabei gelten die definierten Default-Mappingparameter. Eine Änderung der Mappingparameter erfolgt mit Hilfe eines Netzwerk Konfigurators über SDO.

8 Funktionalität des CANopen IO-C12

8.1 CANopen Statusübergänge

Die NMT-Nachricht zur Änderung des Gerätestatus hat folgenden Aufbau:



NODE_ID Knotennummer ;
 NODE_ID = 0 adressiert alle Baugruppen (Broadcast)
 cs Kommando

In der Tabelle 17 sind alle NMT-Master Telegramme zur Zustandssteuerung des CANopen Gerätes zusammengefaßt.

Kommando (cs)	Bezeichnung	Funktion	NMT-Status nach Ausführung
1 (01H)	Start_Remote_Node	startet das Gerät und die PDO-Übertragung, gibt Ausgänge frei,	OPERATIONAL
2 (02H)	Stop_Remote_Node	stoppt die PDO-Übertragung, führt Ausgänge in den Fehlerzustand	STOPPED
128 (80H)	Enter_Pre_Operational_State	stoppt die PDO-Übertragung, SDO weiter aktiv	PRE-OPERATIONAL
129 (81H)	Reset_Node	führt einen Reset des Gerätes durch; Kaltstart, werden auf Ihre Defaultwerte zurückgesetzt	PRE-OPERATIONAL
130 (82H)	Reset_Communication	die Kommunikationsparameter werden auf Ihre Defaultwerte zurückgesetzt	PRE-OPERATIONAL

Tabelle 17: NMT-Master Telegramme zur Zustandssteuerung

8.2 Power-On

Nach "Power-On" führt das Gerät die benötigten Initialisierungen durch und schaltet in den Zustand "PRE-OPERATIONAL".

8.3 PRE-OPERATIONAL

In diesem Zustand sind keine Prozess Daten Objekte (PDO's) aktiv. Die Default-Identifizier für die Service Daten Objekte (SDO's) stehen zur Verfügung. Über SDO können alle notwendigen Konfigurationen durchgeführt werden. Nach Abschluß der Konfiguration kann das Gerät in den Zustand "OPERATIONAL" versetzt werden. Dies erfolgt durch den NMT-Master oder durch den Anwender über einen Netzwerkonfigurator.

8.4 OPERATIONAL

Im Zustand "OPERATIONAL" können Prozessdatenobjekte ausgetauscht werden. Auch ein Zugriff über SDO's ist möglich.

8.5 STOPPED

Im Zustand "STOPPED" wird die Kommunikation im ganzen angehalten. Dies gilt nicht für ein eventuell aktiviertes Node Guarding, dies funktioniert weiterhin. Ferner kann dieser Zustand dazu verwendet werden, die Applikation in eine Art „Sicherheitszustand“ zu bringen. In diesem Zustand funktioniert **keine** PDO-,SDO-, SYNC- und Emergency- Kommunikation. Man kann über eine NMT-Message diesen Zustand wieder verlassen.

8.6 Wiederanlauf nach Reset/ Power-On

Nach jedem Baugruppen Reset sendet das Gerät ein Bootup Telegramm. Temporäre Ausfälle der Baugruppe während des Betriebes und nachträgliches Einschalten der Baugruppe werden damit auch ohne Node Guarding (*siehe Kapitel 5.6*) erkannt. Der Sender kann über den Identifizier der Nachricht ermittelt werden.

Der CANopen IO-C12 unterscheidet "Load"-Start und "Save"-Start.
Ein "Load"-Start ist notwendig :

- wenn das fabrikneue Gerät in Betrieb genommen wird.
- wenn die Geräteparameter (Objektverzeichnis-Einträge im RAM) mit Defaultwerten überschrieben werden sollen.

Beim "Load"-Start werden alle auf den CANopen IO-C12 existierenden Objektverzeichnis Einträge nach Reset/Power-On in den RAM kopiert (Hersteller-Default-Werte).

Beim "Save"-Start (nach Schreiben von ("save") auf Objekt [1010H] Subindex 1) werden die gespeicherten Objektverzeichnis Einträge nach Reset/Power-On in den RAM kopiert (gespeicherte Anwender-Werte).

Nimmt der Bus- Master oder der Anwender (z.B. mit einem Netzwerkkonfigurator) Änderungen an den Objektverzeichnis Einträgen vor, so werden die Änderungen beim nächsten RESTART erst berücksichtigt, wenn ein Schreiben von ("save" entspricht dem unsigned32- Wert 073617665H, siehe folgende Tabelle) auf Objekt [1010H] Subindex 1 erfolgt ist. Das heißt nur die abgespeicherten Werte sind nach dem Reset bzw. Power-On des CANopen Gerätes gültig. Diese Werte werden in einem nichtflüchtigen Speicher gesichert und gehen somit auch bei Spannungsausfall nicht verloren.

MSB		LSB	
'e'	'v'	'a'	's'
65h	76h	61H	73H

Über das Objekt [1011H] Subindex 1, können alle Geräte-Parameter auf Herstellerdefaultwerte nach DS-301 bzw. DS-401 zurückgesetzt werden. Die Konfigurationsdaten können auch, wie im *Abschnitt 3.4.3* beschrieben, gelöscht werden.

Um ein versehentliches Rücksetzen nach dem Abspeichern mit ("save") zu verhindern, muß die Signatur ("load") auf den Subindex 1

geschrieben werden. Im Hex Code sieht die 32-Bit Signatur wie folgt aus:

MSB		LSB	
'd'	'a'	'o'	'1'
64h	61H	6fh	6ch

Um die Default Werte gültig zu setzen, muß anschließend ein Reset bzw. Power-On durchgeführt werden.

8.7 Funktionalität der digitalen Eingänge

Für die digitalen Eingänge können verschiedene Triggerbedingungen aktiviert werden. Diese liegen in dem Objektverzeichnis auf den Indexen 6005H, 6006H, 6007H und 6008H. Bei der Konfiguration ist darauf zu achten, daß immer **nur** eine der drei Triggerbedingungen pro Eingang aktiviert ist.

Die Abbildung der digitalen Eingänge im OD ist in Tabelle 16 dargestellt. Der Status aller digitalen Eingänge wird optisch am Gerät signalisiert.

8.7.1 globale Interrupt-Freigabe der digitalen Eingänge 6005H

Über den Index 6005H wird gesteuert, das die digitalen Eingänge bei der asynchronen Übertragungsart die Übertragung eines PDO initiieren können.

Der Defaultwert dieses Parameters beträgt TRUE(1).

8.7.2 Interrupt Maske jede Flanke 6006H

Dieser Eintrag ist die default Einstellung für die digitalen Eingänge. Der Zustand des jeweiligen Eingang wird bei jeder Änderung übertragen.

Die Defaultwerte für alle digitalen Eingänge betragen 1.

8.7.3 Interrupt Maske steigende Flanke 6007H

Dieser Eintrag ist eine optionale Einstellung für die digitalen Eingänge. Der Zustand des jeweiligen Eingang wird nur bei Zustandswechsel von "0" nach "1" übertragen.

Wird ein Eingang für diese Maske eingestellt, so darf kein anderer Eintrag im Index 6006H oder 6008H aktiviert sein.

Die Defaultwerte für alle digitalen Eingänge betragen 0.

8.7.4 Interrupt Maske fallende Flanke 6008H

Dieser Eintrag ist eine optionale Einstellung für die digitalen Eingänge. Der Zustand des jeweiligen Eingang wird nur bei Zustandswechsel von "1" nach "0" übertragen.

Wird ein Eingang für diese Maske eingestellt, so darf kein anderer Eintrag im Index 6006H oder 6007H aktiviert sein.

Die Defaultwerte für alle digitalen Eingänge betragen 0.

8.8 Funktionalität der digitalen Ausgänge

Die Abbildung der digitalen Ausgänge (Transistorausgänge DO0 bis DO15 und Relaisausgänge REL0 bis REL3) im OD ist in Tabelle 16 dargestellt. Der Status aller digitalen Ausgänge wird optisch am Gerät signalisiert. Das Verhalten der Ausgänge im Fehlerfall beschreibt der *Abschnitt 9.2*.

8.9 Funktionalität der analogen Eingänge

8.9.1 Ablage der analogen Werte

Dieser Abschnitt beschreibt die allgemeine Ablage der analogen Werte in einem CANopen-Frame.

Wie im CANopen Standard DS-401 definiert, werden alle analogen Werte mit einer Auflösung bis zu 15-Bit als 16 Bit Wert "linksbündig" abgelegt. Der A/D-Wandler des CANopen IO-C12 besitzt eine Auflösung von 10 Bit. Dieser 10-Bit Wert wird um 5 Bit's nach links verschoben. Die unteren 5 Bits werden mit Null gefüllt. Das Vorzeichen (Bit 15) ist immer Null. Für den Empfänger der Nachricht ist der A/D-Wert somit ein positiver Wert mit 15-Bit Auflösung. Dies ist bei der Auswertung zu beachten.

Für die Übertragung eines analogen Einganges werden 2 Datenbytes verwendet. Diese werden wie folgt abgelegt und über den CAN Bus übertragen :

Byte 2								Byte 1							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
+/-	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	0	0	0	0	0

Tabelle 18 : Ablage der Analogdaten

Auf dem CAN Bus wird zuerst das Byte 1 dann das Byte 2 übertragen.

8.9.2 Berechnungsformel für den analogen Eingangswert

Um aus dem übertragenen Wert des Analog/Digital Wandlers einen Spannungswert des analogen Einganges zu berechnen, kommt folgende Formel zum Einsatz :

$$AIn_{/V} = \frac{\text{gewandelter ADWert} \cdot 10,107_{/V}}{2^{\text{AuflösungADWert}}}$$

Zum besseren Verständnis im Umgang mit der Formel soll das folgende Beispiel dienen :

über CAN gesendeter A/D-Wert = 41A0H (16800 dez)
 Spannungsbereich = 0..10,107V
 logische Auflösung des CAN Wertes = 15 Bit
 analoger Eingangswert AI = 5,18V

Für die kleinste Quantisierung des A/D-Wertes muß die tatsächliche Auflösung des A/D-Wandler verwendet werden.

A/D-Wert = 01H
 Spannungsbereich = 10,107V
 Auflösung des A/D-Wandlers = 10 Bit
 kleinste Auflösung = 9,87 mV/Digit
 Dies entspricht einem übertragenen Wert von 0020H.

8.9.3 Auswahl des Interrupt Triggers 6421H

Dieser Objekteintrag bestimmt, aufgrund welchem Ereignis ein Interrupt ausgelöst wird. Hierfür steht das Objekt [6421H] "Interrupt_Trigger_Selection" zur Verfügung. Das Auslösen eines Interruptes ist auch gleichzeitig die Veranlassung zum Senden des TX-PDO's für die analogen Eingänge, unter der Voraussetzung, daß der "Global_Interrupt_Enable" [6423H] aktiviert wurde.

Für jeden analogen Kanal existiert ein Subindex. Somit kann für jeden Kanal separat bestimmt werden, welches Ereignis das entscheidende ist.

Die Defaultwerte für alle analogen Eingänge betragen 7.

Folgende Werte können eingetragen werden :

Bit-Nr.	Interrupt Trigger
0	Oberer Grenzwert überschritten
1	Unterer Grenzwert unterschritten
2	Eingangswert ändert sich um mehr als <i>DELTA</i> [6426H]
3	wird nicht unterstützt !
4	wird nicht unterstützt !
5 bis 7	Reserviert

Tabelle 19: Interrupt Trigger Bits

Beispiel :

6421H,1 = 04H bedeutet, daß sich der erste analoge Eingang um mehr als *DELTA* ändern muß, bevor das PDO gesendet wird.

8.9.4 Interrupt Quelle der analogen Eingänge 6422H

In diesem Objekteintrag wird hinterlegt, welcher analoge Eingang den Interrupt ausgelöst hat. Hierfür steht das Objekt [6422H] "Analogue_Input_Interrupt_Source" zur Verfügung. Dabei bezieht sich jedes einzelne Bit auf einen zugeordneten analogen Kanal. Die Bits werden automatisch rückgesetzt, wenn der Eintrag per SDO ausgelesen oder der Objekteintrag mittels PDO übertragen wurde.

Den Bits werden dabei folgende Wertigkeit zugeordnet :

"1" : Kanal hat Interrupt ausgelöst,

"0" : Kanal hat kein Interrupt ausgelöst.

Beispiel:

6422H,1 = 01H, d.h. der analoge Kanal 0 hat einen Interrupt ausgelöst.

8.9.5 globale Interrupt-Freigabe der analogen Eingänge 6423H

In diesem Objekteintrag wird die Beachtung der Grenzwerte und der Deltafunktion der analogen Eingänge aktiviert oder gesperrt. Hierfür steht das Objekt [6423H] "Analogue_Input_Global_Interrupt_Enable" zur Verfügung. Der Defaultwert ist FALSE (0), d.h. die Verarbeitung der Grenz- und Deltawerte ist inaktiv. Durch schreiben einer 1 (TRUE) auf diesen Eintrag wird die Auswahl des Interrupt Triggers aktiviert.

8.9.6 Interrupt oberer 6424H und unterer 6525H Grenzwert

Ein Interrupt wird ausgelöst, wenn der analoge Eingangswert größer [6424H] bzw. kleiner [6425H] als der angegebene Grenzwert im Sub-index ist. Dies geschieht nur, wenn der OD-Eintrag [6423H] auf 1 steht.

Solange die Triggerbedingung erfüllt ist, wird jeder Wert der analogen Eingänge übertragen. Dies geschieht nur wenn keine weitere Triggerbedingung, wie die Deltafunktion, gesetzt wurde. Die Grenzwerte sind als linksbündige 32 Bit Werte anzugeben.

Hierfür stehen die Objekte [6424H] "Analogue_Input_Interrupt_Upper_Limit_Integer" und [6425H] "Analogue_Input_Interrupt_Lower_Limit_Integer" zur Verfügung.

Die Defaultwerte bei beiden Einträge beträgt für alle analogen Eingänge 0.

Beispiel :

6423H = 1H, 6421H,1 = 05h und 6424H,1 = 2000H -> analoger Eingang 1 löst einen Interrupt aus, wenn der Grenzwert von 2000H (Auflösung 15-Bit CANopen IO-C12) überschritten wird und sich dann der Wert um mehr als den Deltawert ändert.

8.9.7 Deltafunktion der analogen Eingänge 6426H

Mit der Deltafunktion kann eingestellt werden, um wieviel sich ein analoger Eingangswert seit der letzten Übertragung ändern muß, damit er auf den Bus gesendet wird. Hierfür steht das Objekt [6426H] "Analogue_Input_Interrupt_Delta" zur Verfügung. Die Eingabe erfolgt rechtsbündig und bezieht sich auf die 15- Bit Auflösung.

Die Default-Einstellung für alle 4 analogen Eingänge beträgt 0.

8.9.8 Beispiel zu den Triggerbedingungen

An dem folgenden Beispiel soll das Zusammenspiel der Objekte 6424H bis 6426H dargestellt werden.

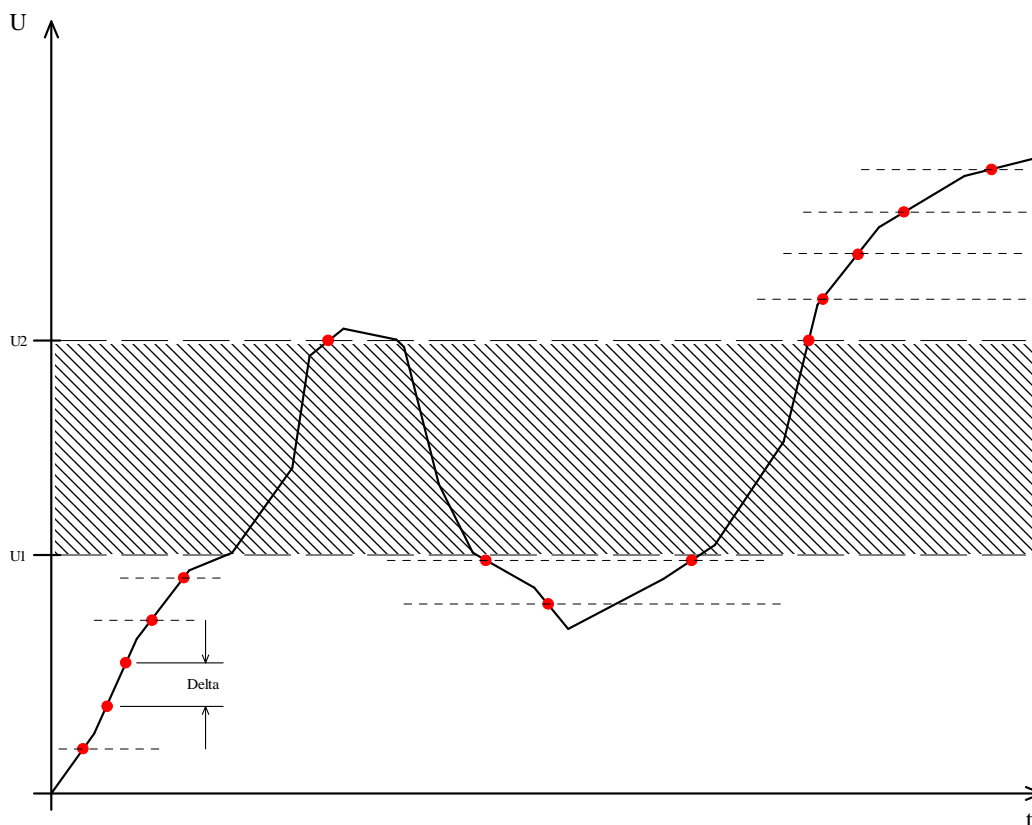


Abbildung 12: Beispiel für Objekt 6424H, 6425H und 6426H

Es wurden die Werte $U1$ für LowerLimit und $U2$ für UpperLimit im OD eingetragen. Weiterhin wurde der Wert Δ im Index 6426H eingetragen. Der dargestellte Spannungsverlauf liegt an einem

analogen Eingang an. Zu den Zeitpunkten die mit einem ● versehen sind, wird ein entsprechendes PDO vom CANopen IO-C12 gesendet. Befindet sich jedoch der Analogwert im Bereich der schraffierten Fläche, so wird kein PDO gesendet.

8.10 Funktionalität der analogen Ausgänge

Das CANopen IO-C12 besitzt 2 analoge Ausgänge mit einem Spannungsbereich von 0 bis 10,35VDC. Die Ablage der Werte im OD erfolgt mit einer Auflösung von 15-Bit nach den gleichen Regeln, wie im *Abschnitt 8.9.1* beschrieben.

Das folgende Beispiel soll dies verdeutlichen.

über CAN empfangener Wert	= 500H (1280 dez)
Spannungsbereich	= 0..10,35V
logische Auflösung des CAN Wertes	= 15 Bit, entspricht 0,316mV/Digit
analoger Ausgangswert AO	= 0,40V

Die interne Auflösung der Ausgänge beträgt 8-Bit. Daraus ergibt sich eine kleinste mögliche Quantisierungstufe 40mV/Digit. Aufgrund der internen Auflösung von 8-Bit werden die unteren 7-Bit ignoriert. D.h. für das Beispiel: alle Werte zwischen 500H und 57FH ergeben den gleichen analogen Ausgangswert von 0,40V.

Der Status aller analogen Ausgänge wird optisch am Gerät signalisiert. Die Helligkeit symbolisiert die Ausgangsspannung.

8.11 Funktionalität der PWM-Ausgänge

8.11.1 Einstellung der Parameter

Das CANopen IO-C12 besitzt 2, negativ-schaltende, kurzschlußfeste PWM¹-Ausgänge. Der maximale Laststrom je 24V-Ausgang beträgt 0,5A bei ohmscher, induktiver oder kapazitiver Last. Die Ausgänge sind zur CPU galvanisch entkoppelt. Die Ausgänge liegen auf dem gleichen Masse-Potential wie die Spannung VIO. Die Leistungstreiber sind gegen Verpolung geschützt.

Jeder PWM Ausgang wird über 2 Parameter eingestellt, die jeweils einen Eintrag im OD besitzen.

Der erste Parameter, Index 6500H im OD, beschreibt das Verhältnis von Impuls zu Impulspause des Signal und wird in Prozent angegeben. Der Prozentwert wird als WORD abgelegt. Dies bedeutet, daß der Wert 0H → 0% und 0FFFFH → 100% entspricht.

Die Default-Einstellung für beide PWM- Ausgänge beträgt 0.

Der zweite Parameter, Index 6510H im OD, beschreibt die Ausgangsfrequenz und wird als Vielfaches von 1µs angegeben. Der Wert von 1000 entspricht einer Frequenz von 1kHz.

Die Default-Einstellung für beide PWM- Ausgänge beträgt 1000.

¹ PWM : Pulse Width Modulation, PulseWeitenModulation

8.11.2 Besonderes Verhalten der PWM Ausgänge in der Geräteversion phyPS-409-KSM01

Die Firmware der Geräte phyPS-409-KSM01 enthält folgende zusätzliche Objekteinträge.

Index 6520H, Subindex 0 bis 2.

Die Objekteinträge beeinflussen im Zusammenhang mit den analogen Eingängen AI0 und AI1 das Verhalten der PWM Ausgänge (PWM0 und PWM1). Sie können zur Abschaltung bei Überstrom/ -spannung verwendet werden.

Es gilt folgender Zusammenhang:

Index 6520H/ Subindex 1 gilt als Obergrenze der Spannung (unsigned32, Auflösung 15- Bit) an AI0. Wird an AI0 eine Spannung \geq der Obergrenze gemessen, dann wird das Tastverhältnis (Index 6500H/ Subindex 1) auf 0% gesetzt und damit der Ausgang deaktiviert. Eine erneute Aktivierung erfolgt durch Schreiben eines neuen Tastverhältnisses.

Wird die Obergrenze auf 0 gesetzt, dann erfolgt keiner Auswertung der Spannung an AI0.

Für den zweiten PWM Ausgang PWM1 gilt das oben genannte gleichermaßen. Index 6520H/Subindex 2 ist die Obergrenze. AI1 gilt wird als Eingangswert verwendet.

Beispiel:

6520H/1 enthält den Wert 20000.

Bei einer Auflösung vom 15-Bit entspricht ein Digit der Spannung von 0,3125mV (siehe Abschnitt 8.9.2). Damit ergibt sich eine Obergrenze von 6,25V. Überschreitet die Spannung an AI0 den Wert von 6,25V, dann wird PWM0 abgeschaltet.

8.12 Emergency Telegramm

Der Status des CANopen IO-C12 wird im Fehlerfall über hochpriorie Notfall Telegramme (Emergency Telegramme) übermittelt. Diese Telegramme haben eine Datenlänge von 8 Bytes und enthalten Fehlerinformationen.

Das Emergency Telegramm wird übertragen, sobald einer der signalisierten Fehler aufgetreten ist. Das spezifische Emergency Telegramm wird immer nur einmal übertragen, auch wenn der Fehler längere Zeit ansteht. Sind alle Fehlergründe beseitigt, so wird erneut ein Emergency Telegramm mit Inhalt 0 (Fehler beseitigt) übertragen.

Die Struktur der Emergency Telegramme (8 Byte Daten) ist nachstehend dargestellt:

BYTE 0	BYTE 1	BYTE 2	BYTE 3	BYTE 4	BYTE 5	BYTE 6	BYTE 7
Error Code		Error-Register [1001H]	herstellerspezifischer Error Code				

Tabelle 20: Emergency Telegramm (BYTE-Feld)

8.12.1 Error Code

Der Error Code (Bytefeld 0+1, LSB, MSB) zeigt an, ob ein Fehler vorliegt, oder ob der Fehler bereits beseitigt ist (kein Fehler). Folgende Error Codes können auftreten :

0000H	kein Fehler
1000H	globaler Fehler
3100H	Fehler in der Spannungsversorgung (PowerFail)
5000H	Gerät hatte eine Hardware Reset (WatchDog, Reset Taste)
6100H	Gerät hatte einen Software Reset
8110H	CAN-Nachricht beim Empfang verloren (Buslast zu hoch)
8120H	Gerät befindet sich im Error passiv Mode
8130H	Life Guard oder Heartbeat Fehler Bei Heartbeat Consumer Fehler wird im herstellereigenen Teil (Byte 3) die Knotennummer des ausgefallenen Gerätes übertragen.
8140H	Gerät hatte CAN BUSOFF erkannt

8.12.2 Error Register

Das Error Register (Byte 2 im Bytefeld) kann folgende Werte annehmen :

81H:	ein herstellereigener Fehler ist aufgetreten .
11H:	CAN Kommunikationsfehler
01H:	ein allgemeiner Fehler ist aufgetreten
00H:	es besteht kein Fehler mehr – Fehlerreset

8.13 Statusanzeige über Run- und Error- Led

Der aktuelle Zustand vom CANopen IO-C12 wird zur Laufzeit an den beiden Statusanzeigen dargestellt. Die Funktion der beiden LED's ist nach dem Standard **CiA DR303-3 V1.0** definiert.

8.13.1 Run Led

Die grüne Run Led zeigt den NMT Status (*siehe Abschnitt 7.9*) der Baugruppe an. Die Tabelle 21 zeigt die verschiedenen Anzeigezustände und deren Bedeutung dar.

RUN Led	Zustand	Beschreibung
An	OPERATIONAL	CANopen IO-C12 befindet sich im Zustand OPERATIONAL
Blinken Verhältnis 50:50	PRE-OPERATIONAL	CANopen IO-C12 befindet sich im Zustand PRE-OPERATIONAL
Single Flash	STOPPED	CANopen IO-C12 befindet sich im Zustand STOPPED
Abwechselndes blinken mit der Error- Led	Zugriff per LSS	Es wird momentan ein LSS Service durchgeführt.
Synchrones schnelles blinken mit der Error- Led	Konfigurationsfehler ¹	Am DIP- Schalter oder am Drehcodierschaltern wurde eine ungültige Konfiguration eingestellt.

Tabelle 21 : Run- Led Zustände

¹ Dieser Zustand ist nicht im DR303-3 definiert. Er wurde von SYS TEC hinzugefügt.

8.13.2 Error Led

Die rote Error Led zeigt den aktuellen Fehlerzustand des CANopen IO-C12 an. Die Tabelle 22 beschreibt die verschiedenen Zustände und deren Bedeutung:

ERROR Led	Zustand	Beschreibung
Aus	kein Fehler	Gerät arbeitet einwandfrei
Single Flash	Warning Limit erreicht	Das Warning Limit im CAN Controller wurde erreicht (zu viele Error Frames auf dem CAN Bus).
Abwechselndes blinken mit der Run- Led	Zugriff per LSS	Es wird momentan ein LSS Service durchgeführt.
Double Flash	Error Control Event	Ein Fehler beim Lifeguard, Nodeguard oder Heartbeat wurde erkannt.
An	Bus Off	Der CAN Controller befindet sich im Zustand "Bus Off".
Synchrones schnelles blinken mit der Run- Led	Konfigurationsfehler ¹	An dem DIP- Schalter oder den Drehcodierschaltern wurde eine ungültige Konfiguration eingestellt.

Tabelle 22: Error Led Zustände

Ab der Softwareversion V1.16 werden Konfigurationsfehler durch die LED's „Digital Input“ 0 bis 7 näher spezifiziert. In diesem Fall zeigen diese LED's nicht den Status der digitalen Eingänge sondern den Fehlerzustand nach Tabelle 23.

LED	Fehler
DI 0	Bitrateneinstellung ausserhalb des gültigen Wertebereiches
DI 1	Knotennummer ausserhalb des gültigen Wertebereiches
DI 2	keine gültige Seriennummer, Gerät zur Prüfung ins Werk senden
DI 3	EEPROM CRC Fehler, EEPROM-Daten vollständig löschen (siehe Abschnitt 3.4.3) und Gerät neu konfigurieren oder ins Werk senden
DI 4	kein gültige Produktcode, Gerät zur Prüfung ins Werk senden
DI 5	reserviert
DI 6	RAM- Fehler, Gerät zur Prüfung ins Werk senden
DI 7	CANopen Initialisierungsfehler, Gerät zur Prüfung ins Werk senden

Tabelle 23: Erweiterte Fehlersignalisierung via LED DI0 bis DI7

8.14 Hardwarevarianten

Es gibt unterschiedliche Bestückungsvarianten der Baugruppen. Diese sind ab Softwareversion V1.15 wie folgt zu unterscheiden:
Auslesen des Index 1009H "Manufacturer Hardware Version" im Objektverzeichnis

"4121.1 / 4103.2-1" CAN-Treiber PCA82C251

"4121.1 / 4103.2" oder

"4121.1 / 4103.2-0" CAN-Treiber TJA1050 (nicht einsetzbar bei folgenden CAN-Bitraten:
1MBit/s und <100kBit/s)

8.15 Produktionsdaten

Im herstellerspezifischen Bereich sind Objekteinträge für den Produktionstest hinterlegt. Diese befinden sich im Index 2500H. Folgenden Einträge können vom Anwender informative gelesen werden:

Index 2500H, Subindex 2, unsigned32, read only, Herstellungsdatum
Index 2500H, Subindex 3, unsigned32, read only, Kalibrierdatum (Datum des Produktionstest).

Die Angaben sind in folgendem Format verschlüsselt:

Beispiel:

17.02.2009 wird als 017022009H kodiert.

9 Systemverhalten im Fehlerfall

9.1 Zustand des CANopen IO-C12 im Fehlerfall

Über den Eintrag „Error Behaviour“ im Objektverzeichnis (Index [1029H]) kann eingestellt werden, in welchen NMT Zustand der CANopen IO-C12 im Fehlerfall wechselt.

Mögliche Einträge:

SubIndex 1: Communication Error

- 0: Zustandswechsel nach PRE-OPERATIONAL (default)
- 1: kein Zustandswechsel
- 2: Zustandswechsel nach STOPPED

Die Einstellung gilt dann für alle möglichen Fehlerarten. (Ausnahme Error Code: 8120H), *siehe Abschnitt 8.12.1.*

Die Einträge Output Error (SubIndex 2) und Input Error (SubIndex 3) werden nicht unterstützt.

9.2 Verhalten der Ausgänge im Fehlerfall

Der Anwender kann für jeden Ausgang festlegen, wie er sich im Fehlerfall verhalten soll. Die Ausgänge werden nur verändert, wenn im Index [1029H] ein Zustandswechsel aktiviert wurde. Alle Fehler, die nicht zu einem Zustandswechsel führen, setzen auch die Ausgänge nicht in den Fehlerzustand. Diese Einstellungen können mit einem Netzwerkkonfigurator vorgenommen werden.

9.2.1 Digitale Ausgänge

Bei digitalen Ausgängen (DO0 bis DO16, sowie REL0 bis REL3) kann über die Objekte [6206H] ("*Error_Mode_Output_8-Bit*") und [6207H] ("*Error_Value_Output_8-Bit*") das Ausgangsverhalten im Fehlerfall vordefiniert werden.

Eine "1" an der Bitstelle des entsprechenden Ausganges im Objekt [6206H] bewirkt, daß der im Objekt [6207H] stehende Wert auf den entsprechende Ausgang geschrieben wird.

In der Default Einstellung werden die Ausgänge im Fehlerfall abgeschaltet.

Beispiel:

digitale Ausgänge REL0 bis REL3

Index	Sub-Index	REL3	REL2	REL1	REL0	
6206H	3	0	0	1	1	Error Mode Output 8-Bit
6207H	3	X	X	0	1	Error Value Output 8-Bit

Tabelle 24: Beispiel für Verhalten der digitalen Ausgänge im Fehlerfall

Im Fehlerfall wird der digitale Ausgang REL0 auf 1 sowie die REL1 auf 0 gesetzt. Die Zustände der Ausgänge REL2 und REL3 bleiben unverändert.

9.2.2 Analoge Ausgänge

Bei den analogen Ausgängen (AO0 bis AO1) kann über die Objekte [6443H] ("*Analogue Error Output Mode*") und [6444H] ("*Analogue Output Error Value Integer*") das Ausgangsverhalten im Fehlerfall vordefiniert werden.

Eine "1" in dem entsprechenden Subindex des Ausganges im Objekt [6443H] bewirkt, daß der im Objekt [6444H] stehende Wert auf den entsprechende Ausgang geschrieben wird.

In der Default Einstellung werden die Ausgänge im Fehlerfall abgeschaltet.

Beispiel:

analoger Ausgang AO 0 und AO 1

Index	Sub-Index	AO 0	
6443H	1	1	Analogue Output Error Mode AO 0
6443H	2	0	Analogue Output Error Mode AO 1
6444H	1	0500H	Analogue Output Error Value AO 0
6444H	2	X	Analogue Output Error Value AO 1

Tabelle 25: Beispiel für Verhalten der analogen Ausgänge im Fehlerfall

Im Fehlerfall wird der analoge Ausgang AO 0 auf 0,39V gesetzt. Der Ausgang AO 1 bleibt unverändert.

9.2.3 PWM Ausgänge

Ebenfalls kann für die PWM Ausgänge das Ausgangsverhalten im Fehlerfall vordefiniert werden. Hierfür stehen die Objekte [6543H] ("PWM Output Error Mode") und [6544H] ("PWM Output Pulse Error Value") zur Verfügung.

Eine "1" in dem entsprechenden Subindex des Ausganges im Objekt [6543H] bewirkt, daß der im Objekt [6544H] stehende Wert auf den entsprechende Ausgang geschrieben wird.

In der Default Einstellung werden die Ausgänge im Fehlerfall nicht abgeschaltet.

Beispiel:

PWM Ausgang P0 und P1

Index	P0, Sub-Index 1	P1, Sub-Index 2	
6543H	0	1	PWM Output Error Mode
6544H	X	0x4000, also 25%	PWM Output Error Value

Tabelle 26: Beispiel für Verhalten der PWM Ausgänge im Fehlerfall

Im Fehlerfall bleibt der PWM Ausgang 0 unverändert und das Tastverhältnis vom Ausgang 1 wird auf 25% eingestellt.

9.3 Wechsel von Fehlerfall zum normalen Betrieb

Die Ausgänge behalten die im Fehlerfall eingenommenen Zustände bis sie durch einen neuen Ausgangswert (mittels PDO oder SDO) überschrieben werden. Voraussetzung für das Schreiben per PDO ist, daß zuvor die Ursache beseitigt ("Busoff" „Heartbeat Consumer-“ oder "Life Guarding" Fehler) wurde und die Baugruppe in den Zustand "OPERATIONAL" (Master: "*Start_Remote_Node*") gesetzt wurde.

10 Das CANopen IO-C12 Objektverzeichnis

Index [hex]	Objekt	Name	Datentyp
1000H	Var	Geräte Typ	Unsigned32
1001H	Var	Fehler Register	Unsigned8
1003H	Array	Fehler Meldung	Unsigned32
1005H	Var	Identifizier SYNC-Nachricht	Unsigned32
1007H	Var	SYNC window length	Unsigned32
1008H	Var	Gerätebezeichnung	String
1009H	Var	Hardware Version	String
100AH	Var	Software Version	String
100CH	Var	Guard Time	Unsigned16
100DH	Var	Life Time Factor	Unsigned8
1010H	Array	User-Parameter save	Unsigned32
1011H	Array	Default-Parameter reload	Unsigned32
1014H	Var	Identifizier Emergency	Unsigned32
1016H	Array	Consumer Heartbeat Time	Unsigned32
1017H	Var	Producer Heartbeat Time	Unsigned16
1018H	Record	Identity Object	Identity
1029H	Array	Error Behaviour	Unsigned8
1400H	Record	Receive PDO 0 Communication Parameter	PDOComPar
1401H	Record	Receive PDO 1 Communication Parameter	PDOComPar
1402H	Record	Receive PDO 2 Communication Parameter	PDOComPar
1600H	Record	Receive PDO 0 Mapping Parameter	PDOMapping
1601H	Record	Receive PDO 1 Mapping Parameter	PDOMapping
1602H	Record	Receive PDO 2 Mapping Parameter	PDOMapping
1800H	Record	Transmit PDO 0 Communication Parameter	PDOComPar
1801H	Record	Transmit PDO 1 Communication Parameter	PDOComPar
1802H	Record	Transmit PDO 2 Communication Parameter	PDOComPar
1A00H	Record	Transmit PDO 0 Mapping Parameter	PDOMapping
1A01H	Record	Transmit PDO 1 Mapping Parameter	PDOMapping
1A02H	Record	Transmit PDO 2 Mapping Parameter	PDOMapping
2500H	Record	For production only	
6000H	Array	PDO Digital Input	Unsigned8
6005H	Var	Globaler Interrupt Digital Input freigeben	Unsigned8
6006H	Array	Interrupt jede Flanke	Unsigned8
6007H	Array	Interrupt steigende Flanke	Unsigned8
6008H	Array	Interrupt fallende Flanke	Unsigned8
6200H	Array	PDO Digital Output	Unsigned8
6206H	Array	Error Mode Output 8-bit	Unsigned8
6207H	Array	Error Value Output 8-bit	Unsigned8
6401H	Array	PDO Analog Input	Integer16
6411H	Array	PDO Analog Output	Integer16

6421H	Array	Interrupt Trigger Auswahl	Unsigned8
6422H	Array	Interrupt Quelle	Unsigned32
6423H	Var	Globaler Interrupt Analog Input freigeben	Unsigned8
6424H	Array	Interrupt oberes Limit	Integer32
6425H	Array	Interrupt unteres Limit	Integer32
6426H	Array	Input Interrupt Delta	Unsigned32
6443H	Array	Analog Output Error Mode	Unsigned8
6444H	Array	Analog Output Error Value Integer	Integer32
6500H	Array	PWM Output Pulse	Unsigned16
6510H	Array	PWM Output Periode	Unsigned16
6520H	Array	Current Compare Value ¹	Unsigned32
6530H	Array	Motor ON Delay ¹	Unsigned8
6540H	Array	Counter Input ¹	Unsigned32
6543H	Array	PWM Output Error Mode	Unsigned8
6544H	Array	PWM Output Error Value	Unsigned16

Tabelle 27 : Objektverzeichnis CANopen IO-C12

¹ Funktionalität nur bei phyPS-409-KSM01 verfügbar.

11 Firmware-Update

Das Firmware-Update erfolgt mit dem freeware Tool Fujitsu Flash MCU Programmer. Dieses muss auf dem PC installiert sein, mit dem das Firmware-Update ausgeführt werden soll.

Um ein Firmware-Update des CANopen IO-C12 auszuführen, ist in folgenden Schritten vorzugehen:

- Anschluss des CANopen IO-C12 an den PC
Verbinden Sie den PC über eine serielle Schnittstelle (RS232) mit dem CANopen IO-C12 X101 (RJ11-Steckverbinder, s. 3.1, 3.2 und 3.3).
Ein passendes Kabel kann bei SYSTEC electronic GmbH bestellt werden.

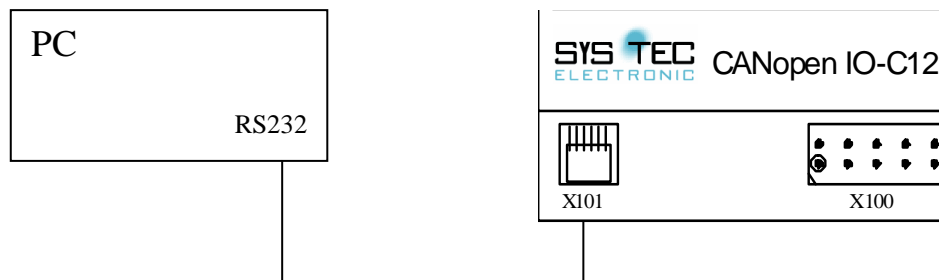


Abbildung 13: Firmware-Update – Anschluß an den PC

- Konfiguration des Flash-Tools „Fujitsu Flash MCU Programmer“
1.) Einstellung der seriellen Schnittstelle:
Über den Button *“Set Environment”* im Bereich *“Option”* wird die COM gewählt, die auf dem PC für das Firmware-Update verwendet werden soll:

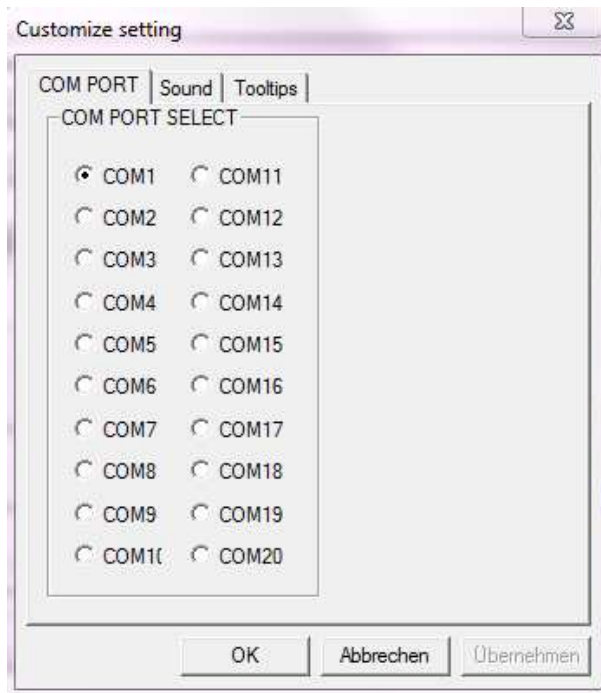


Abbildung 14: Firmware-Update – Auswahl COM-Schnittstelle

2.) Einstellung des Target wie folgt:
Auswahl des Mikrocontrollers *MB90F543/G/GS*
Auswahl der Taktfrequenz *4MHz*

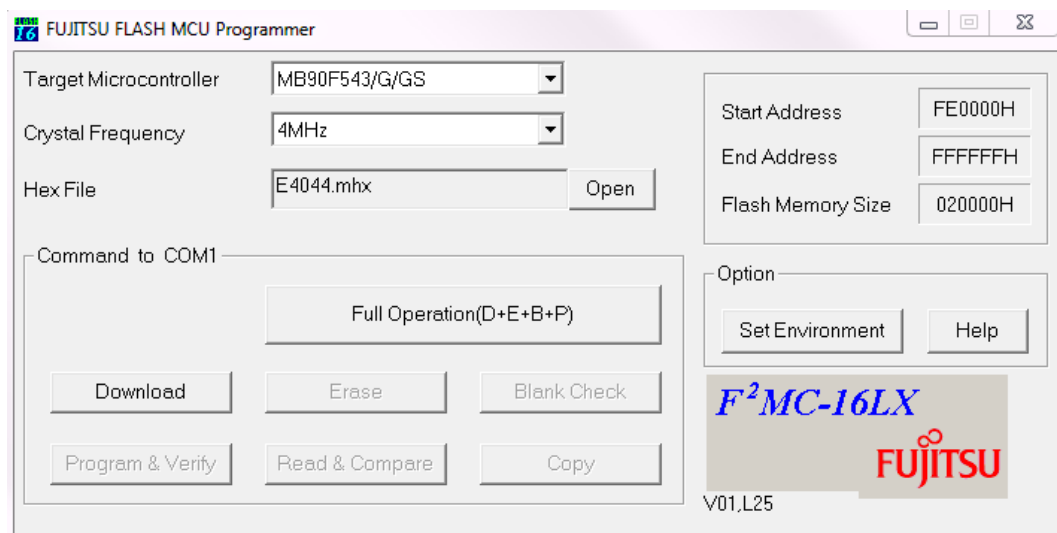


Abbildung 15: Firmware-Update – Target Konfiguration

3.) Auswahl des zu programmierenden Hex-Files:

Über den Button „Open“ wird das entsprechende Hex-File geladen.

Um eine Beschädigung des CANopen IO-C12 zu vermeiden, darf nur ein für das CANopen IO-C12 vorgesehenes Hex-File verwendet werden.

- CANopen IO-C12 starten und in den Programmier-Modus versetzen:
 - 1.) Spannungsversorgung zum Modul herstellen
 - 2.) Programmiermodus durch Drücken der Taster *Boot* und *Reset* in folgender Reihenfolge:

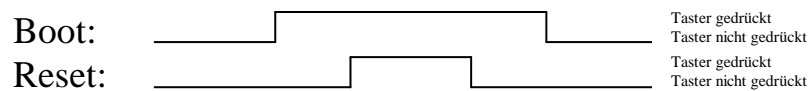


Abbildung 16: Firmware-Update – Programmiermodus

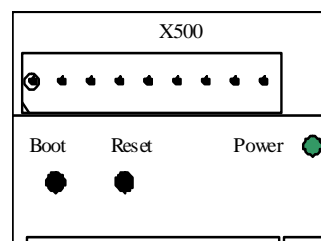


Abbildung 17: Firmware-Update – Position Boot und Reset

Hinweis: Gegebenenfalls wird auch während der Programmausführung aufgefordert, das CANopen IO-C12 zurückzusetzen, also in den Programmiermodus zu versetzen. Dann ist ebenso die Tasterkombination *Boot* und *Reset* zu betätigen.

- Löschen der bisherigen Firmware des CANopen IO-C12:
 Betätigen des Buttons „Download“.
 Es folgt ein Dialog, der dazu auffordert, das Target zurückzusetzen, also in den Programmier-Modus zu versetzen. Ist dies schon geschehen, kann dies mit OK bestätigt werden.

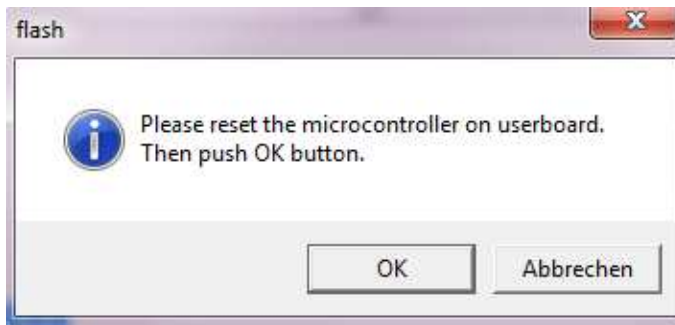


Abbildung 18: Firmware-Update – Dialog zum Programmiermodus

Ein erfolgreicher Download wird durch das Programm durch den folgenden Dialog angezeigt:

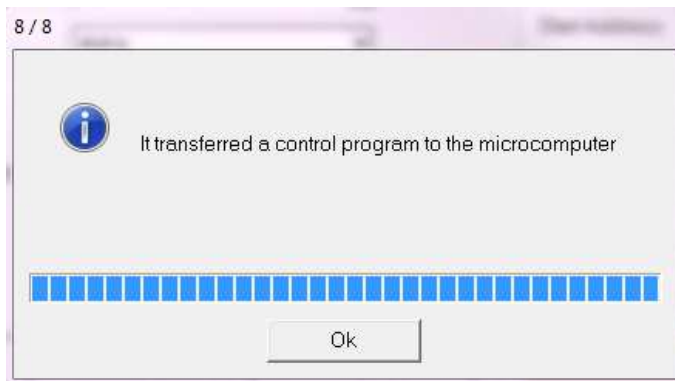


Abbildung 19: Firmware-Update – Dialog nach Download

Danach ist durch Betätigen des Buttons „Erase“ die Firmware des CANopen IO-C12 zu löschen.

Ein erfolgreicher Löschvorgang wird durch das Programm durch den folgenden Dialog angezeigt:

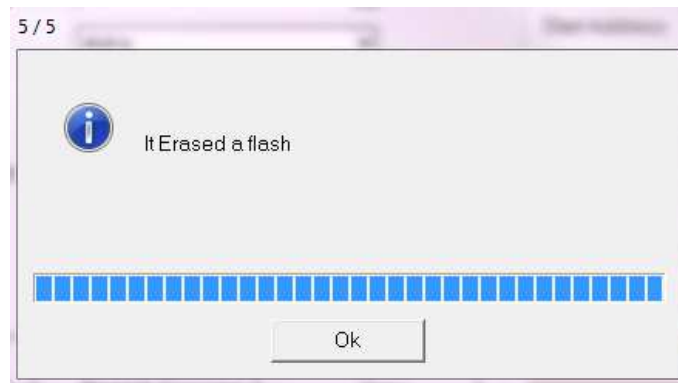


Abbildung 20: Firmware-Update – Dialog nach Erase

- Programmieren des neuen Firmware des CANopen IO-C12:
Durch Betätigen des Buttons „Full Operation“ wird die Firmware programmiert.
Es erfolgt wieder die Aufforderung, das Target in den Programmiermodus zu versetzen. Dies ist an der Hardware erneut wie oben beschrieben auszuführen.

Ein erfolgreicher Programmiervorgang wird durch das Programm durch den folgenden Dialog angezeigt:

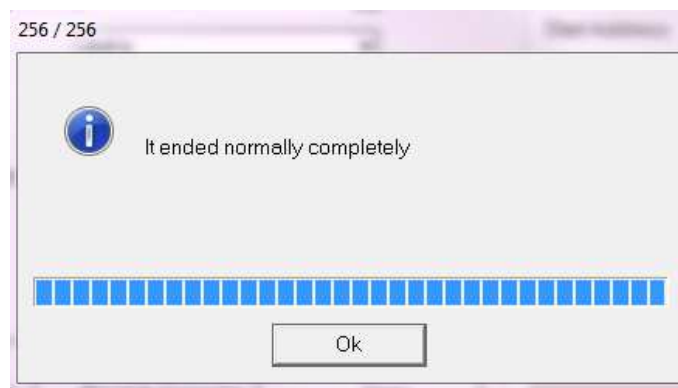


Abbildung 21: Firmware-Update – Dialog nach Programmierung

- Neustart des CANopen IO-C12
Durch Betätigen des Tasters *Reset* am CANopen IO-C12 oder durch PowerOn startet das Gerät mit der neuen Firmware.

12 Änderungen im Dokument

Datum	Versionsnummer	Änderungen
22.04.2004	Handbuch L1046d_1	erste Handbucherstellung
27.05.2004	Handbuch L1046d_2	<ul style="list-style-type: none"> - Änderungen im Kapitel 3.4.1 und 3.4.2 - Alle Erweiterungen die mit den PWM Ausgängen zusammenhängen
15.06.2004	Handbuch L1046d_3	vollständige Überarbeitung und erweiterte Beschreibung des Gerätes
23.08.2004	Handbuch L1046d_4	Anpassung an neue Steckerbelegung der Digitalen Ausgänge und Relais-Ausgänge
16.12.2004	Handbuch L1046d_5	<ul style="list-style-type: none"> - neue Emergency Error Code im Kapitel 8.12.1 eingefügt - Indexe 0x6543 und 0x6544 im OD hinzugefügt - Kapitel 9.2 überarbeitet und Unterkapitel eingefügt
21.12.2004	Handbuch L1046d_6	Tabelle 27 um Indexe 0x6530 bis 0x6544 erweitert
19.02.2009	Handbuch L1046d_7	<p>Indexe für Produktionstest ergänzt.</p> <p>Erweiterung der Fehlersignalisierung</p>
26.06.2009	Handbuch L1046d_8	PMW max. Frequenz
08.10.2009	Handbuch L1046d_9	Berechnung der Ausgangsspannung der AO und der analogen Eingänge auf

12.07.2013	Handbuch L1046d_10	interen Verarbeitung von 10,19V statt 10,0V angepasst - Fullscale AO von 10,19V auf 10,35V geändert - Fullscale AI von 10,19V auf 10,107V geändert
18.10.2013	Handbuch L1046d_11	Ergänzung Kapitel Firmware- Update

Index

1000H	40	Empfangsobjekt	31
1003H	34	Enter_Pre_Operational_State....	19
1005H	40	Error Code.....	59
100CH.....	40	Error Led.....	61
100DH	40	Error Register.....	59
1400H	31	Eventtimer.....	33
1800H	31	Fehlermeldung	34
6000	33	Geräteprofile	29
6200	33	Gerätestatus.....	45
Anschlußbelegung	4, 5	Gerätetyp.....	40
Array	30	GuardTime	40
Basisidentifizier	38	Heartbeat.....	35
Baugruppenreset	21	Heartbeat Consumer	36
Berechnungsformel.....	51	Heartbeat Nachricht	36
Bus Off	66	Heartbeat Producer	36
Buslast	31	Identifizier	32
CAN Anschluß	12	Index	30, 33
CAN Identifizier	41	Inhibittime.....	31
CAN Kabel	12	Interrupt Enable	53
CAN-Identifizier.....	20	Interrupt oberer Grenzwert	53
CAN-Nachricht.....	20	Interrupt Quelle.....	52
CiA DSP-401	28	Interrupt Trigger	51
CiA DSP-402.....	28	Interrupt unterer Grenzwert	53
CiA DSP-406.....	28	Knotennummer	10, 20, 37
CiA, CAN in Automation	25	Kommunikationsprofil.....	30
Defstruct	30	Life Guarding.....	22, 35, 66
Deftype	30	LifeTimeFactor	40
Deltafunktion	54	Load-Start	47
Device Profile	29	mandantory	30
DIP-Switch	8	Mapping	33, 40
Domain	30	Minimum Boot-Up	19
Drehcodierschalter	10	Minimum-Device.....	38
Dummy16	34	Multiplexed Domain Protokoll .	31
Emergency	34	Network Management.....	35
Emergency Objekt	34	NMT-Master	35, 37
Emergency Telegramme	58	Node Guarding.....	22, 46

Objektverzeichnis ...	26, 27, 29, 40
OD	26, 29, 40
OPERATIONAL.....	38, 46
PDO.....	31, 33, 40
PDO-Mapping.....	33
Power-On	46, 47, 48
Pre-defined-Error-Field	40
PRE-OPERATIONAL.....	38, 46
Prioritätsgruppe.....	32
Prozeßdatenobjekte	31, 42
PWM-Ausgänge.....	56
Quittungsbetrieb.....	31
Record	30
Remote-Frames	31
Reset_Communication.....	38
RESTART	47
RTR Bit.....	22
Run Led	60
Save-Start.....	47
SDO.....	26, 31, 33, 37, 40
Sperrzeit	31, 32
Start der Baugruppe	19
Start_Remote_Node	19, 38
Statusanzeige	60
Steckverbinder	4
Stop_Remote_Node	38
Subindex.....	32, 33
SYNC	40
SYNC Message	30
Technische Daten	13
transmission type.....	32
Übertragungstypen	32
Var.....	30
Versorgungsspannung.....	17
vordefinierte Identifier.....	37
werkseitigen Grundzustand.....	11
Zustandsdiagramm	39

Dokument: CANopen IO-C12
Dokumentnummer: L-1046d_111, Auflage Oktober 2013

Wie würden Sie dieses Handbuch verbessern?

Haben Sie in diesem Handbuch Fehler entdeckt? Seite

Eingesandt von:

Kundennummer: _____

Name: _____

Firma: _____

Adresse: _____

Einsenden an: SYS TEC electronic GmbH
Am Windrad 2
D-08468 Heinsdorfergrund
GERMANY
Fax : +49 (0) 3765 38600-4100
