



Motion Control

Serie MCLM 300x CF

Kommunikations-/ Funktionshandbuch

DE

CANopen

mit **FAULHABER CAN**

Impressum

Version:
2. Auflage, 12.11.2013

Copyright
by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23/25 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung
der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil
dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in einem
Informationssystem gespeichert oder verarbeitet oder in
anderer Form weiter übertragen werden.

Dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch wurde
mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch
für eventuelle Irrtümer in diesem Kommunikations- und
Funktionshandbuch und deren Folgen keine Haftung.
Ebenso wird keine Haftung für direkte Schäden oder
Folgeschäden übernommen, die sich aus einem unsachge-
mäßigen Gebrauch der Geräte ergeben.

Bei der Anwendung der Geräte sind die einschlägigen
Vorschriften bezüglich Sicherheitstechnik und Funkent-
störung sowie die Vorgaben dieses Kommunikations- und
Funktionshandbuch zu beachten.

Änderungen vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version dieses Kommunikations- und
Funktionshandbuch finden Sie auf der Internetseite von
FAULHABER:
www.faulhaber.com

Übersicht der Dokumente zu FAULHABER Motion Control Antrieben

Dokument	Inhalt
Gerätehandbuch	Geräteeinbau, Installation, Sicherheit, Spezifikation
Kommunikations- und Funktionshandbuch (CANopen)	Erstinbetriebnahme, Funktionsübersicht, Protokollbeschreibung und Parameterbeschreibung.
Bedienungsanleitung Motion Manager	Bedienung der PC-Software „FAULHABER Motion Manager“ zur Konfiguration und Inbetriebnahme
Produktdatenblätter	Technische Betriebs- und Grenzdaten

Wegweiser durch das Dokument

Hinweise zur Erstinbetriebnahme eines FAULHABER Motion Control Systems am PC in der Defaultkonfiguration	
Schnellstart	Seite 9
Übersicht über die im Faulhaber Modus möglichen Betriebsarten	
Betrieb im FAULHABER Modus	Seite 15
Spezifikation des CANopen Kommunikationsprotokolls	
CANopen Protokollbeschreibung	Seite 56
Erweiterte CAN-Funktionen	Seite 69
Übersicht über die unterstützten Antriebsprofile entsprechend CiA 402	
Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402	Seite 71
Detaillierte Beschreibung der Parameter für die implementierten Funktionsblöcke innerhalb des Antriebs	
Inbetriebnahme	Seite 95
Beschreibung aller Parameter und Befehle des Antriebs gegliedert nach Funktionsbereichen	
Parameterbeschreibung	Seite 119

Inhaltsverzeichnis

1	Wichtige Hinweise	7
1.1	In diesem Handbuch verwendete Symbole	7
1.2	Weitere Hinweise	8
2	Schnellstart	9
2.1	Knotennummer und Baudrate einstellen	9
2.2	Betrieb über den FAULHABER Motion Manager	10
2.2.1	CANopen Knoten aktivieren	10
2.2.2	Konfiguration der Antriebe	10
2.2.3	Betrieb über FAULHABER Kommandos	11
2.2.4	Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile	11
2.3	Betrieb über eigene Host-Anwendung	13
2.3.1	CANopen Knoten aktivieren	13
2.3.2	Konfiguration der Antriebe	13
2.3.3	Betrieb über FAULHABER Kommandos	13
2.3.4	Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile	14
3	Betrieb im FAULHABER Modus	15
3.1	Positionsregelung	17
3.1.1	Sollwertvorgabe über CAN/PDO2	17
3.1.2	Analoger Positionier-Modus (APCMOD)	20
3.1.3	Externer Impulsgeber als Positionswert (ENCMOD)	22
3.2	Geschwindigkeitsregelung	25
3.2.1	Geschwindigkeitsvorgabe über CAN/PDO2	26
3.2.2	Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM Signal	28
3.2.3	Externer Impulsgeber als Geschwindigkeitswert (ENCMOD)	30
3.3	Referenzfahrten und Endschalter	33
3.3.1	Endschalteranschlüsse und Schaltpegel	34
3.3.2	Befehle zur Bewegungssteuerung	35
3.3.3	Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter	36
3.4	Erweiterte Betriebsarten	38
3.4.1	Schrittmotorbetrieb	38
3.4.2	Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)	40
3.4.3	Spannungssteller-Modus	42
3.4.4	Stromregelung mit analoger Stromvorgabe	43
3.5	Sonderfunktionen des Fault Ausgangs	45

Inhaltsverzeichnis

3.6	Technische Informationen	47
3.6.1	Rampengenerator	47
3.6.2	Sinuskommutierung	51
3.6.3	Stromregler und I ² t-Strombegrenzung	51
3.6.4	Übertemperatursicherung	53
3.6.5	Unterspannungsüberwachung	53
3.6.6	Überspannungsregelung	53
3.6.7	Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler	53
4	CANopen Protokollbeschreibung	56
4.1	Einführung	56
4.2	PDOs (Prozessdatenobjekte)	58
4.3	SDO (Servicedatenobjekt)	60
4.4	Emergency Object (Fehlermeldung)	62
4.5	SYNC Object	63
4.6	NMT (Netzwerkmanagement)	64
4.7	Einträge im Objektverzeichnis	67
5	Erweiterte CAN-Funktionen	69
5.1	Der FAULHABER Kanal	69
5.2	Trace	69
6	Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402	71
6.1	Device Control	72
6.1.1	Statemachine des Antriebs	72
6.1.2	Auswahl der Betriebsart	76
6.2	Factor Group	77
6.3	Profile Position Mode und Position Control Function	79
6.4	Homing Mode	84
6.5	Profile Velocity Mode	88
6.6	Antriebsparameter/Common Entries	91
6.7	Ein-/Ausgänge	92
6.8	Fehlerbehandlung	94

Inhaltsverzeichnis

7 Inbetriebnahme	95
7.1 Knotennummer und Baudrate	95
7.2 Grundeinstellungen	97
7.3 Konfiguration mit dem Motion Manager	98
7.3.1 Einstellung der Verbindung	99
7.3.2 Motorauswahl	100
7.3.3 Antriebskonfiguration	100
7.3.4 Auswahl der Betriebsart	101
7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus	102
7.4.1 Grundeinstellungen	102
7.4.2 Antriebsparameter	105
7.4.3 Reglereinstellungen	106
7.4.4 I/O Beschaltung und Verwendung	108
7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CiA 402	110
7.5.1 Grundeinstellungen	110
7.5.2 Antriebsparameter	112
7.5.3 Reglereinstellung	113
7.5.4 I/O Beschaltung und Verwendung	115
7.6 Datensatzverwaltung	117
7.7 Diagnose	118
7.7.1 Statusanzeige	118
7.7.2 Trace-Funktion	118
8 Parameterbeschreibung	119
8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301	119
8.2 Herstellerspezifische Objekte	125
8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402	127
8.4 FAULHABER Kommandos	133
8.4.1 Befehle zur Grundeinstellung	134
8.4.2 Abfragebefehle für Grundeinstellungen	138
8.4.3 Sonstige Befehle	140
8.4.4 Befehle zur Bewegungssteuerung	141
8.4.5 Allgemeine Abfragebefehle	142
8.4.6 Befehlsübersicht	143

1 Wichtige Hinweise

1.1 In diesem Handbuch verwendete Symbole

WARNUNG!



Warnung!

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Warnung!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine Körperverletzung zur Folge haben kann.

- ▶ *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Maßnahme hin, um die drohende Gefährdung abzuwenden.*

VORSICHT!



Vorsicht!

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorsicht!“ weist auf eine drohende Gefährdung hin, die eine leichte Körperverletzung oder Sachschaden zur Folge haben kann.

- ▶ *Dieser Pfeil weist Sie auf die entsprechende Vorsichtsmaßnahme hin.*

VORSCHRIFT!



Vorschriften und Richtlinien

Dieses Piktogramm mit dem Hinweis „Vorschrift“ weist auf eine gesetzliche Vorschrift oder Richtlinie hin, die im jeweiligen Textzusammenhang beachtet werden muss.

HINWEIS



Hinweis

Dieses Piktogramm „Hinweis“ gibt Ihnen Tipps und Empfehlungen zur Verwendung und Handhabung des Bauteils.

1 Wichtige Hinweise

1.2 Weitere Hinweise

WARNUNG!



Verletzungsgefahr

Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann bei Installation und Betrieb zur Zerstörung des Gerätes und zu Verletzungsgefahr des Bedienpersonals führen.

- ▶ *Bitte lesen Sie zur Installation des Antriebs das Gerätehandbuch Ihres Antriebs vollständig durch.*
- ▶ *Bewahren Sie dieses Kommunikations- und Funktionshandbuch für den späteren Gebrauch auf.*

HINWEIS



Arbeiten Sie immer mit der aktuellen Version des FAULHABER Motion Managers.

Sie finden die jeweils aktuelle Version zum Download unter www.faulhaber.com/Motion Manager.

HINWEIS



Die Angaben in dieser Bedienungsanleitung beziehen sich auf die Standardausführung der Antriebe.

Eventuelle Abweichungen der Angaben durch eine kundenspezifische Motoren-Modifikation entnehmen Sie bitte dem gegebenenfalls vorhandenen Beilageblatt.

HINWEIS



Motion Controller mit CANopen Schnittstelle sind als Slaves in einer CANopen Umgebung ausgelegt und benötigen zum Betrieb immer die Verbindung mit einem CANopen Master.

2 Schnellstart

Für einen einfachen Einstieg sind in diesem Kapitel die ersten Schritte zur Inbetriebnahme und Bedienung der FAULHABER Motion Controller mit CANopen-Schnittstelle aufgezeigt. Die ausführliche Dokumentation ist aber in jedem Fall zu lesen und zu berücksichtigen, insbesondere das [Kapitel 7.2 „Grundeinstellungen“](#)!

2.1 Knotennummer und Baudrate einstellen

Die Einheiten werden standardmäßig ohne gültige Knotenadresse (Node-ID = 0xFF) und mit eingestellter automatischer Baudratenerkennung ausgeliefert.

Zur Einstellung von Baudrate und Knotenadresse ist zuallererst die Einheit über CAN an ein entsprechendes Konfigurations-Tool, welches das LSS-Protokoll nach CiA DSP305 unterstützt, anzuschließen.

HINWEIS



Dazu kann auch der FAULHABER Motion Manager verwendet werden, der auf einem PC mit unterstütztem CAN-Interface installiert ist. Über das LSS-kompatible Konfigurations-Tool kann entweder im Global-Modus, wenn nur ein Antrieb angeschlossen ist, oder im Selective-Modus über die Serien-Nummer, wenn ein Antrieb im Netzwerk konfiguriert werden soll, die Knotenadresse und die Baudrate eingestellt werden (siehe [Kapitel 7.1 „Knotennummer und Baudrate“](#)).

Wird der FAULHABER Motion Manager als Konfigurations-Tool verwendet, gehen Sie folgendermaßen vor:

Zur Inbetriebnahme mit der Defaultkonfiguration sind folgende Schritte notwendig:

1. Antriebseinheit an eine Spannungsquelle (24V) anschließen. Zur Belegung der Anschlussleitung und zum Betriebsspannungsbereich des Antriebes siehe Kapitel 3 „Installation“ im Gerätehandbuch.
2. Antriebseinheit an die CAN-Schnittstelle des PCs anschließen und einschalten bzw. PC mit dem CAN-Netzwerk verbinden.
3. FAULHABER Motion Manager starten.
4. CAN-Schnittstelle als Kommunikationsschnittstelle aktivieren und konfigurieren über den Menüpunkt „Terminal – Verbindungen...“ oder über den Verbindungsassistenten.
5. Menüpunkt „CAN - LSS (DSP305)...“ auswählen.
6. Konfigurationsmodus auswählen:
 - a. Einzelnen Antrieb global konfigurieren (LSS Switch Mode Global), falls nur ein LSS-Knoten angeschlossen ist, und Sie keine weiteren Daten eingeben wollen.
 - b. Angegebenen Knoten selektiv konfigurieren (LSS Switch Mode Selective), falls ein Knoten im Netzwerk konfiguriert werden soll. Wurde der Knoten im Node-Explorer noch nicht gefunden, ist hier die Serien-Nummer des zu konfigurierenden Antriebs-Knotens einzugeben, andernfalls sind die Datenfelder bereits richtig vorbelegt.
7. Im nächsten Dialog die gewünschte Übertragungsrate oder „Auto“ auswählen und die gewünschte Knotennummer eingeben.
8. Button „Senden“ betätigen.
9. Die Einstellungen werden übertragen und dauerhaft im Controller gespeichert. Der Motion Manager ruft danach erneut die Scan-Funktion auf und der Knoten sollte nun im Node-Explorer mit der richtigen Knotennummer angezeigt werden. Nach erneutem Aus- und Einschalten arbeitet der Antrieb nun mit der eingestellten Konfiguration.

2 Schnellstart

2.2 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

Der FAULHABER Motion Manager bietet einen einfachen Zugriff auf die CANopen-Zustandsmaschinen über Menüeinträge, die entweder über das Kontextmenü des Node-Explorers (rechte Maustaste) oder über das Menü „CAN“ aufgerufen werden können. Der gewünschte Knoten muss zuvor durch Doppelklick im Node-Explorer aktiviert worden sein. In der Statuszeile am unteren Rand des Motion Manager Fensters werden immer die aktuellen Zustände angezeigt.

Weitergehende Informationen zur Zustandsmaschine eines CANopen Knotens finden Sie im [Kapitel 4 „CANopen Protokollbeschreibung“](#).

HINWEIS



Die weiter unten beschriebenen FAULHABER Kommandos können direkt in die Befehlseingabezeile eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden. Nach dem Senden des Kommandos wird ein Befehlsinterpreter durchlaufen, der den Befehl in ein entsprechendes CAN-Telegramm auf PDO2 umwandelt.

2.2.1 CANopen Knoten aktivieren

Um einen Motor über den Motion Manager anzutreiben, muss nun folgendermaßen vorgegangen werden (gültige Knotennummer und übereinstimmende Baudrate vorausgesetzt):

1. Netzwerkknoten starten.

Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „CANopen Netzwerkmanagement (NMT) – Start Remote Node“ anwählen.

Der Knoten befindet sich danach im Zustand „Operational“, FAULHABER Kommandos sind nun verfügbar!

2. Antriebsfunktionen konfigurieren:

Dafür steht unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen...“ ein komfortabler Dialog zur Verfügung, über den die gewünschten Einstellungen vorgenommen werden können.

2.2.2 Konfiguration der Antriebe

VORSICHT!



Grundeinstellungen prüfen

Falsche Werte in den Einstellungen der Motion Controller können zu Schäden am Controller und/oder Antrieb führen.

Motion Controller mit extern angeschlossenem Motor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden. Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht im Motion Manager der Motorassistent zur Verfügung.

Weitere Einstellungen, z. B. zur Funktion des Fault Ausgangs, können unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen“ über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe [Kapitel 7.3 „Konfiguration mit dem Motion Manager“](#)). Der Konfigurationsdialog steht auch als Direktzugriff in der Assistentenleiste des Motion Managers zur Verfügung (Konfigurationsassistent).

Je nachdem, ob Sie den Antrieb über die Standard CANopen-Objekte oder über die FAULHABER Befehle bedienen wollen, gehen Sie in den gewünschten Modus (Modes of Operation/OPMOD 1, 3, 6 oder -1).

2 Schnellstart

2.2 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

2.2.3 Betrieb über FAULHABER Kommandos

3. Antrieb aktivieren:

Befehl „EN“.

Eingabe in Befehlseingabefeld und Button „Senden“ betätigen oder Auswahl aus Menü „Befehle – Bewegungssteuerung“ den Button „Antrieb aktivieren (EN)“ auswählen bzw. die entsprechende Schaltfläche betätigen.

4. Antrieb betreiben (Beispiele):

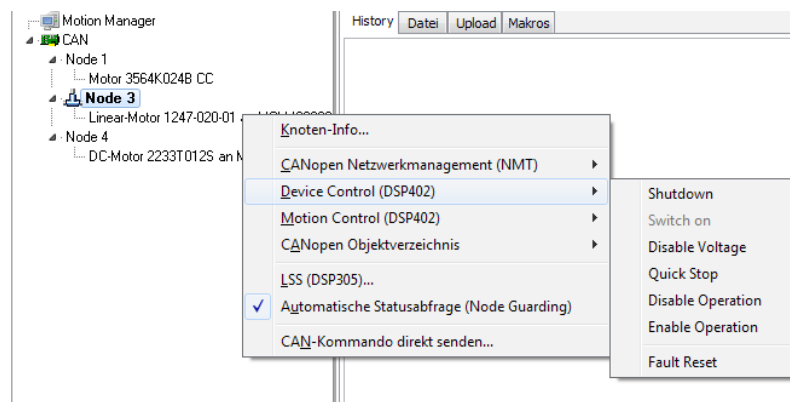
- Motor mit einer Positioniergeschwindigkeit von 100 mm/s relativ um 10 000 Inkremente verfahren:

Befehl „SP100“ zum Einstellen der Positioniergeschwindigkeit, Befehl „LR10000“ zum Laden der relativen Sollposition, Befehl „M“, um geladene Sollposition anzufahren.

2.2.4 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile

3. Antrieb aktivieren über die CiA 402 Zustandsmaschine:

Ein Antrieb nach CiA 402 muss nach einer festgelegten Schrittfolge aktiviert werden. Die nötigen Kommandos stehen im Kontextmenü des Antriebsknotens direkt zur Verfügung:



- Einschaltvorbereitung (Shutdown)
Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) – Shutdown“ anwählen.
- Endstufe einschalten (Switch On)
Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) – Switch On“ anwählen.
- Betrieb freischalten (Enable Operation)
Über das Kontextmenü im Node-Explorer oder über das Menü „CAN“ den Eintrag „Device Control (DSP402) - Enable Operation“ anwählen.

HINWEIS



Alternativ kann auch einfach der grüne Button „Endstufe einschalten“ oder F5 gedrückt werden, um diese Schritte auf einmal auszuführen.

2 Schnellstart

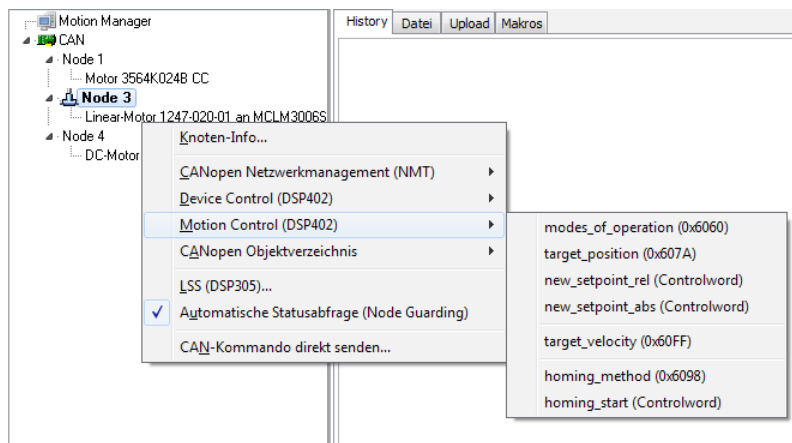
2.2 Betrieb über den FAULHABER Motion Manager

4. Motor antreiben (Beispiel):

Motor relativ um 1 000 Inkremente verfahren:

Profile Position Mode einstellen:

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DSP402) - modes_of_operation (6060h)“ auswählen.
- Wert 1 für „Profile Position Mode“ in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
- „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.



Sollposition (Target Position) auf den Wert 1 000 setzen (Objekt 0x607A):

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DS402) - target_position (607Ah)“ auswählen
- Wert 1 000 für die Sollposition in die Dialogbox eintragen → der nötige Befehl wird direkt in das Kommandofeld des Motion Managers eingetragen.
- „Senden“-Button neben dem Kommandofeld betätigen.

Sollposition anfahren: „New set-point“ und „rel“ in Controlword setzen:

- Im Kontextmenü des Node-Explorers oder im Menü „CAN“ den Eintrag „Motion Control (DS402) - new_setpoint_rel (PDO1)“ auswählen.

2 Schnellstart

2.3 Betrieb über eigene Host-Anwendung

2.3.1 CANopen Knoten aktivieren

Über das Broadcast-Kommando „Start Remote Node“ mit der CAN ID 0 wird entweder ein einzelner Knoten oder das gesamte Netzwerk gestartet und in den Zustand „Operational“ gesetzt:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
ID 0x000	01	00

Das erste Datenbyte enthält das Start-Kommando „Start Remote Node“, das zweite Datenbyte die Knotenadresse oder 0 für das gesamte Netzwerk.

Nachdem der Knoten gestartet wurde, sind alle Funktionen ansprechbar. Über die Device Control Funktionen nach CiA DSP402 oder über die FAULHABER Telegramme auf PDO2 kann der Antrieb nun aktiviert und betrieben werden.

Die Identifier der einzelnen Objekte sind entsprechend dem Predefined Connection Set vergeben und von der Knotennummer abhängig (siehe [Kapitel 4.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)). Hier die wichtigsten Objekte:

Befehl	CAN ID	Beschreibung
TxPDO1	0x180 + Node ID	Statuswort des Antriebs empfangen
RxPDO1	0x200 + Node ID	Controlword an den Antriebe übertragen
TxPDO2	0x280 + Node ID	FAULHABER Daten vom Antrieb empfangen
RxPDO2	0x300 + Node ID	FAULHABER Kommando an den Antrieb übertragen
TxSDO1	0x580 + Node ID	Eintrag des Objektverzeichnisses lesen
RxSDO1	0x600 + Node ID	Eintrag des Objektverzeichnisses schreiben

Im Auslieferungszustand befinden sich die Antriebe nach dem Einschalten im Betriebsmodus Modes of operation = 1 (Profile Position Mode). In dieser Betriebsart erfolgt die Antriebssteuerung über die Device Control Zustandsmaschine, die über das Controlword (Objekt 0x6040 oder RxPDO1) bedient und über das Statuswort (Objekt 0x6041 oder TxPDO1) abgefragt wird.

2.3.2 Konfiguration der Antriebe

Die Konfiguration des Antriebs kann sowohl mittels SDO-Transfer über die Objekte des Objektverzeichnisses vorgenommen werden als auch über PDO2 mit den Befehlen des FAULHABER Kanals.

HINWEIS



Es sind nicht alle Konfigurationsmöglichkeiten über das Objektverzeichnis zugänglich. Erweiterte Betriebsarten sind nur über den FAULHABER Kanal verfügbar (siehe [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#)).

Es wird empfohlen für die Grundeinstellungen den FAULHABER Motion Manager zu verwenden (siehe [Kapitel 7.2 „Grundeinstellungen“](#)).

2.3.3 Betrieb über FAULHABER Kommandos

Der Antrieb kann auch ohne tiefere CANopen-Kenntnisse, wie Device Control, SDO-Protokoll und Objektverzeichnis in seinem vollen Leistungsumfang bedient werden. Der FAULHABER Kanal auf PDO2 stellt dafür eine einfache Möglichkeit zur Verfügung alle unterstützten Befehle auszuführen.

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768d) + Node-ID	Kommando	LLB	LHB	HLB	HHB

Für die Antriebssteuerung über den FAULHABER Kanal muss zuvor in den Betriebsmodus Modes of operation = -1 gewechselt werden:

2 Schnellstart

2.3 Betrieb über eigene Host-Anwendung

Beispiel:

- Knoten 3 starten über das CANopen Netzwerkmanagement (NMT):
ID 000: 01 03 (Start Remote Node 3)
- In FAULHABER Modus wechseln über RxPDO2:
ID 303: FD FF FF FF FF (OPMOD-1)
- Endstufe einschalten über FAULHABER Kommando auf RxPDO2:
ID 303: 0F 00 00 00 00 (EN)
- Antrieb relativ um 1 000 Inkremente verfahren über FAULHABER Kommando auf RxPDO2:
ID 303: B6 E8 03 00 00 (LR1000)
ID 303: 3C 00 00 00 00 (M)

HINWEIS



Im [Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“](#) sind alle verfügbaren Befehle aufgeführt.

2.3.4 Betrieb in einem der CANopen CiA 402 Antriebsprofile

Ein Antrieb nach CiA 402 muss nach einer festgelegten Schrittfolge aktiviert werden (siehe [Kapitel 6.1 „Device Control“](#)). Der Schreibzugriff auf das Controlword kann über das Objektverzeichnis an Adresse 0x6040 oder über das RxPDO1 erfolgen: .

1. Shutdown:

Controlword = 0x00 06

2. Switch on:

Controlword = 0x00 07

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden.

3. Enable Operation:

Controlword = 0x00 0F

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann (siehe [Kapitel 6.1 „Device Control“](#) und [Kapitel 6.2 „Factor Group“](#)).

4. Motor antreiben (Beispiel):

Motor relativ um 1 000 Inkremente verfahren:

Modes of Operation (Objekt 0x6060): 1 (Profile Position Mode) per SDO Zugriff einstellen.

Target Position (Objekt 0x607A): 1 000

Controlword = 0x00 7F (New set-point, Change set immediately, rel)

3 Betrieb im FAULHABER Modus

Wegweiser

Positionsregelung	Seite 17
Geschwindigkeitsregelung	Seite 25
Referenzfahrten und Endschalter	Seite 33
Erweiterte Betriebsarten	Seite 38
Sonderfunktionen des Fault Ausgangs	Seite 45
Technische Informationen	Seite 47

Die Motion Controller können für unterschiedliche Betriebsarten konfiguriert werden. Standardmäßig wird die Antriebseinheit als Servomotor im „Profile Position Mode“ nach CiA DSP402 ausgeliefert.

Für den Betrieb über den FAULHABER Kanal muss Modes of Operation bzw. OPMODE auf -1 eingestellt sein.

Eine Umkonfiguration des Antriebs kann über die entsprechenden FAULHABER Kommandos durchgeführt werden. Sollen die Einstellungen dauerhaft gespeichert werden, so ist im Anschluss an die Konfiguration das Kommando SAVE auszuführen, was die aktuellen Einstellungen in den Flash-Datenspeicher übernimmt, von wo aus sie nach dem nächsten Einschalten wieder geladen werden. Alternativ kann auch das Kommando EEPSAV ausgeführt werden. Beide Befehle sind identisch, daher wird im Folgenden nur noch SAVE verwendet.

HINWEIS



Voraussetzung für den Betrieb des Antriebs in einer der hier aufgeführten Betriebsarten ist, dass sich das Gerät im NMT-Zustand „Operational“ befindet, und dass die Endstufe aktiviert ist („Switched On“ bzw. Befehl „EN“). Alle weiter unten aufgeführten Befehle und Objekte werden im [Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“](#) nochmals zusammengefasst und erläutert. Angegeben sind für jede Betriebsart die FAULHABER Befehle, die als CAN-Telegramme auf PDO2 übertragen werden.

Der FAULHABER Motion Manager bietet eine einfache Möglichkeit zum Einstellen der Konfigurationsparameter und Betriebsarten über entsprechende Dialogfenster. Die angegebenen Befehle können im Klartext eingegeben oder aus dem Befehle-Menü ausgewählt werden. Die CANopen-Zustandsmaschinen können bequem über Menüauswahl bedient werden. Die aktuellen Zustände werden dabei automatisch in der Statuszeile angezeigt.

Die in diesem Kapitel angegebenen Befehlstabellen enthalten die Syntax zur direkten Eingabe im Motion Manager. Die kompletten Befehlstelegramme sind in [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#) beschrieben.

HINWEIS



Beachten Sie bitte, dass die FAULHABER Befehle nur im Zustand „Operational“ empfangen werden können (Motion Manager Menü „CAN“ – „Netzwerkmanagement (NMT)“ – „Start Remote Node“).

3 Betrieb im FAULHABER Modus

Übersicht über die Betriebsarten im FAULHABER Modus und die FAULHABER Kommandos zum Wechsel der Betriebsart

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	0 – 4	Source For Velocity	Quelle für Geschwindigkeitsvorgabe 0: CAN Schnittstelle (Default) 1: Spannung am Analogeingang 2: PWM-Signal am Analogeingang 3: Stromsollwert über Analogeingang 4: Stromsollwert über Analogeingang mit Vorgabe der Bewegungsrichtung über die Eingangspolarität
CONTMOD	-	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten
STEPMOD	-	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor Modus
APCMOD	-	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung
ENCMOD	-	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	-	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus
ENCSPPEED	-	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus
GEARMOD	-	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	-	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Wegweiser

Positionierbetrieb mit Sollwertvorgabe über CAN

Sollwertvorgabe über CAN/PDO2 Seite 17

Positionierbetrieb mit Sollwertvorgabe über den Analogeingang

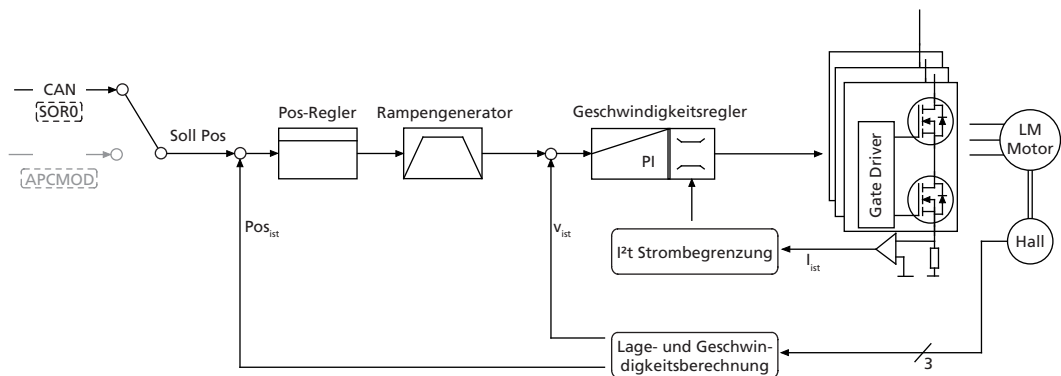
Analoger Positionier-Modus (APCMOD) Seite 20

Positionierbetrieb mit externem Impulsgeber als Istwert

Externer Impulsgeber als Positionswert (ENCMOD) Seite 22

3.1.1 Sollwertvorgabe über CAN/PDO2

Reglerstruktur bei Sollwertvorgabe über CAN/PDO2



In dieser Betriebsart können Sollpositionen über die FAULHABER Befehle über PDO2 vorgegeben werden:

Grundeinstellungen

Betriebsart CONTMOD und SOR0.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden. Für den Positionregler kann die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PP	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglungsverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
PD	Wert	Load Position Differential Term	Lageregler D-Anteil laden. Wert: 1 ... 255
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $+1,8 \cdot 10^9$
APL	0-1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen, bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.2 „Geschwindigkeitsregelung“](#)).

Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Positionierung wird über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt. Eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung finden Sie im [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	-	Enable Drive	Antrieb aktivieren
DI	-	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
LA	Wert	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $1,8 \cdot 10^9$
LR	Wert	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den unten angegebenen Werten liegen. Wert: $-2,14 \cdot 10^9$ und $2,14 \cdot 10^9$
M	-	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten
HO	-/Wert	Define Home-Position	Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen. Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $+1,8 \cdot 10^9$

Beispiel:

- Sollposition laden: **LA40000**
- Positionierung starten: **M**

Das Erreichen der Zielposition wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Positionsauflösung

Der Parameter TM repräsentiert den magnetischen Polabstand (τ_m) des Linearmotors. Bei Verwendung der linearen Hallensensoren der Motoren als Lagegeber werden 3 000 Impulse pro magnetischem Polabstand (τ_m) geliefert.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximalgeschwindigkeit, Beschleunigung, Endposition), während der Positionierung, können komplexere Bewegungsprofile erzeugt werden. Nach einer Werteänderung muss lediglich ein neuer Motion-Start-Befehl (M) ausgeführt werden.

Weitere Angaben zu zusammengesetzten Bewegungsprofilen finden Sie im [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#).

Digitales Signal Zielposition

Der Eintritt in den Zielkorridor kann über den Fault Ausgang in der Funktion POSOUT als digitales Ausgangssignal angezeigt werden. Das Signal wird erst nach einem weiteren Motion Startbefehl (M) zurückgesetzt.

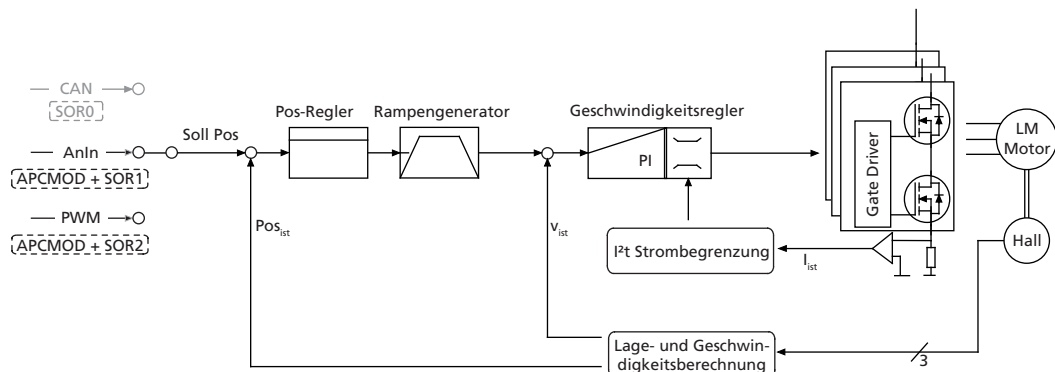
Hinweise zur Konfiguration siehe [Kapitel 3.5 „Sonderfunktionen des Fault Ausgangs“](#).

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

3.1.2 Analoger Positionier-Modus (APCMOD)

Reglerstruktur bei Sollwertvorgabe über eine analoge Spannung



In dieser Betriebsart kann die Sollposition über eine analoge Spannung am Eingang AnIn vorgegeben werden.

Grundeinstellungen

Betriebsart APCMOD und SOR1 oder SOR2.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden.

Für den Positionsregler kann die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

Über den Befehl LL kann die Maximalposition vorgewählt werden, die bei einer Spannung von 10 V angefahren werden soll. Bei -10 V positioniert der Antrieb in die entgegengesetzte Richtung, bis zur eingestellten negativen Bereichsgrenze.

Unabhängig vom vorgegebenen LL-Wert wird die Maximalposition im APCMOD auf 3 000 000 begrenzt.

Bemerkung: Die Auflösung des Analogeingangs ist auf 12 Bit (4 096 Schritte) beschränkt.

Die Bewegungsrichtung kann mit den Befehlen ADL und ADR vordefiniert werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PP	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglungsverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
PD	Wert	Load Position Differential Term	Lagereglere D-Anteil laden. Wert: 1 ... 255
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 gesetzt ist. Wert: -3 000 000 ... 3 000 000 im APCMOD
ADL	-	Analog Direction Left	Der Antrieb bewegt sich bei positivem Sollwert nach links.
ADR	-	Analog Direction Right	Der Antrieb bewegt sich bei positivem Sollwert nach rechts.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen, bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.2 „Geschwindigkeitsregelung“](#)).

Positionierung über Pulsweitsignal (PWM) am Analogeingang (SOR2)

Wird im APCMOD auf SOR2 gestellt, so kann das Tastverhältnis eines PWM-Signals als Positions-Sollwert verwendet werden.

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis > 50% → positive Solllage
- Tastverhältnis = 50% → Solllage = 0
- Tastverhältnis < 50% → negative Solllage

Absolutpositionierungen innerhalb eines magnetischen Polabstands:

Bei Motion Control Systemen wird die Initialposition nach dem Einschalten innerhalb eines Polabstands absolut initialisiert (–1 500 ... 1 500 entspricht dem Abstand der magnetischen Pole). Das heißt, auch wenn die Stromversorgung getrennt wird, liefert die Lagebestimmung nach dem Wiedereinschalten den korrekten Positionswert (falls der Läuferstab nur innerhalb eines magnetischen Polabstands verschoben wurde).

Mit den folgenden Befehlen kann erreicht werden, dass der Antrieb im Spannungsbereich 0 V ... 10 V genau innerhalb eines magnetischen Polabstands positioniert und auch nach dem Abschalten der Versorgung ohne Referenzfahrt wieder auf die korrekte Position fährt.

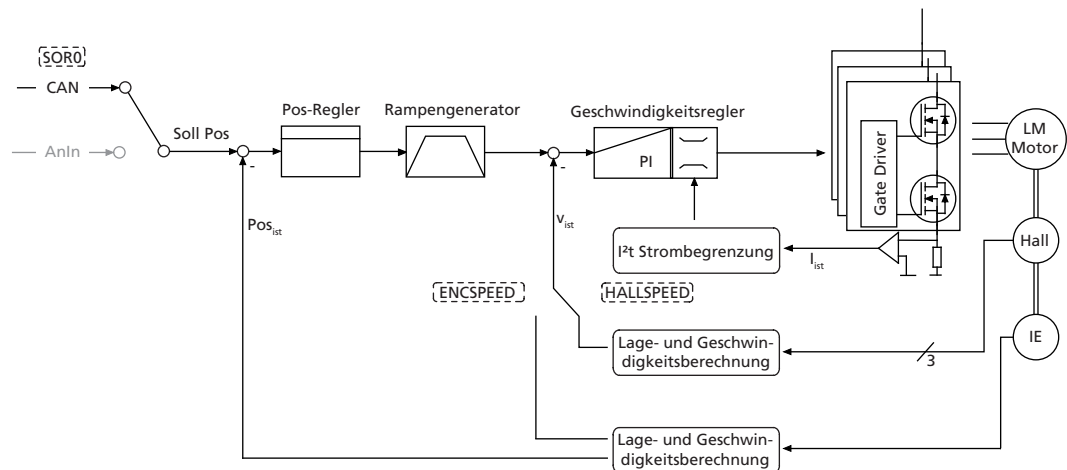
- Auf Analog-Positionierung umschalten: **APCMOD**
- Negativen Bereich ausblenden: **LL-1**
- 0 V ... 10 V an AnIn auf einen magnetischen Polabstand begrenzen: **LL3000**

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

3.1.3 Externer Impulsgeber als Positionswert (ENCMOD)

Reglerstruktur bei Verwendung eines externen Impulsgebers als Istwertgeber



Für hochgenaue Anwendungen können die Istwerte der LM-Motoren von einem externen Impulsgeber abgeleitet werden.

- Je nach Anwendung kann die Geschwindigkeit vom Impulsgeber oder von den Hallsensoren abgeleitet werden.
- Der externe Impulsgeber kann direkt mit dem Läuferstab befestigt sein, besonders interessant ist aber ein Impulsgeber der am Abtrieb der Anwendung (z. B. Glasmaßstab) befestigt ist. Dadurch kann die hohe Genauigkeit direkt am Abtrieb eingestellt werden.
- Die Kommutierung geschieht weiterhin über die analogen Hallsensoren.

Grundeinstellungen

Betriebsart ENCMOD und SOR0.

Die Positionierbereichsgrenzen können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden.

Für den Positionsregler kann die Proportionalverstärkung PP und ein differentieller Anteil PD eingestellt werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
PP	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglervverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
PD	Wert	Load Position Differential Term	Lagereglere D-Anteil laden. Wert: 1 ... 255
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $+1,8 \cdot 10^9$
APL	0 - 1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Einstellungen für externen Encoder

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ENCMOD	-	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt).
ENCSPPEED	-	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder-Modus
HALLSPEED	-	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder-Modus
ENCRES	Wert	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden (4-fach Imp/mm). Wert: 8 bis 65 535

Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.2 „Geschwindigkeitsregelung“](#) und [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Positionierung wird im ENCMOD ebenso wie im CONTMOD über die FAULHABER Befehle zur Bewegungssteuerung ausgeführt. Eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung finden Sie im [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	-	Enable Drive	Antrieb aktivieren
DI	-	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
LA	Wert	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $1,8 \cdot 10^9$
LR	Wert	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Die resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen den unten angegebenen Werten liegen. Wert: $-2,14 \cdot 10^9$ und $2,14 \cdot 10^9$
M	-	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten
HO	-/Wert	Define Home-Position	Ohne Argument: Istposition auf 0 setzen. Mit Argument: Istposition auf angegebenen Wert setzen. Wert: $-1,8 \cdot 10^9$... $+1,8 \cdot 10^9$

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.1 Positionsregelung

Beispiel:

- Sollposition laden: **LA1000**
- Positionierung starten: **M**

Das Erreichen der Zielposition wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Positionsauflösung

Im ENCMOD ist die Auflösung der Positionswerte von der Auflösung des Impulsgebers abhängig.

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximalgeschwindigkeit, Beschleunigung, Endposition), während der Positionierung, können komplexere Bewegungsprofile erzeugt werden. Nach einer Werteänderung muss lediglich ein neuer Motion-Start-Befehl (M) ausgeführt werden.

Weitere Angaben zu zusammengesetzten Bewegungsprofilen finden Sie im [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#).

Digitales Signal Zielposition

Der Eintritt in den Zielkorridor kann über den Fault Ausgang in der Funktion POSOUT als digitales Ausgangssignal angezeigt werden. Das Signal wird erst nach einem weiteren Motion Startbefehl (M) zurückgesetzt.

Hinweise zur Konfiguration siehe [Kapitel 3.5 „Sonderfunktionen des Fault Ausgangs“](#).

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

Wegweiser

Geschwindigkeitsreglerbetrieb mit Sollwertvorgabe über CAN

Geschwindigkeitsvorgabe über CAN/PDO2 Seite 26

Geschwindigkeitsreglerbetrieb mit Sollwertvorgabe über den Analogeingang

Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM Signal Seite 28

Geschwindigkeitsreglerbetrieb mit externem Impulsgeber als Istwert

Externer Impulsgeber als Geschwindigkeitswert (ENCMOD) Seite 30

In der Betriebsart Geschwindigkeitsregelung wird die Geschwindigkeit des Antriebs über einen PI-Regler geregelt. Sofern der Antrieb nicht überlastet ist, folgt der Antrieb der Vorgabe ohne Abweichung.

Für LM-Motoren kann die aktuelle Geschwindigkeit sowohl aus den Hallsignalen als auch über einen zusätzlichen Encoder erfasst werden.

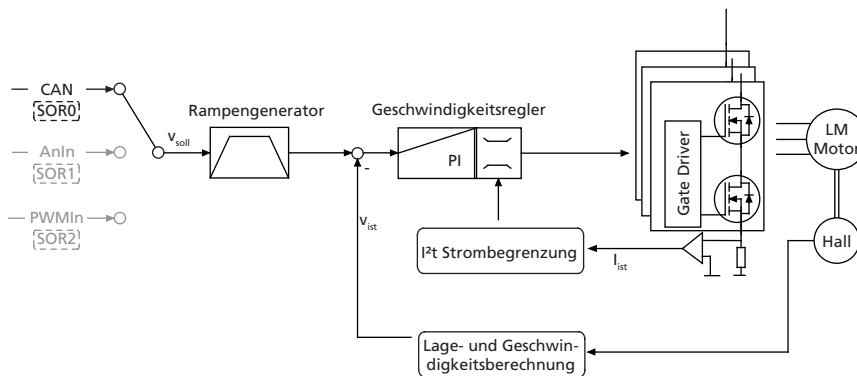
Die Geschwindigkeitsvorgabe kann über die CAN Schnittstelle (PDO2), über eine analoge Spannungsvorgabe oder über ein PWM Signal erfolgen.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

3.2.1 Geschwindigkeitsvorgabe über CAN/PDO2

Reglerstruktur für die Geschwindigkeitsregelung



In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über FAULHABER Kommandos auf PDO2 betrieben werden. Bei LM-Motoren wird die Geschwindigkeit über die analogen Hallensensoren erfasst.

Grundeinstellungen

Betriebsart CONTMOD und SOR0.

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I und die Abtastzeit angepasst werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
POR	Wert	Load Velocity Proportional Term	Geschwindigkeitsverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
I	Wert	Load Velocity Integral Term	Geschwindigkeitsreglerintegralanteil laden. Wert: 1 ... 255
SR	Wert	Load Sampling Rate	Abtastzeit des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches der Grundabtastzeit laden. Wert: 1 ... 20

Geschwindigkeitseingang

Bei LM-Motoren wird die aktuelle Geschwindigkeit im CONTMOD über die Auswertung der Hallensensorsignale bestimmt, die 3 000 Impulse pro magnetischem Polabstand liefern.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl LL kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl APL1 aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

Befehle zur Bewegungssteuerung

Eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung finden Sie im [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	-	Enable Drive	Antrieb aktivieren
DI	-	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
V	Wert	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen. Einheit: mm/s Wert: -10 000 ... 10 000

Beispiel:

- Motor antreiben mit 100 mm/s: $v100$
Um die Richtung zu wechseln, übergeben Sie einfach einen negativen Geschwindigkeitswert (z. B. $v-100$).
- Motor stoppen: $v0$

HINWEIS



Prüfen Sie außerdem, ob nicht die Maximalgeschwindigkeit SP kleiner als die gewünschte Sollgeschwindigkeit eingestellt ist.

Bedingt durch den kurzen Hub muss die Geschwindigkeitsregelung mit großer Vorsicht verwendet werden, da die Mechanik durch zu hohe Geschwindigkeitsvorgaben beschädigt werden kann. Die Positionierungsgrenzen müssen mit dem Befehl APL1 (Standardeinstellung) festgelegt werden.

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Das Erreichen der Zielgeschwindigkeit wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$
APL	0 - 1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

3.2.2 Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM Signal

In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM Signal betrieben werden.

Grundeinstellungen

Betriebsart CONTMOD und SOR1 oder SOR2.

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR, I und die Abtastrate angepasst werden. Zusätzlich stehen Befehle zur Konfiguration der analogen Geschwindigkeitsvorgabe zur Verfügung.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SP	Wert	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden (hier: Geschwindigkeitsvorgabewert bei 10 V). Einstellung gilt für alle Modi (außer VOLTMOD). Einheit: mm/s Wert: 0 ... 10 000
MV	Wert	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Geschwindigkeit. Einheit: mm/s Wert: 0 ... 10 000
MAV	Wert	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung. Einheit: mV Wert: 0 ... 10 000
ADL	-	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksbewegung des Läuferstabs.
ADR	-	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsbewegung des Läuferstabs.
DIRIN	-	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang verwenden. Low: ... Linksbewegung (entsprechend ADL-Befehl) High: ... Rechtsbewegung (entsprechend ADR-Befehl)
POR	Wert	Load Velocity Proportional Term	Geschwindigkeitsverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
I	Wert	Load Velocity Integral Term	Geschwindigkeitsreglerintervalanteil laden. Wert: 1 ... 255
SR	Wert	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches der Grundabtastzeit laden. Wert: 1 ... 20

Geschwindigkeitseingang

Bei LM-Motoren wird die aktuelle Geschwindigkeit per Default über die Auswertung der Hallensensorsignale bestimmt. Bei analoger Geschwindigkeitsvorgabe kann bei Motoren kein zusätzlicher Inkrementalencoder angeschlossen werden

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

Sollwerteingang

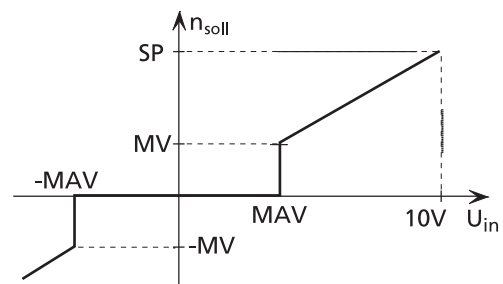
Beispiel:

Der Antrieb soll sich erst bei Spannungen über 100 mV oder unter -100 mV am Analogeingang in Bewegung setzen:

- MAV100

Vorteil:

Da 0 mV am Analogeingang üblicherweise schwer einstellbar ist, kann auch 0 mm/s nicht gut umgesetzt werden. Das Totband, das durch die minimale Startspannung entsteht, verhindert ein Anlaufen des Motors bei kleinen Störspannungen.



Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl LL kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl APL1 aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

Sollwertvorgabe über Pulsweitesignal (PWM) am Analogeingang (SOR2)

Wird im CONTMOD auf SOR2 gestellt, so kann das Tastverhältnis eines PWM-Signals als Geschwindigkeitssollwert verwendet werden.

Im Auslieferungszustand bedeuten:

- Tastverhältnis > 50% → $v > 0$
- Tastverhältnis = 50% → $v = 0$
- Tastverhältnis < 50% → $v < 0$

Die Befehle SP, MV, MAV, ADL und ADR sind hier ebenfalls anwendbar.

Eingangsschaltung

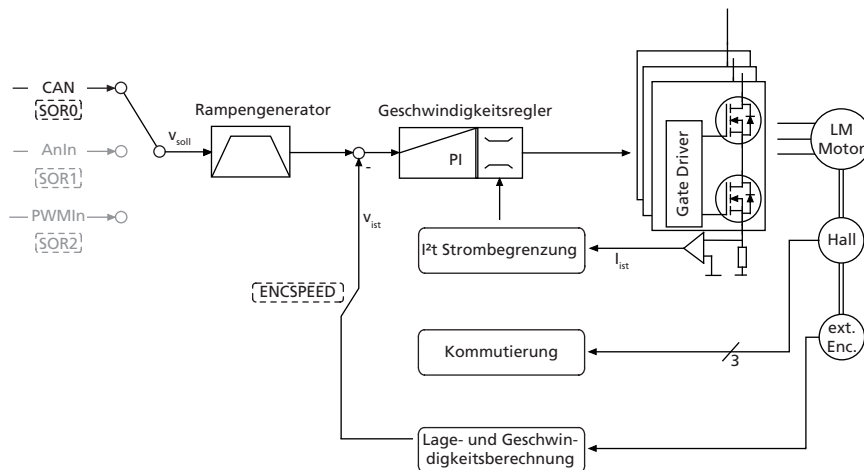
Die Eingangsschaltung am Analogeingang ist als Differenzverstärker ausgeführt. Ist der Analogeingang offen, kann sich eine undefinierte Geschwindigkeit einstellen. Der Eingang muss niederohmig mit AGND verbunden werden bzw. auf den Spannungspegel des AGND gesetzt werden, um 0 mm/s zu erzeugen. Beschaltungsbeispiel siehe [Kapitel 3.4 im Gerätehandbuch](#).

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

3.2.3 Externer Impulsgeber als Geschwindigkeitsistwert (ENCMOD)

Geschwindigkeitsregelung mit externem Encoder als Istwert



In dieser Betriebsart kann der Antrieb geschwindigkeitsgeregelt mit Sollwertvorgabe über FAULHABER Befehle auf PDO2 betrieben werden. Die Geschwindigkeit wird über einen zusätzlichen externen oder am Motor angebaute Geber ausgewertet. Damit besteht insbesondere die Möglichkeit gezielt eine Lastgeschwindigkeit über einen Inkrementalencoder am Abtrieb zu regeln.

Für die Motorkommutierung werden auch in der Betriebsart ENCMOD die analogen Hallgeber der Motoren ausgewertet.

Grundeinstellungen

Betriebsart ENCMOD und SOR0.

Für den Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter POR und I und die Abtastzeit angepasst werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
POR	Wert	Load Velocity Proportional Term	Geschwindigkeitsreglerverstärkung laden. Wert: 1 ... 255
I	Wert	Load Velocity Integral Term	Geschwindigkeitsreglerintegralanteil laden. Wert: 1 ... 255
SR	Wert	Load Sampling Rate	Abtastzeit des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches der Grundabtastzeit laden. Wert: 1 ... 20

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

Geschwindigkeitseingang

Für den externen Inkrementalencoder muss dessen Auflösung bei 4-Flankenauswertung über den Parameter ENCRESP spezifiziert werden.

Zusätzlich zur Betriebsart ENCMOD muss die Geschwindigkeitsauswertung auf Basis des Encoders durch den Befehl ENCSPEED aktiviert werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
ENCRESP	Wert	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden (4-fach Imp / mm). Wert: 8 bis 65 535
ENCMOD	-	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
ENCSPEED	-	Encoder als Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder-Modus
HALLSPEED	-	Hallsensor als Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder-Modus

Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl LL kann auch für den Geschwindigkeitsmodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl APL1 aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

Befehle zur Bewegungssteuerung

Eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung finden Sie im [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
EN	-	Enable Drive	Antrieb aktivieren
DI	-	Disable Drive	Antrieb deaktivieren
V	Wert	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen (Geschwindigkeitsregelung). Einheit: mm/s Wert: -10 000 ... 10 000

Beispiel:

- Motor antreiben mit 100 mm/s: $\nabla 100$
Um die Richtung zu wechseln, übergeben Sie einfach einen negativen (z. B. $\nabla -100$).
- Motor stoppen: $\nabla 0$

HINWEIS



Prüfen Sie außerdem, ob nicht die Maximalgeschwindigkeit SP kleiner als die gewünschte Sollgeschwindigkeit eingestellt ist.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.2 Geschwindigkeitsregelung

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Das Erreichen der Zielgeschwindigkeit wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL 1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$
APL	0 - 1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

Wegweiser

Übersicht über die für Endschalter zur Verfügung stehenden Anschlüsse der Faulhaber Motion Control Systems und deren Konfiguration	
Endschalteranschlüsse und Schaltpegel	Seite 34
Befehle zur Bewegungssteuerung (Referenzfahrt auslösen)	
Befehle zur Bewegungssteuerung	Seite 35
Konfiguration des Verhaltens am Endschalter und der Referenzfahrt	
Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter	Seite 36

Über Referenzfahrten auf Endschalter kann die Absolutposition einer Anwendung nach dem Einschalten wieder initialisiert werden.

Über den Befehl GOHOSEQ wird eine zuvor definierte Referenzfahrt bis zum eingestellten Endschalter ausgeführt und dann die dafür definierten Aktionen ausgeführt. Die Einstellungen des Rampengenerators zu den maximalen Beschleunigungen und den Grenzen des Verfahrbereichs werden dabei berücksichtigt.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

3.3.1 Endschalteranschlüsse und Schaltpegel

Die Anschlüsse

- AnIn
- Fault
- 3. Input

können als Referenz- und Endschaltereingänge verwendet werden.

Zusätzlich steht noch der Nulldurchgang der Hallsensorsignale bei LM-Motoren als Indeximpuls zur Verfügung. Der Indeximpuls tritt einmal pro magnetischem Polabstand auf. An den Fault-Pin kann auch der Indeximpuls eines externen Encoders angeschlossen werden, über den die Istposition exakt abgenullt werden kann.

Die Anschlüsse AnIn und Fault sind als Interrupteingänge ausgelegt, was bedeutet, dass sie flankengetriggert sind. Alle anderen Eingänge sind nicht flankengetriggert, hier muss das Signal mindestens 500 µs anliegen, um sicher detektiert werden zu können. Die maximale Reaktionszeit auf Pegeländerungen an allen Eingängen beträgt 500 µs.

Konfiguration der digitalen Eingänge

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SETPLC	-	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-kompatibel (24 V-Pegel) (Pegeldefinition siehe Gerätehandbuch)
SETTTL	-	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-kompatibel (5 V-Pegel) (Pegeldefinition siehe Gerätehandbuch)
REFIN	-	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang

Die Endschalterfunktionen für den Fault-Pin werden nur angenommen, wenn REFIN aktiviert ist (Einstellung unbedingt mit SAVE speichern)!

VORSICHT!



Konfigurieren vor Anlegen einer Spannung

Wird an den Fault-Pin eine Spannung angelegt, während dieser nicht als Eingang konfiguriert ist, kann es zu Schäden an der Elektronik kommen.

- ▶ *Konfigurieren Sie zuerst den Fault-Pin als Eingang, bevor Sie Spannung von außen anlegen!*

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

3.3.2 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die Funktion der Eingänge und das Verhalten der Referenzfahrt werden über die in [Kapitel 3.3.3 „Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter“](#) beschriebenen FAULHABER Kommandos eingestellt. Eine zuvor konfigurierte Referenzfahrt wird dann über folgende FAULHABER Kommandos gestartet. Eine Übersicht aller Befehle zur Bewegungssteuerung finden Sie im [Kapitel 7.4 „Befehle zur Bewegungssteuerung“](#).

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GOHOSEQ	-	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	-	Go Hall Index	LM-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
GOIX	-	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.

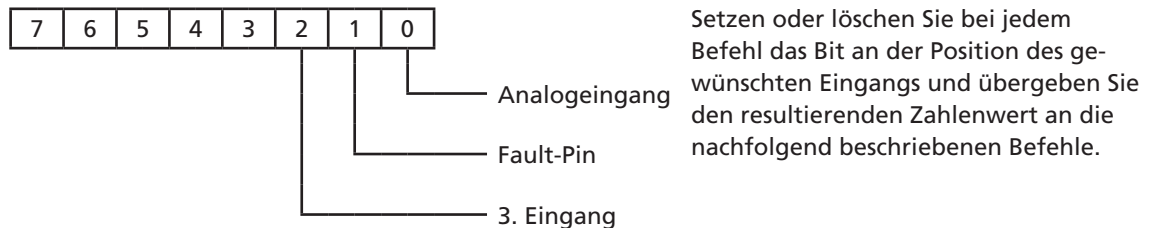
Befindet sich der Antrieb beim Aufruf von GOHOSEQ bereits im Endschalter, so fährt er zuerst aus diesem heraus, und zwar in der entgegengesetzten Richtung, wie bei HOSP angegeben.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

3.3.3 Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter

Die nachfolgenden Befehle verwenden folgende Bitmaske zur Konfiguration der Endschalterfunktionen:



Polarität und Endschalterfunktion

Endschalter können auf die steigende oder die fallende Flanke (bzw. Pegel) reagieren.

Zusätzlich kann die Hard Blocking Funktion für den Endschalter konfiguriert werden. Die Hard Blocking Funktion bietet einen sicheren Schutz gegen das Überfahren der Bereichs-Endschalter. Befindet sich der Antrieb in einem HB-Endschalter, so wird die über HD eingestellte Richtung gesperrt, d. h. der Antrieb kann sich nur mehr aus dem Endschalter herausbewegen.

Die Geschwindigkeit bleibt auf 0 mm/s, wenn die Sollgeschwindigkeit in die falsche Richtung vorgegeben wird.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HP	Bitmaske	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig. 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig.
HB	Bitmaske	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	Bitmaske	Hard Direction	Vorgabe der Richtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechts gesperrt 0: Links gesperrt

Beispiel:

- Setzen der Hard-Blocking Funktion für Fault-Pin und 3. Eingang: $2^1 + 2^2 = 2 + 4 = 6 \rightarrow \text{HB6}$

Definition des Referenzfahrtverhaltens

Um eine Referenzfahrt über den Befehl GOHOSEQ ausführen zu können, muss eine Referenzfahrtsequenz für einen bestimmten Endschalter definiert sein! Dazu muss mindestens eine der folgenden Aktionen für den Endschalter definiert sein. Die Definition des Hard Blocking Verhaltens ist eine zusätzliche Option.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SHA	Bitmaske	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen
SHL	Bitmaske	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	Bitmaske	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei einer Flanke am jeweiligem Endschalter wird das Bit Hard Notify im Statuswort des Antriebs gesetzt.

Damit diese Einstellungen auch direkt nach dem Einschalten zur Verfügung stehen, müssen sie mit SAVE gespeichert werden!

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.3 Referenzfahrten und Endschalter

Beispiel:

- Referenzfahrt mit 3. Eingang als Referenzeingang (steigende Flanke):
 - **HP4** Am AnIn und am Fault Pin würde Low Pegel bzw. fallende Flanke ausgewertet, am 3. Eingang wird die steigende Flanke ausgewertet.
 - **SHA4** Aktiviere eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Setze Pos = 0 bei Erreichen des Endschalters
 - **SHL4** Aktiviere eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Motor stoppen
 - **SHN4** Aktiviere eine Homing Sequenz für 3. Eingang (alle anderen sind in der Bitmaske = 0)
Aktion: Notify im Statuswort des Antriebs bzw. per TxPDO1

Homing Speed

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HOSP	Wert	Load Homing Speed	Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX) laden. Einheit: mm/s

Beispiel:

- Referenzfahrt mit 100 mm/s und negativer Richtung:
HOSP-100

Direkte Programmierung über HA-, HL und HN-Befehle

Über diese speziellen Befehle können Aktionen definiert werden, die bei einer Flanke an dem entsprechenden Eingang, unabhängig von einer Referenzfahrt, erfolgen sollen. Eine programmierte Endschalterfunktion bleibt solange bestehen, bis die vorgewählte Flanke eintritt. Über einen erneuten Befehl kann die Programmierung geändert werden, bevor eine Flanke eintritt.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
HA	Bitmaske	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert
HL	Bitmaske	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	Bitmaske	Hard Notify	Bei einer Flanke am jeweiligem Endschalter wird das Bit Hard Notify im Statuswort des Antriebs gesetzt. Einstellung wird nicht gespeichert.

Die Einstellungen werden nicht über den Befehl SAVE gespeichert, nach dem Einschalten sind also wieder alle damit konfigurierten Endschalter inaktiv.

Zu HL-/SHL-Befehl:

- **Positioniermodus**
Bei Eintreten der Flanke positioniert der Motor mit maximaler Beschleunigung auf die Referenzmarke.
- **Geschwindigkeitsreglermodus**
Der Motor wird beim Eintreten der Flanke mit dem eingestellten Beschleunigungswert abgebremst, das heißt er läuft über die Referenzmarke hinaus. Über einen anschließenden Positionierbefehl (Befehl M) kann die Referenzmarke genau angefahren werden.
Vorteil: Keine abrupten Bewegungsänderungen.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

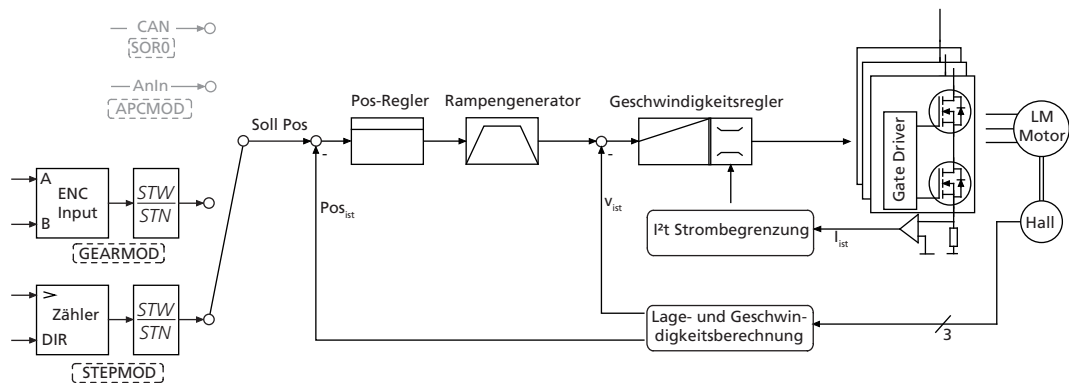
Wegweiser

Schrittmotorbetrieb	Seite 38
Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)	Seite 40
Spannungssteller-Modus	Seite 42
Stromregelung mit analoger Stromvorgabe	Seite 43

Verwenden Sie den Befehl CONTMOD, um von einer erweiterten Betriebsart in den Normalbetrieb zurückzuwechseln.

3.4.1 Schrittmotorbetrieb

Reglerstruktur im Schrittmotorbetrieb



Im Schrittmotorbetrieb positioniert der Antrieb bei jedem Impuls am Analogeingang um einen programmierbaren Winkel weiter.

- Die Schrittzahl pro magnetischem Polabstand ist frei programmierbar und sehr hochauflösend (Encoderauflösung)
- Die Schrittweite für einen Schritt ist frei programmierbar
- Keine Rastkraft
- Es ist die volle Dynamik des Motors nutzbar
- Der Motor ist sehr leise
- Wegen des Istwertgebers gibt es keine Schrittverluste (auch nicht bei höchster Dynamik)
- Im ausgeregelten Zustand (Istposition erreicht) fließt kein Motorstrom
- Hoher Wirkungsgrad

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

Grundeinstellungen

Im Schrittmotorbetrieb fungiert der Analogeingang als Frequenzeingang. Der Fehlerausgang muss als Richtungseingang konfiguriert werden, falls die Bewegungsrichtung über ein Digitalsignal verändert werden soll.

Alternativ ist auch die Vorgabe der Bewegungsrichtung über die Befehle ADL und ADR möglich.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
STEPMOD	-	Stepper Motor Mode	Umschalten auf Schrittmotor-Modus
DIRIN	-	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang
ADL	-	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksbewegung
ADR	-	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsbewegung

Eingang

Maximale Eingangsfrequenz: siehe Gerätehandbuch.

Pegel: Je nach Konfiguration 5 V-TTL oder 24 V-SPS kompatibel.

Die Schrittzahl des emulierten Schrittmotors kann entsprechend der folgenden Formel nahezu beliebig eingestellt werden:

$$\text{Verfahrweg} = \text{Impulse} \cdot \frac{\text{STW}}{\text{STN}} \cdot \tau_m$$

Verfahrweg ... Verfahrweg des Linearmotors in mm

Impulse ... Anzahl der Impulse am Frequenzeingang (= Anzahl der Schritte)

τ_m ... Magnetischer Polabstand in mm

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
STW	Wert	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1 ... 65 535
STN	Wert	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1 ... 65 535

Beispiel:

Pro Eingangsimpuls soll sich der Motor um 1/1 000 magnetischen Polabstand bewegen:

- STW1
- STN1000

Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Über den Befehl LL kann auch für den Schrittmotormodus eine Grenze des Bewegungsbereichs definiert werden. Der Befehl APL1 aktiviert die Überwachung dieser Grenzen.

Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Strombegrenzung

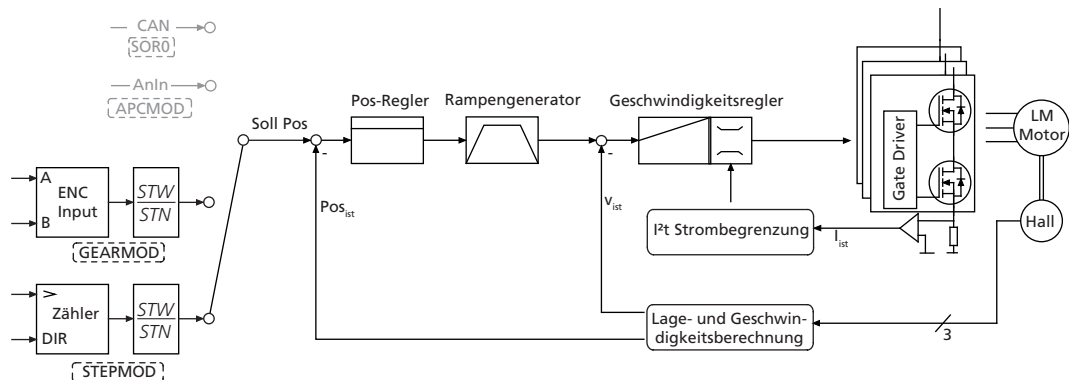
Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.2 Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)

Reglerstruktur im Gearing Mode



Mit dem Gearing-Mode ist es möglich, einen externen Impulsgeber als Sollwertquelle für die Position zu verwenden. Mehrere Antriebe können damit synchronisiert werden. Falls die Richtung über ein Digitalsignal verändert werden soll, muss die Funktion des Fault-Pin als Richtungseingang umkonfiguriert werden.

Alternativ ist auch die Vorgabe der Richtung über die Befehle ADL und ADR möglich.

Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
GEARMOD	-	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
DIRIN	-	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang

Eingang

Die beiden Kanäle eines externen Impulsgebers werden mit den Anschlüssen AnIn und AGND verbunden, die ggf. über jeweils einen 2,7 kΩ-Pull-up-Widerstand gegen die 5 V-Encoderversorgung geschaltet werden müssen.

Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Strichzahl des externen Encoders und der resultierenden Bewegung des Motors kann nach folgender Formel eingestellt werden:

$$\text{Verfahrweg} = \text{Impulse} \cdot \frac{\text{STW}}{\text{STN}} \cdot \tau_m$$

Verfahrweg ... Verfahrweg des Linearmotors in mm

Impulse ... tatsächlich gezählte Impulse bei Vierflankenauswertung

τ_m ... Magnetischer Polabstand in mm

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
STW	Wert	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1 ... 65 535
STN	Wert	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1 ... 65 535

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

Beispiel:

Motor soll um einen magnetischen Polabstand verfahren bei 1 000 Impulsen des externen Encoders:

- STW1
- STN1000

Zusätzliche Einstellungen

Grenzen der Bewegung

Die mit LL eingestellten Bereichsgrenzen sind mit APL1 auch im Gearing Mode aktiv.

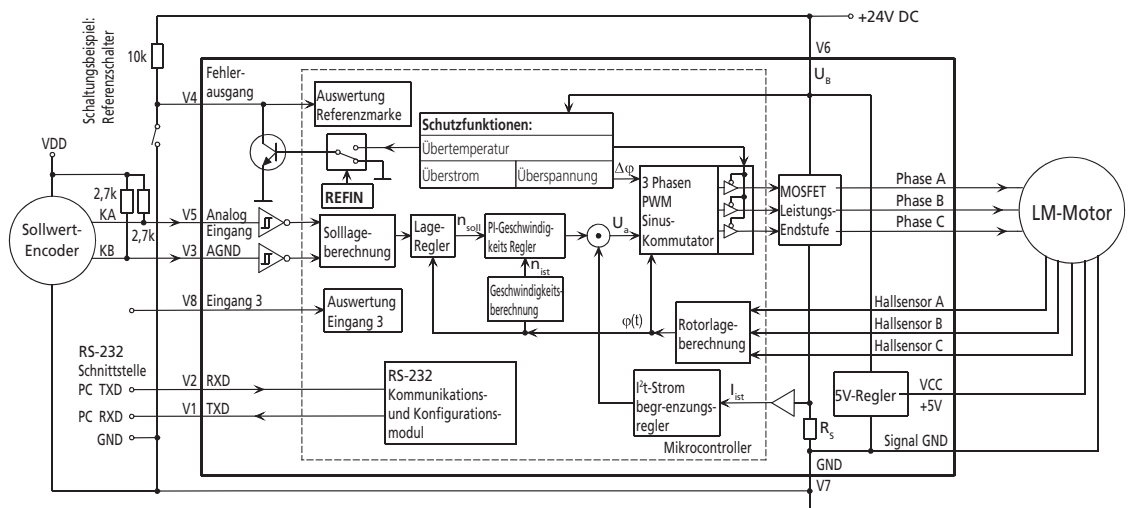
Rampengenerator

Definiert werden können die Steigungen der Beschleunigungs- und Bremsrampen bzw. die Maximalgeschwindigkeit über die Befehle AC, DEC und SP (siehe [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#)).

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#)).

Schaltungsbeispiel Gearing Mode für MCLM30xx und Richtungsvorgabe über den Fault-Pin

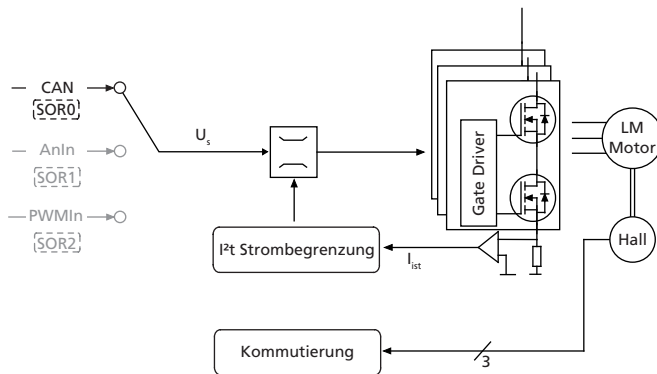


3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.3 Spannungssteller-Modus

Reglerstruktur im Spannungssteller-Modus



Im Spannungssteller-Modus wird eine Motorspannung proportional zum Vorgabewert ausgegeben. Die Strombegrenzung bleibt weiterhin aktiv.

Mit diesem Modus ist es möglich einen übergeordneten Regler zu verwenden. Der Controller dient dann nur als Leistungsverstärker.

Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
VOLTMOD	-	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
U	Wert	Set Output Voltage	Motorspannung ausgeben (entspricht $-U_B$... $+U_B$) nur bei SOR0
			Wert: -32 767 ... 32 767

Eingang

SOR0 (CAN / PDO2)	SOR1 (AnIn)	SOR2 (PWMIn)	U_{MOT}
U-32767	-10 V	0 %	$-U_B$
U0	0 V	50 %	0
U32767	10 V	100 %	$+U_B$

Zusätzliche Einstellungen

Strombegrenzung

Über die Strombegrenzungswerte LPC und LCC kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden.

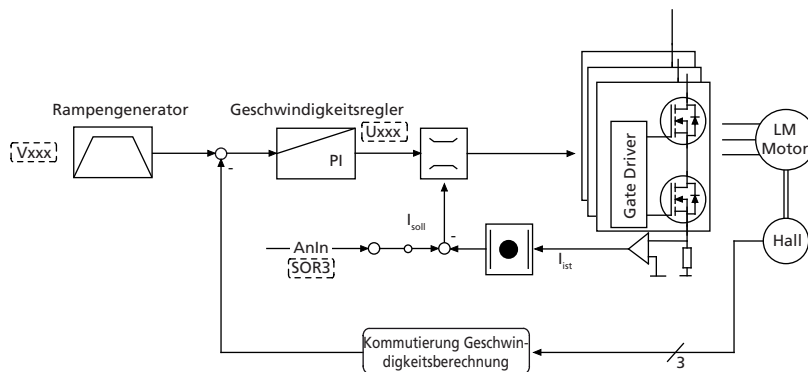
3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

3.4.4 Stromregelung mit analoger Stromvorgabe

Feste Bewegungsrichtung (SOR3)

Reglerstruktur bei analoger Stromvorgabe mit fest vorgegebener Bewegungsrichtung



Mit dem Befehl SOR3 kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Damit wird sowohl im Geschwindigkeits-Modus als auch im Spannungssteller-Modus der Betrag des Stroms proportional zur Spannung am analogen Eingang begrenzt. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom LPC gewichtet.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt entweder im Geschwindigkeits-Modus über eine vorab fest angegebene Sollgeschwindigkeit, oder im Spannungssteller-Modus über einen Spannungswert. Der Fehlerausgang muss als Richtungseingang konfiguriert werden, falls die Bewegungsrichtung über ein Digitalsignal verändert werden soll.

Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	3	Source For Velocity	3:Stromsollwert über Analogeingang
LPC	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden (mA). Wert: 0 ... 12 000

Eingang

Bei 10 V am Analogeingang wird dementsprechend auf den mit LPC eingestellten Maximalstrom begrenzt.

Auch bei negativen Spannungen am Analogeingang wird der Strom auf den Betrag der angelegten Spannung begrenzt. Negative Sollstromvorgaben haben daher keine Auswirkung auf die Bewegungsrichtung!

SOR3 (AnIn)	I _{max}	n _{max}
-10 V	LPC	SP
0 V	0	SP
10 V	LPC	SP

Warnung!



Zerstörungsgefahr

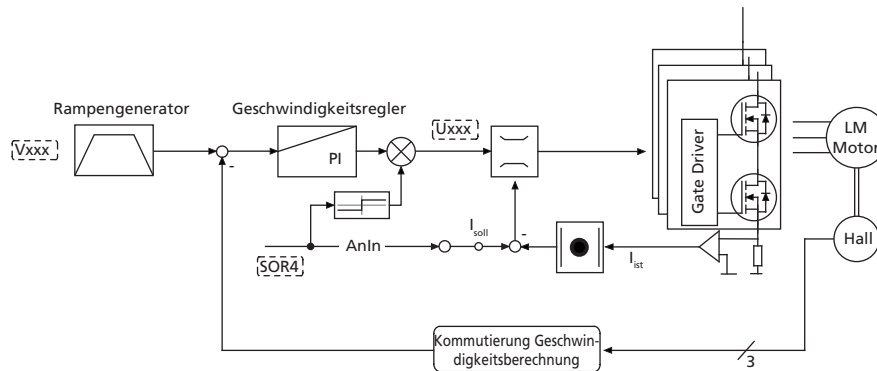
Bei der Betriebsart Stromregelung mit analoger Stromvorgabe ist die interne I²t-Strombegrenzung deaktiviert.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.4 Erweiterte Betriebsarten

Bewegungsrichtung abhängig vom Stromsollwert (SOR4)

Reglerstruktur bei analoger Stromvorgabe variabler Bewegungsrichtung



Mit dem Befehl SOR4 kann auf analoge Sollstromvorgabe geschaltet werden. Damit wird sowohl im Geschwindigkeits-Modus als auch im Spannungsteller-Modus der Betrag des Stroms proportional zur Spannung am analogen Eingang begrenzt. Der eingestellte Strom wird mit dem Maximalstrom LPC gewichtet.

Die Ansteuerung des Motors erfolgt entweder im Geschwindigkeits-Modus über eine vorab fest angegebene Sollgeschwindigkeit, oder im Spannungsteller-Modus über einen Spannungswert. Die Bewegungsrichtung wird aus dem Vorzeichen des Stromsollwerts ermittelt.

Diese Betriebsart entspricht einer direkten Stromregelung.

Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
SOR	4	Source For Velocity	4: Sollstromwert über Analogeingang mit Vorgabe der Bewegungsrichtung über das Vorzeichen des Sollwerts.
LPC	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden (mA). Wert: 0 ... 12 000

Eingang

Bei 10 V am Analogeingang wird dementsprechend auf den mit LPC eingestellten Maximalstrom begrenzt.

SOR4 (AnIn)	I_{max}	V_{max}
-10 V	LPC	-SP
0 V	0	SP
10 V	LPC	SP

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.5 Sonderfunktionen des Fault Ausgangs

Der Fehleranschluss (Fault-Pin) kann für unterschiedliche Aufgaben als Ein- oder Ausgang konfiguriert werden:

Befehl	Funktion	Beschreibung
ERROUT	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang (Default)
ENCOUT	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang
DIGOUT	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt
DIRIN	Direction Input	Fault-Pin als Richtungseingang <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geschwindigkeitsregelung (siehe Kapitel 3.2 „Geschwindigkeitsregelung“), ▶ Schrittmotorbetrieb (siehe Kapitel 3.4.1 „Schrittmotorbetrieb“), ▶ Gearing Mode (siehe Kapitel 3.4.2 „Gearing Mode (Elektronisches Getriebe)“), ▶ Spannungssteller-Modus (siehe Kapitel 3.4.3 „Spannungssteller-Modus“). ▶ Stromregelung mit analoger Stromvorgabe (siehe Kapitel 3.4.4 „Stromregelung mit analoger Stromvorgabe“).
REFIN	Reference Input	Fault-Pin als Referenz oder Endschaltereingang <ul style="list-style-type: none"> ▶ Referenzfahrten und Endschalter (siehe Kapitel 3.3 „Referenzfahrten und Endschalter“)
POSOUT	Position Output	Fault-Pin als Ausgang zur Anzeige der Bedingung "Zielposition erreicht".

Fault-Pin als Fehlerausgang

Im Modus ERROUT wird der Ausgang gesetzt, sobald einer der folgenden Fehler auftritt:

- Einer der eingestellten Strombegrenzungswerte (LPC, LCC) überschritten
- Eingestellte maximal zulässige Geschwindigkeitsabweichung (DEV) überschritten
- Überspannung detektiert
- Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten

Zusätzliche Einstellungen

Verzögerte Signalisierung

Um kurzzeitiges Auftreten von Fehlern zum Beispiel während der Beschleunigungsphase auszublen- den kann eine Fehlerverzögerung eingestellt werden, die angibt, wie lange ein Fehler anstehen muss, bis er am Fehlerausgang angezeigt wird:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
DCE	Wert	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT Wert in 1/100 Sek.

Beispiel:

Fehler erst nach 2 Sekunden anzeigen:

- DCE200

Falls einer der obigen Fehler auftritt, wird ein entsprechendes Emergency Object auf das CAN-Netzwerk gesendet, sofern die Emergency mask in Objekt 0x2320 für den entsprechenden Fehler auf 1 gesetzt ist. Siehe auch [Kapitel 8.2 „Herstellerspezifische Objekte“](#) unter „FAULHABER Fehlerregis- ter“.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.5 Sonderfunktionen des Fault Ausgangs

Fault-Pin als Impulsausgang:

Im Modus ENCOUT wird der Fehleranschluss als Impulsausgang verwendet, der eine einstellbare Anzahl Impulse pro magnetischem Polabstand ausgibt. Die Impulse werden aus den Hallsensorsignalen der LM-Motoren abgeleitet und sind auf 4 000 Impulse pro Sekunde begrenzt.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LPN	Wert	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT. Wert: 1 bis 255

Beispiel:

16 Impulse pro magnetischem Polabstand am Fault-Pin ausgeben:

■ LPN16

Bei 100 mm/s werden $100 \cdot 16 = 1\,600$ Impulse pro Sekunde am Fault-Pin erzeugt.

HINWEIS



Bei Geschwindigkeiten, die bei eingestelltem LPN-Wert mehr als die maximal mögliche Impulszahl erzeugen würden, wird die maximale Anzahl am Fault-Pin generiert. Die eingestellten Impulse werden genau erreicht, müssen aber zeitlich nicht unbedingt exakt übereinstimmen (Verzögerungen sind möglich).

Eine Positionsbestimmung über Impulszählung ist daher möglich, solange kein Richtungswechsel auftritt und die maximal mögliche Impulszahl nicht überschritten wird.

Fault-Pin als Digitalausgang

Im Modus DIGOUT kann der Fehleranschluss als universeller Digitalausgang verwendet werden. Über folgende Befehle kann der Digitalausgang gesetzt oder gelöscht werden:

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
CO	-	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen
SO	-	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen
TO	-	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten

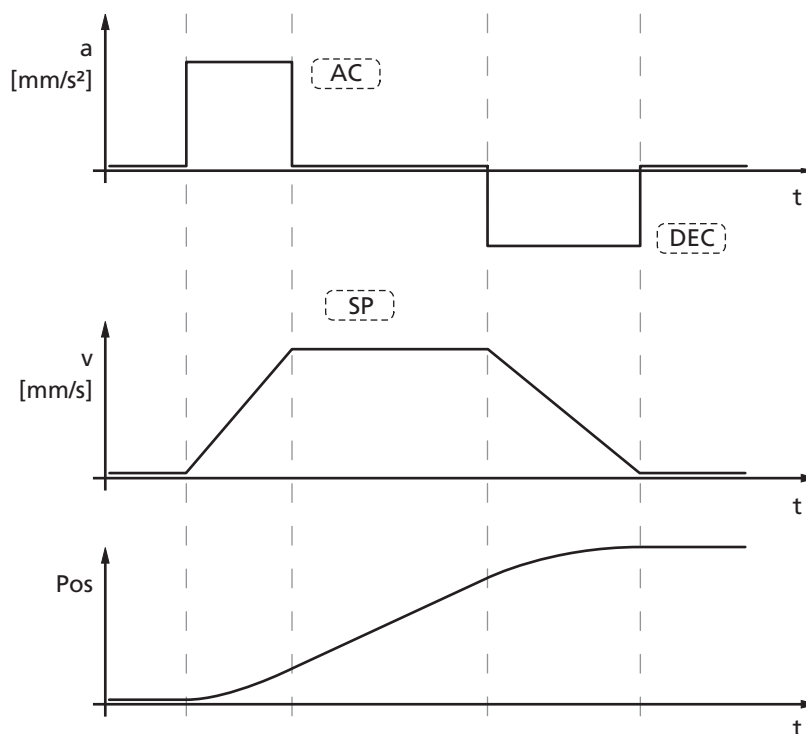
3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

3.6.1 Rampengenerator

In allen Betriebsarten bis auf den Spannungssteller-Modus und die Stromregelung wird der Sollwert über den Rampengenerator geführt.

Grundfunktion des Rampengenerators



Damit können getrennt die maximale Beschleunigung (AC), die maximale Verzögerung (DEC) und die maximale Geschwindigkeit (SP) anwendungsspezifisch parametrisiert werden.

VORSICHT!



Überschwingen bei maximaler Beschleunigung / Verzögerung

Bei Einstellung der Beschleunigung (AC) oder Verzögerung (DEC) auf den Maximalwert von 30 000 mm/s² oder mehr wird die Wirkung des Rampengenerators abgeschaltet. Mit dieser Einstellung wird die maximal mögliche Dynamik des Antriebssystems erreicht. Bei dieser Einstellung schwingt der Antrieb zum Teil deutlich über die Zielposition hinaus.

► Beachten Sie diese Tatsache bei der Anwendung.

Grundeinstellungen

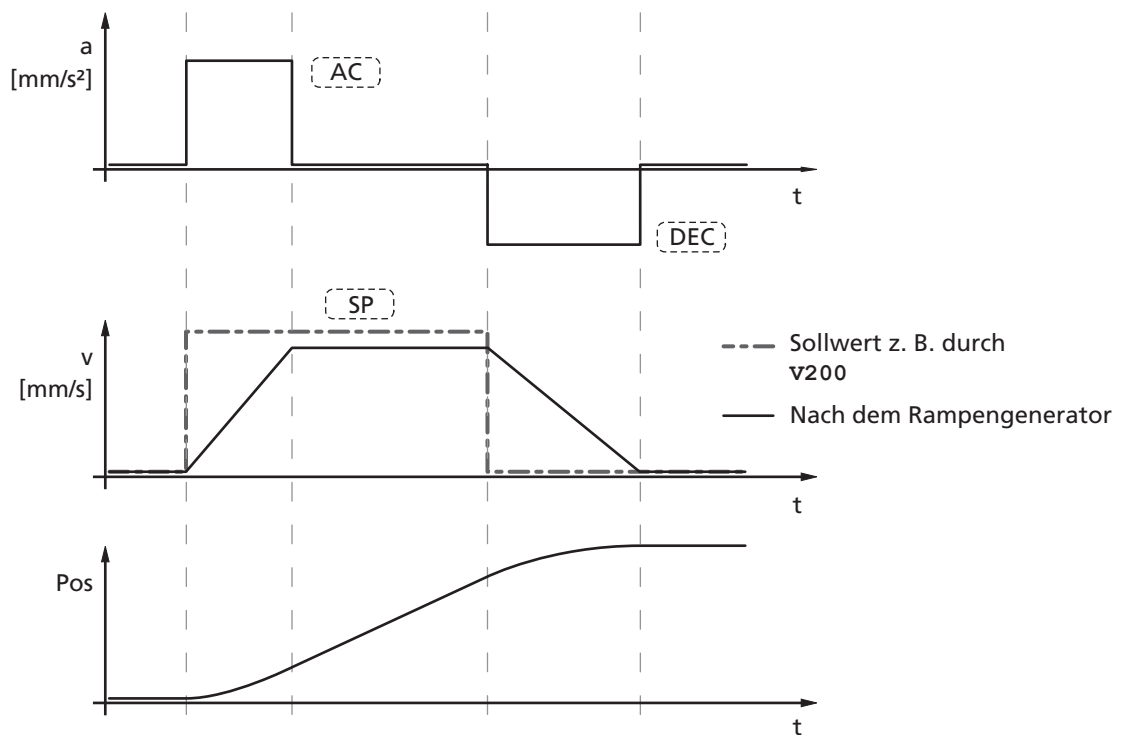
Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
AC	Wert	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden (1/s ²). Wert: 0 ... 30 000
DEC	Wert	Load Command Acceleration	Bremswert laden (1/s ²). Wert: 0 ... 30 000
SP	Wert	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden (mm/s). Wert: 0 ... 10 000

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Rampengenerator im Geschwindigkeitsmodus

Eingriff des Rampengenerators im Geschwindigkeitsmodus



Im Geschwindigkeitsmodus wirkt der Rampengenerator wie ein Filter auf die Sollgeschwindigkeit. Der Sollwert wird auf den Maximum Speed Wert (SP) begrenzt und Sollwertänderungen entsprechend der Brems- und Beschleunigungsrampen (AC und DEC) begrenzt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

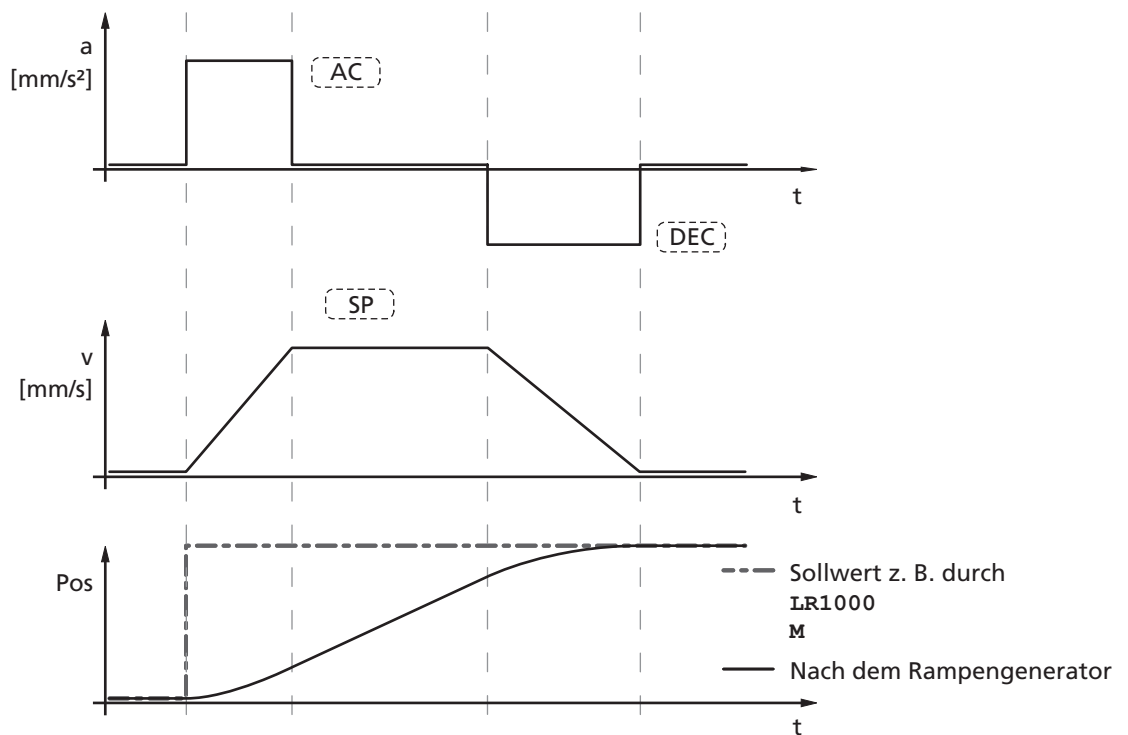
Das Erreichen der Zielgeschwindigkeit wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Rampengenerator im Positioniermodus

Eingriff des Rampengenerators im Positionierbetrieb



Im Positionierbetrieb wird über den Positionsregler aus der Differenz zwischen Sollposition und Istposition eine Vorgabegeschwindigkeit ermittelt.

Im Rampengenerator wird die vom Positionsregler ausgegebene Vorgabegeschwindigkeit auf den Maximum Speed Wert (SP) begrenzt und Beschleunigungen entsprechend der Beschleunigungsrampe (AC) begrenzt.

Der Bremsvorgang wird im Positionierbetrieb nicht zeitlich gestreckt, da bereits vor Erreichen der Endposition die Geschwindigkeit soweit reduziert werden muss, dass die Zielposition ohne Überschwingen erreicht werden kann.

Entsprechend der Bewegungsgleichung:

$$2a s = v^2 \rightarrow v_{\max} = \sqrt{2a s}$$

a: Beschleunigung [m/s²]

v: Geschwindigkeit [m/s]

s: verbleibende Strecke [m]

muss dazu die maximale Geschwindigkeit n_{\max} proportional zum verbleibenden Weg begrenzt werden.

Die zulässige bzw. abhängig vom Motor und der Trägheit der Last technisch mögliche Verzögerung wird hier über den Parameter DEC eingestellt.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

Das Erreichen der Zielposition wird über das Bit 10 „Target reached“ im Statuswort des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das TxPDO1 auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Durch entsprechende Vorgabe neuer Werte (Maximalgeschwindigkeit, Beschleunigung, Endposition), während der Positionierung, können komplexere Bewegungsprofile erzeugt werden.

Nach einer Werteänderung muss lediglich ein neuer Motion-Start-Befehl (M) ausgeführt werden.

Grenzen des Positionierbereichs können über den Befehl LL eingestellt und über APL aktiviert werden.

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LL	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (über diese Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL 1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$
APL	0 - 1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

3.6.2 Sinuskommutierung

Die FAULHABER Motion Controller für Linearmotoren zeichnen sich durch eine so genannte Sinuskommutierung aus. Dies bedeutet, dass das vorgegebene magnetische Feld immer ideal zum Läuferstab steht. Dadurch gelingt es, Kräfteschwankungen auf ein Minimum zu reduzieren, auch dann, wenn die Geschwindigkeiten sehr klein sind. Außerdem läuft der Motor dadurch besonders leise.

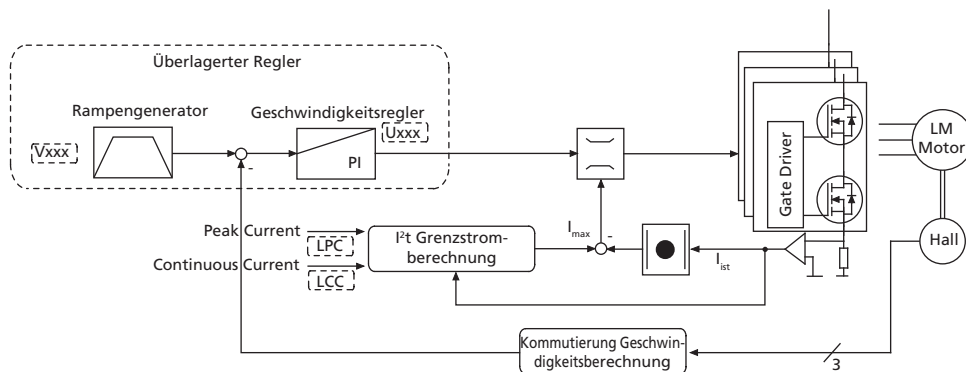
Die Sinuskommutierung wird noch durch eine so genannte Flat-Top-Modulation erweitert, die eine höhere Aussteuerung ermöglicht. Dadurch sind höhere Leerlaufgeschwindigkeiten möglich.

Über den Befehl SIN0 lässt sich das System so einstellen, dass die Sinuskommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich in eine Blockkommutierung über geht. Durch diese Vollaussteuerung kann der komplette Geschwindigkeitsbereich des Motors ausgenutzt werden.

Befehl	Funktion	Beschreibung
SIN	Sinus Commutation	0: Vollaussteuerung (Blockbetrieb bei Vollaussteuerung) 1: Begrenzung auf Sinusform (Grundeinstellung)

3.6.3 Stromregler und I²t-Strombegrenzung

Eingriff des Strombegrenzungsreglers



Die FAULHABER Motion Controller sind mit einem integralen Stromregler ausgerüstet, der es erlaubt, eine Kraftbegrenzung zu realisieren.

Der Stromregler arbeitet als Begrenzungsregler. Abhängig von der zurückliegenden Belastung wird durch die I²t Strombegrenzung auf den zulässigen Spitzenstrom oder den Dauerstrom begrenzt. Sobald der Motorstrom den aktuell zulässigen Maximalwert überschreitet, wird über den Stromregler die Spannung begrenzt.

Durch die Ausführung als Strombegrenzungsregler hat die Stromregelung im thermisch entspannten Zustand keinen Einfluss auf die Dynamik der Geschwindigkeitsregelung. Das Zeitverhalten dieser Begrenzung ist über den Parameter CI einstellbar.

Mit den Defaultwerten für CI wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Grundeinstellungen

Befehl	Argument	Funktion	Beschreibung
LPC	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden Wert: 0 bis 12 000 mA
LCC	Wert	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden Wert: 0 bis 12 000 mA
CI	Wert	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden Wert: 1...255

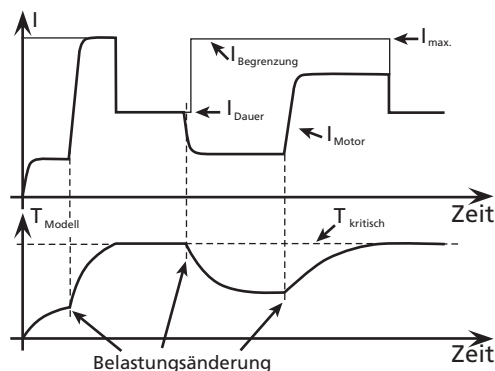
Arbeitsweise des Stromreglers

Beim Start des Motors wird dem Stromregler der Spitzenstrom als Sollwert vorgegeben. Mit zunehmender Belastung wird der Strom im Motor immer höher, bis er schließlich den Spitzenstrom erreicht. Ab dann tritt der Stromregler in Kraft und begrenzt auf diesen Stromsollwert.

Parallel dazu läuft ein thermisches Strommodell, das aus dem aktuell fließenden Strom eine Modelltemperatur berechnet. Übersteigt diese Modelltemperatur einen kritischen Wert, so wird auf den Dauerstrom umgeschaltet und der Motorstrom auf diesen geregelt. Erst wenn die Belastung so gering wird, dass die kritische Modelltemperatur unterschritten wird, wird wieder der Spitzenstrom zugelassen.

Das Ziel dieser sogenannten I^2t -Strombegrenzung ist, den Motor bei geeigneter Wahl des Dauerstroms nicht über die thermisch zulässige Temperatur zu erhitzen. Andererseits sollte kurzzeitig eine hohe Belastung möglich sein, um sehr dynamische Bewegungen realisieren zu können.

Funktion der I^2t -Strombegrenzung



3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

3.6.4 Übertemperatursicherung

Überschreitet die MOSFET-Temperatur der externen Controller einen vorgegebenen Grenzwert, so wird der Motor abgeschaltet. Um den Motor wieder zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Temperatur unterhalb eines vorgegebenen Grenzwertes
- Sollgeschwindigkeit auf 0 mm/s eingestellt
- Tatsächliche Motorgeschwindigkeit kleiner 50 mm/s

HINWEIS



Bestimmung der Spulentemperatur

Es wird die Gehäusetemperatur gemessen und über die Strommessung auf die Verlustleistung geschlossen. Über ein thermisches Modell wird aus diesen Größen die MOSFET- bzw. Spulentemperatur berechnet. In den meisten Anwendungsfällen stellt diese Methode einen thermischen Motorschutz dar.

3.6.5 Unterspannungsüberwachung

Unterschreitet die Versorgungsspannung die untere Spannungsschwelle, so wird die Endstufe abgeschaltet. Der Motion Controller bleibt weiter aktiv. Liegt die Spannung wieder im zulässigen Bereich, so wird die Endstufe sofort wieder eingeschaltet.

3.6.6 Überspannungsregelung

Wird der Motor generatorisch angetrieben, so erzeugt er Energie. Üblicherweise sind Netzgeräte nicht in der Lage, diese Energie in das Netz zurückzuspeisen. Aus diesem Grund steigt die Versorgungsspannung am Motor und je nach Geschwindigkeit kann es zur Überschreitung der zulässigen Höchstspannung kommen.

Um eine Zerstörung von Bauteilen zu vermeiden, enthalten die FAULHABER Motion Controller für Linearmotoren einen Regler, der beim Überschreiten einer Grenzspannung (32 V) den Polradwinkel verstellt. Dadurch wird die erzeugte Energie im Motor umgesetzt und die Spannung der Elektronik bleibt auf 32 V begrenzt. Diese Methode schützt den Antrieb bei generatorischem Betrieb und schnellem Bremsen.

3.6.7 Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler

Um den Regler optimal auf die jeweilige Anwendung anzupassen, sind die voreingestellten Reglerparameter zu optimieren.

HINWEIS



Reglerabtastrate

Der digitale Regler arbeitet mit einer Abtastrate von 100 μ s bzw. 200 μ s. Die Abtastrate kann bei Bedarf über den Befehl SR auf bis zu 2 ms erhöht werden.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Standardverhalten:

Ohne weitere Einstellungen ist für den Geschwindigkeitsregler die im Parameter Proportional term POR eingestellte Verstärkung wirksam.

Im Positionier-Modus wird innerhalb des Zielkorridors die über den Parameter Proportional term POR eingestellte Verstärkung um den Wert des Parameters Derivative term PD erhöht. Dadurch kann ein schnelleres Einregeln auf den Stillstand in der Zielposition erreicht werden ohne den Regler bei den Übergangsvorgängen selbst zu sehr anzuregen. Der Parameter PD muss dazu sorgfältig eingestellt werden und sollte typisch maximal 50% des Basiswerts POR betragen, andernfalls besteht die Gefahr der Instabilität.

Folgende Regler-Parameter stehen zur Verfügung:

Befehl	Funktion	Beschreibung
POR	Load Velocity Proportional Term	Drehzahlreglerverstärkung laden. Wert: 1 – 255.
I	Load Velocity Integral Term	Drehzahlreglerintegralanteil laden Wert: 1 – 255.
PP	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wert: 1 – 255.
PD	Load Position D-Term	Lageregler D-Anteil laden. Wert: 1 – 255.
SR	Load Sampling Rate	Einstellung der Reglerabtastrate. Wert: 1 ... 20 ms/10

Diese Werte werden durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorgelegt.

Mit Hilfe des Regler-Tuning-Assistenten im Motion Manager können einige Regler-Parameter weiter justiert werden, um den Regler optimal an die jeweilige Anwendung anzupassen.

Mögliche Vorgehensweise

Es wird empfohlen mit den Standardeinstellungen des Motorassistenten zu beginnen und dann den Lageregler weiter zu optimieren.

Lageregler optimieren:

Geben Sie z. B. mit dem Regler-Tuning-Assistenten der Anwendung entsprechende Bewegungsprofile vor. Sollte das System mit diesen Einstellungen nicht stabil funktionieren, kann Stabilität durch verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers oder verringern des P-Anteils des Lagereglers erreicht werden. Erhöhen Sie anschließend den P-Anteil des Lagereglers schrittweise, bis an die Stabilitätsgrenze des Systems. Danach kann die Stabilität entweder durch Erhöhung des D-Anteils des Lagereglers oder durch Verringern des I-Anteils des Drehzahlreglers wieder hergestellt werden.

3 Betrieb im FAULHABER Modus

3.6 Technische Informationen

Spezialmodus für die Positionsregelung

Mit dem Befehl SR kann ein spezieller Modus der Positionsregelung aktiviert werden (Gain Scheduling). Dazu muss zur gewünschten SR - Einstellung der Wert 100 addiert werden.

Beispiel:

Gewünschte Einstellung SR10 mit Spezialmodus: **SR110**.

Bei Aktivierung dieses Modus wird der Parameter POR bei einer positionsgeregelten Anwendung sobald sich der Antrieb im Zielkorridor (einstellbar über den Befehl CORRIDOR) befindet, sukzessive reduziert. Dadurch kann ein wesentlich „ruhigerer“ Stillstand in der Zielposition erreicht werden. Sobald der Antrieb den Zielkorridor wieder verlässt, wird POR sofort wieder auf den eingestellten Wert erhöht.

4 CANopen Protokollbeschreibung

Wegweiser

Einführung	Seite 56
PDOs (Prozessdatenobjekte)	Seite 58
SDO (Servicedatenobjekt)	Seite 60
Emergency Object (Fehlermeldung)	Seite 62
SYNC Object	Seite 63
NMT (Netzwerkmanagement)	Seite 64
Einträge im Objektverzeichnis	Seite 67

4.1 Einführung

- CANopen ist ein standardisiertes Softwareprotokoll, das auf der CAN-Hardware aufsetzt (Controller Area Network).
- Die internationale CAN-Organisation CAN in Automation e.V. (CiA) definiert in DS301 das Kommunikationsprofil (Beschreibung der Kommunikationsstruktur und der Methoden für Parameterzugriff, Steuer- und Überwachungsfunktionen).
- Für die unterschiedlichen Geräte sind Geräteprofile spezifiziert, wie DSP402 für Antriebe und DS401 für E/A-Geräte (Allgemeine Gerätebeschreibung aus Sicht des Anwenders).
- Öffentliche Daten werden über das Objektverzeichnis verwaltet (Parametertabelle, Zugriff auf Einträge über Index und Sub-Index).
- Es gibt zwei Daten-Kommunikationsobjekte:
 - PDOs (Prozessdatenobjekte für Steuerung und Überwachung)
 - SDOs (Servicedatenobjekte für Zugriff auf das Objektverzeichnis)
- Weitere Objekte für Netzwerkmanagement, Knotenüberwachung und Synchronisation stehen zur Verfügung.
- CANopen unterstützt bis zu 127 Knoten pro Netzsegment mit Übertragungsraten bis zu 1 MBit/s.
- Die Kommunikation ist nachrichtenbezogen, jedes Kommunikationsobjekt erhält einen eigenen 11-Bit-Identifizier.

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.1 Einführung

Die FAULHABER Motion Controller unterstützen das CANopen-Kommunikationsprofil gemäß CiA DS301 V4, dabei werden folgende Kommunikationsobjekte unterstützt:

- 3 Sende PDOs
- 3 Empfangs PDOs
- 1 Server SDO
- 1 Emergency Object
- NMT mit Node Guarding
- 1 SYNC Object

Die Identifier-Konfiguration der CANopen-Objekte ist entsprechend dem "Predefined Connection Set" festgelegt (siehe [Kapitel 4.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)). Die Datenbelegung der PDOs ist fest vorgegeben (statisches PDO Mapping).

Viele Hersteller bieten CANopen-Libraries für PC- und SPS-Systeme an, über die die einzelnen Objekte komfortabel ansprechbar sind, ohne sich mit dem internen Aufbau beschäftigen zu müssen.

Der FAULHABER Motion Manager ermöglicht über eine grafische Benutzeroberfläche ebenfalls einen einfachen Zugang zu den einzelnen Objekten.

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

PDOs entsprechen einem CAN-Telegramm mit bis zu 8 Byte und dienen zur Übertragung von Prozessdaten, d. h. Steuerung und Überwachung des Geräteverhaltens. Die PDOs werden aus Sicht des Feldgerätes bezeichnet. Empfangs-PDOs (RxPDOs) werden vom Feldgerät empfangen und enthalten z.B. Steuerdaten, Sende-PDOs (TxPDOs) werden vom Feldgerät gesendet und enthalten z.B. Überwachungsdaten.

PDOs können nur übertragen werden, wenn das Gerät sich im Zustand "Operational" befindet (siehe [Kapitel 4.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)).

PDO Kommunikationsarten:

- Ereignisgesteuert: Daten werden automatisch nach Änderung vom Gerät gesendet.
- Remote Request (RTR): Daten werden nach einem Anforderungstelegramm gesendet.
- Synchronisiert: Daten werden nach Eintreffen eines SYNC-Objekts gesendet, siehe [Kapitel 4.5 „SYNC Object“](#).

Die FAULHABER Motion Controller stellen folgende PDOs zur Verfügung:

- Empfangs PDO1: Controlword nach DSP402
- Sende PDO1: Statusword nach DSP402
- Empfangs PDO2: FAULHABER Kommando
- Sende PDO2: FAULHABER Abfragedaten (RTR)
- Empfangs PDO3: FAULHABER Trace-Konfiguration
- Sende PDO3: FAULHABER Trace-Daten (RTR)

RxPDO1: Controlword

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x200 (512d) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Controlword nach CiA DSP402, das die Statemachine der Antriebseinheit steuert. Die PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6040 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im [Kapitel 6.1 „Device Control“](#) beschrieben.

TxPDO1: Statusword

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten	
0x180 (384d) + Node-ID	LB	HB

Enthält das 16-Bit Statusword nach CiA DSP402, das den Zustand der Antriebseinheit anzeigt. Die PDO verweist auf den Objekt-Index 0x6041 im Objektverzeichnis. Die Bitaufteilung ist im [Kapitel 6.1 „Device Control“](#) beschrieben.

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768d) + Node-ID	Cmd	LLB	LHB	HLB	HHB

Stellt den FAULHABER Kanal zur Übertragung von herstellerspezifischen Kommandos zur Verfügung. Sämtliche Parameter und Steuerkommandos der Antriebseinheit können mit Hilfe dieser PDO übertragen werden. Übertragen werden immer 5 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte das Argument als Long Integer Wert. Eine Beschreibung der Kommandos finden Sie im [Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“](#).

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.2 PDOs (Prozessdatenobjekte)

TxPDO2: FAULHABER Daten

11-Bit Identifier	6 Byte Nutzdaten					
0x280 (640d) + Node-ID	Cmd	LLB	LHB	HLB	HHB	Error

FAULHABER Kanal für Abfragebefehle. Ein Request (RTR) auf dieser PDO liefert die mit dem zuvor gesendeten Kommando angeforderten Daten. Übertragen werden immer 6 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte den gewünschten Wert als Long Integer gefolgt von einem Fehlercode. Über das Error-Byte kann auch überprüft werden, ob ein Sendekommando erfolgreich ausgeführt wurde (1 = Befehl erfolgreich ausgeführt, weitere Fehlercodes siehe [Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“](#)).

RxPDO3: Trace-Konfiguration

11-Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x400 (1024d) + Node-ID	Mode 1	Mode 2	TC	Packets	Period

Diese PDO dient zur Einstellung des Tracemodus, über den interne Parameter schnell ausgelesen werden können.

Die Datenbelegung sieht folgendermaßen aus:

Byte 0: Modus für Parameter 1

Byte 1: Modus für Parameter 2

Byte 2: Übertragung mit Timecode [1/0]

Byte 3: Anzahl zu übertragende Pakete pro Request (Default: 1)

Byte 4: Zeitabstand zwischen den Paketen (Default: 1 ms)

Die möglichen Betriebsarten für Parameter 1 und 2 sind im [Kapitel 5.2 „Trace“](#) beschrieben.

TxPDO3: Trace-Daten

11-Bit Identifier	3 bis 8 Byte Nutzdaten							
0x380 (896d) + Node-ID	Data0	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6	Data7

Ein Request (RTR) auf diese PDO liefert die Tracedaten entsprechend der über RxPDO3 vorgenommenen Einstellung (siehe [Kapitel 5.2 „Trace“](#)).

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Mit Hilfe des Servicedatenobjekts können Parameter im Objektverzeichnis (OV) gelesen und beschrieben werden. Der Zugriff erfolgt über den 16-Bit-Index und den 8-Bit-Subindex. Der Motion Controller fungiert dabei als Server, d. h. er stellt auf Anforderung des Clients (PC, SPS) Daten zur Verfügung (Upload) bzw. empfängt Daten vom Client (Download).

Byte0	Byte1-2	Byte3	Byte4
Command Specifier	16-Bit-Index	8-Bit-Subindex	1-4 Byte Parameter Data

→ Eintrag im Objektverzeichnis

Es werden 2 SDO-Übertragungsarten unterschieden:

- Expedited Transfer: Übertragung von maximal 4 Byte
- Segmented Transfer: Übertragung von mehr als 4 Byte

Da bei den FAULHABER Motion Controllern außer für die Abfrage der Version und des Gerätemens nur maximal 4 Datenbytes übertragen werden, wird im folgenden nur der Expedited Transfer beschrieben.

Die Telegramme sind immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

Lesen von OV-Einträgen: Client → Server, Upload Request

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x40	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

Server → Client, Upload Response

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408d) + Node-ID	0x4x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x4x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

- 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x4F
- 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x4B
- 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x47
- 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x43

Schreiben von OV-Einträgen: Client → Server, Download Request

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x2x	Index LB	Index HB	Subindex	LLB (D0)	LHB (D1)	HLB (D2)	HHB (D3)

Byte0 (0x2x) gibt die Anzahl der gültigen Datenbytes in D0-D3 und den Transfertyp an und ist beim Expedited Transfer (≤ 4 Datenbytes) wie folgt codiert:

- 1 Datenbyte in D0: Byte0 = 0x2F
- 2 Datenbytes in D0-D1: Byte0 = 0x2B
- 3 Datenbytes in D0-D2: Byte0 = 0x27
- 4 Datenbytes in D0-D3: Byte0 = 0x23

Falls keine Angabe der Anzahl Datenbytes erforderlich ist: Byte0 = 0x22

Server → Client, Download Response

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1407d) + Node-ID	0x60	Index LB	Index HB	Subindex	0	0	0	0

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.3 SDO (Servicedatenobjekt)

Abbruch des SDO-Protokolls im Fehlerfall:

Client → Server

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x600 (1536d) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Server → Client

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x580 (1408d) + Node-ID	0x80	Index LB	Index HB	Subindex	Error0	Error1	Error2	Error3

Error3: Fehlerklasse

Error2: Fehlercode

Error1: Zusätzlicher Fehlercode HB

Error0: Zusätzlicher Fehlercode LB

Fehlerklasse	Fehlercode	Zusatzcode	Beschreibung
0x05	0x03	0x0000	Toggle Bit nicht geändert
0x05	0x04	0x0001	SDO Command Specifier ungültig oder unbekannt
0x06	0x01	0x0000	Zugriff auf dieses Objekt wird nicht unterstützt
0x06	0x01	0x0002	Versuch auf einen Read_Only Parameter zu schreiben
0x06	0x02	0x0000	Objekt nicht im Objektverzeichnis vorhanden
0x06	0x04	0x0041	Objekt kann nicht in PDO gemappt werden
0x06	0x04	0x0042	Anzahl und/oder Länge der gemappten Objekte würde PDO- Länge überschreiten
0x06	0x04	0x0043	Allgemeine Parameter Inkompatibilität
0x06	0x04	0x0047	Allgemeiner interner Fehler im Gerät
0x06	0x06	0x0000	Zugriff wegen Hardware-Fehler abgebrochen
0x06	0x07	0x0010	Datentyp oder Parameterlänge stimmen nicht überein oder sind unbekannt
0x06	0x07	0x0012	Datentyp stimmt nicht überein, Parameterlänge zu groß
0x06	0x07	0x0013	Datentyp stimmt nicht überein, Parameterlänge zu klein
0x06	0x09	0x0011	Subindex nicht vorhanden
0x06	0x09	0x0030	Allgemeiner Wertebereich-Fehler
0x06	0x09	0x0031	Wertebereich-Fehler: Parameter wert zu groß
0x06	0x09	0x0032	Wertebereich-Fehler: Parameter wert zu klein
0x06	0x0A	0x0023	Resource nicht verfügbar
0x08	0x00	0x0021	Zugriff wegen lokaler Applikation nicht möglich
0x08	0x00	0x0022	Zugriff wegen aktuellem Gerätestatus nicht möglich

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.4 Emergency Object (Fehlermeldung)

Das Emergency Object informiert andere Busteilnehmer über aufgetretene Fehler.

Das Emergency Object ist immer 8 Byte groß und folgendermaßen aufgebaut:

11-Bit Identifier	8 Byte Nutzdaten							
0x80 (128d) + Node-ID	Error0 (LB)	Error1 (HB)	Error-Reg.	0	0	0	0	0

Die ersten beiden Bytes enthalten den 16-Bit-Error-Code, das dritte Byte enthält das Error-Register (Inhalt von Objekt 0x1001), die Bytes 4 und 5 enthalten das 16-Bit FAULHABER-Fehlerregister (Inhalt von Objekt 0x2320), die restlichen Bytes sind unbenutzt (immer 0).

Das Error-Register kennzeichnet die Fehlerart. Die einzelnen Fehlerarten sind bitkodiert und in nachfolgender Tabelle den jeweiligen Error Codes zugeordnet. Über das Objekt 0x1001 kann der letzte Wert des Error Registers abgefragt werden.

In der folgenden Fehlercode-Tabelle sind alle Fehler aufgeführt, die über Emergency-Telegramme gemeldet werden, sofern der entsprechende Fehler in der Emergency-Mask für das FAULHABER Fehlerregister gesetzt ist (siehe [Kapitel 6.8 „Fehlerbehandlung“](#)). Es werden nur solche Fehler gemeldet, für die in dieser Tabelle eine Emergency-Mask angegeben ist.

Emergency Error Codes

Error Code	Meaning	Emergency Mask	Error Register Bit
0x0000	no error		
0x1000	generic error		0
0x2000	current		
0x2300	current, device output side		
0x2310	continuous over current	0x0001	1
0x3000	voltage		
0x3200	voltage inside the device		
0x3210	over voltage	0x0004	2
0x4000	temperature		
0x4300	drive temperature		
0x4310	over temperature	0x0008	3
0x5000	device hardware		
0x5500	data storage		
0x5530	flash memory error	0x0010	5
0x6000	device software		
0x6100	internal software	0x1000	5
0x8000	monitoring		
0x8100	communication		
0x8130	life guard error	0x0100	4
0x8140	recovered from bus off	0x0200	4
0x8400	velocity speed controller (deviation)	0x0002	5
0x8600	positioning controller		
0x8611	following error (deviation)	0x0002	5

Beispiel:

Wenn im FAULHABER Fehlerregister 0x2320 unter Subindex 2 Bit 1 gesetzt ist, wird ein Emergency Telegramm mit den 8 Datenbytes 0x10 0x23 0x01 0x00 0x00 0x00 0x00 0x00 verschickt, wenn der über LCC eingestellte Strombegrenzungswert länger als die mit DCE eingestellte Fehlerverzögerungszeit überschritten wurde.

Error Register

Bit	Bedeutung
0	Generic error
1	Current
2	Voltage
3	Temperature
4	Communication error (overrun, error state)
5	Device profile specific
6	Reserved (always 0)

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.5 SYNC Object

Das SYNC Object ist ein kurzes Telegramm ohne Dateninhalt, das zum Triggern synchroner PDOs verwendet wird und somit ein quasi gleichzeitiges Starten von Prozessen auf verschiedenen Geräten ermöglicht.

Der Identifier des SYNC Objects kann im Objektverzeichnis unter Index 0x1005 eingestellt werden (Default: 0x80).

11-Bit Identifier	Keine Nutzdaten
0x80	

Ob eine PDO durch ein SYNC-Objekt getriggert werden soll, kann über den transmission type in den Communication Parameter Objekten der entsprechenden PDO eingestellt werden (siehe [Kapitel 8.1 „Kommunikationsobjekte nach CiA 301“](#)).

Folgende PDO-Übertragungsarten werden unterschieden:

Transmission Type	Bedeutung
255	asynchron (ereignisgesteuert)
253	asynchron, nur auf Anforderung (RTR)
252	synchron, nur auf Anforderung (RTR) PDO wird nur auf Anforderung nach einem SYNC-Objekt gesendet
1 – 240	synchron, zyklisch PDO wird immer wieder nach einem SYNC-Objekt gesendet. Der angegebene Wert stellt dabei gleichzeitig die Anzahl SYNC-Objekte dar, welche bis zum erneuten Senden der PDO empfangen worden sein müssen (1 = PDO wird mit jedem SYNC-Objekt gesendet).
0	synchron, azyklisch PDO wird einmal nach einem SYNC-Objekt gesendet bzw. ausgeführt, wenn sich deren Inhalt geändert hat (neue Parameterabfrage oder Statusänderung)

Synchrone Receive PDO:

Der mit der PDO übertragene Befehl wird erst mit Erhalt des SYNC-Objekts ausgeführt. Auf diese Weise können z. B. mehrere Achsen miteinander synchronisiert werden.

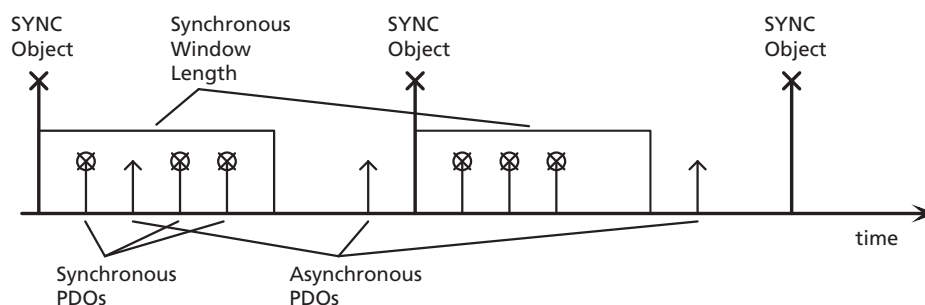
HINWEIS

Bei RxPDOs sind die Übertragungsarten 1-240 identisch mit Übertragungsart 0.



Synchrone Transmit PDO:

Nach Erhalt eines SYNC-Objekts wird die PDO mit den aktuellen Daten so schnell wie möglich losgeschickt (Synchronous Window Length = 0):



HINWEIS

Mit den Übertragungsarten 1-240 können Knoten auch gruppiert werden.



4 CANopen Protokollbeschreibung

4.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befinden sich die FAULHABER Motion Controller automatisch im Zustand „Pre-Operational“. In diesem Zustand kann außer über NMT-Nachrichten nur über Servicedatenobjekte (SDOs) mit dem Gerät kommuniziert werden, um Parametereinstellungen vorzunehmen oder abzufragen. Die FAULHABER Motion Controller werden bereits mit sinnvollen Default-Einstellungen für alle Objekte ausgeliefert, somit ist in der Regel keine weitere Parametrisierung beim Systemstart notwendig. Üblicherweise werden notwendige Parametereinstellungen einmal z.B. mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers durchgeführt und dann dauerhaft ins Daten-Flash gespeichert. Diese Einstellungen sind dann nach dem Systemstart sofort verfügbar.

Zum Starten eines CANopen-Gerätes genügt eine einzige CAN-Nachricht:

Start Remote Node:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten
0x000	0x01 Node-ID

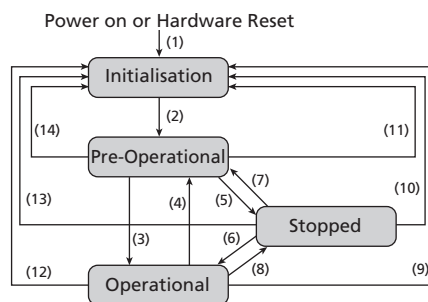
Oder, zum Starten des gesamten Netzwerkes:

Start All Remote Nodes:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten
0x000	0x01 0x00

Danach befinden sich die Geräte im Zustand „Operational“. Das Gerät ist jetzt voll funktionsfähig und kann über PDOs bedient werden.

Nachfolgend ist das Zustandsdiagramm angegeben:



- (1) At Power on the initialisation state is entered autonomously
- (2) Initialisation finished – enter PRE-OPERATIONAL automatically
- (3), (6) Start_Remote_Node indication
- (4), (7) Enter PRE-OPERATIONAL_State indication
- (5), (8) Stop_Remote_Node indication
- (9), (10), (11) Reset_Node indication
- (12), (13), (14) Reset_Communication indication

Im Zustand „Stopped“ („Prepared“) befindet sich das Gerät im Fehlerzustand und kann nicht mehr über SDO und PDOs bedient werden. Lediglich NMT-Nachrichten werden empfangen, um eine Zustandsänderung zu bewirken. Zustandsänderungen können mit Hilfe der NMT-Dienste durchgeführt werden:

Ein NMT-Telegramm besteht immer aus 2 Byte auf dem Identifier 0x000:

11-Bit Identifier	2 Byte Nutzdaten
0x000	CS Node-ID

CS: Command Specifier

Node-ID: Knotenadresse (0 = alle Knoten)

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Die möglichen Werte für den Command Specifier CS sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

Statusübergang	Command Specifier CS	Erläuterung
(1)	–	Der Initialisierungs-Status wird beim Einschalten selbsttätig erreicht.
(2)	–	Nach der Initialisierung wird der Status Pre-Operational automatisch erreicht, dabei wird die Boot-Up-Nachricht abgeschickt.
(3), (6)	CS = 0x01 (1d)	Start_Remote_Node. Startet das Gerät und gibt die Übertragung von PDOs frei.
(4), (7)	CS = 0x80 (128d)	Enter_Pre-Operational. Stoppt die PDO-Übertragung, SDO weiter aktiv.
(5), (8)	CS = 0x02 (2d)	Stop_Remote_Node. Gerät geht in den Fehlerzustand, SDO und PDO abgeschaltet.
(9), (10), (11)	CS = 0x81 (129d)	Reset_Node. Führt einen Reset durch. Alle Objekte werden auf Power-On Defaults zurückgesetzt.
(12), (13), (14)	CS = 0x82 (130d)	Reset_Communication. Führt einen Reset der Kommunikationsfunktionen durch.

Boot-Up Message:

Nach der Initialisierungsphase sendet der FAULHABER Motion Controller die Boot-Up Message, eine CAN-Nachricht mit einem Datenbyte (Byte0 = 0x00) auf dem Identifier der Node-Guarding-Nachricht (0x700 + Node-ID):

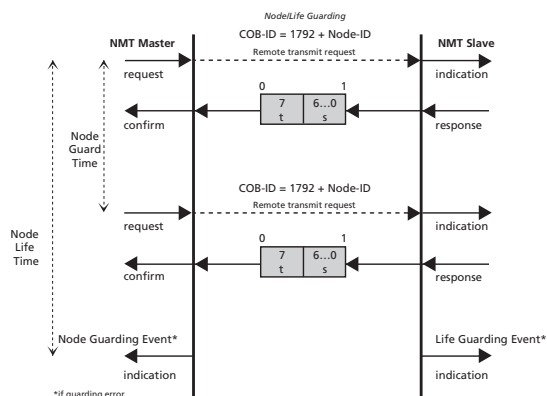
11-Bit Identifier	1 Byte Nutzdaten
0x700 (1792d) + Node-ID	0x00

Die Boot-Up Message signalisiert das Ende der Initialisierungsphase einer neu eingeschalteten Baugruppe, die daraufhin konfiguriert bzw. gestartet werden kann.

Node-Guarding / Life-Guarding:

Mit Hilfe des Node-Guarding-Objekts kann der momentane Zustand des Gerätes abgefragt werden. Dazu sendet der Master durch Setzen eines Remote-Frames einen Request (Anforderungstelegramm) auf den Guarding-Identifier des zu überwachenden Knoten. Dieser antwortet dann mit der Guarding-Nachricht, die den aktuellen Status des Knoten und ein Toggle Bit enthält.

Das nachfolgende Diagramm beschreibt das Node-Guarding-Protokoll:



t: Toggle Bit. Anfänglich 0, wechselt in jedem Guarding-Telegramm seinen Wert.

s: Status:

s = 0x04 (4d): Stopped

s = 0x05 (5d): Operational

s = 0x7F (127d): Pre-Operational

Ist eine Node-Life-Time > 0 eingestellt (Objekte 0x100C und 0x100D) wird ein Life-Guarding-Fehler gesetzt, wenn innerhalb der angegebenen Life-Time keine Node-Guarding-Abfrage des Masters mehr eintrifft (Life-Guarding).

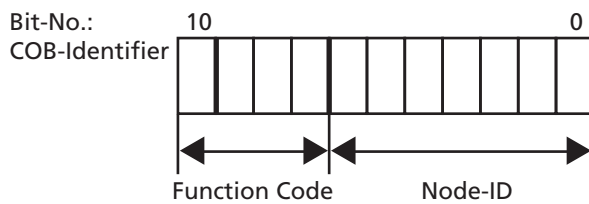
Die Reaktion auf einen Life Guarding Fehler kann über das FAULHABER Fehlerregister (Objekt 0x2320) eingestellt werden. Standardmäßig wird keine Aktion durchgeführt.

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.6 NMT (Netzwerkmanagement)

Identifizier-Verteilung:

CANopen bietet im "Predefined Connection Set" Default-Identifizier für die wichtigsten Objekte an. Diese setzen sich zusammen aus einer 7-Bit Knotenadresse (Node-ID) und einem 4-Bit Function Code gemäß folgendem Schema:



Die FAULHABER Motion Controller arbeiten nur mit diesen Default-Identifiziers:

Object	Funktion code (binary)	Resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
NMT	0000	0	-
SYNC	0001	128 (80h)	1005h

Object	Funktion code (binary)	Resulting COB-ID	Communication Parameters at Index
EMERGENCY	0001	129 (81h) – 255 (FFh)	1014h
PDO1 (tx)	0011	385 (181h) – 511 (1FFh)	1800h
PDO1 (rx)	0100	513 (201h) – 639 (27Fh)	1400h
PDO2 (tx)	0101	641 (281h) – 767 (2FFh)	1801h
PDO2 (rx)	0110	769 (301h) – 895 (37Fh)	1401h
PDO3 (tx)	0111	897 (381h) – 1023 (3FFh)	1802h
PDO3 (rx)	1000	1025 (401h) – 1151 (47Fh)	1402h
SDO (tx)	1011	1409 (581h) – 1535 (5FFh)	1200h
SDO (rx)	1100	1537 (601h) – 1663 (67Fh)	1200h
NMT Error Control	1110	1793 (701h) – 1919 (77Fh)	

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.7 Einträge im Objektverzeichnis

Im CANopen-Objektverzeichnis werden die Konfigurationsparameter verwaltet. Das Objektverzeichnis ist in drei Bereiche unterteilt:

1. Kommunikationsparameter (Index 0x1000 – 0x1FFF)
2. Herstellerspezifischer Bereich (Index 0x2000 – 0x5FFF)
3. Standardisierte Geräteprofile (0x6000 – 0x9FFF)

Der 1. Bereich enthält die Objekte nach DS301, der 2. Bereich ist für herstellerspezifische Objekte reserviert, und der 3. Bereich beinhaltet die von den FAULHABER Motion Controllern unterstützten Objekte nach DSP402.

Jedes Objekt kann über seinen Index und Subindex referenziert werden (SDO-Protokoll).

Übersicht der zur Verfügung stehenden Objekte:

a.) Kommunikationsobjekte nach DS301:

Index	Object	Name	Typ	Attribut
0x1000	VAR	device type	UNSIGNED32	ro
0x1001	VAR	error register	UNSIGNED8	ro
0x1003	ARRAY	pre-defined error field	UNSIGNED32	rw
0x1005	VAR	COB-ID SYNC	Unsigned32	rw
0x1008	VAR	manufacturer device name	Vis-String	const
0x1009	VAR	manufacturer hardware version	Vis-String	const
0x100A	VAR	manufacturer software version	Vis-String	const
0x100C	VAR	guard time	UNSIGNED16	rw
0x100D	VAR	life time factor	UNSIGNED8	rw
0x1010	ARRAY	store parameters	UNSIGNED32	rw
0x1011	ARRAY	restore default parameters	UNSIGNED32	rw
0x1014	VAR	COB-ID EMCY	UNSIGNED32	ro
0x1018	RECORD	identity object	Identity (23h)	ro
Server SDO Parameter				
0x1200	RECORD	1st server SDO parameter SDO	SDOParameter	ro
Receive PDO Communication Parameter				
0x1400	RECORD	1st receive PDO parameter PDO	PDOCommPar	rw
0x1401	RECORD	2nd receive PDO parameter PDO	PDOCommPar	rw
0x1402	RECORD	3rd receive PDO Parameter PDO	PDOCommPar	rw
Receive PDO Mapping Parameter				
0x1600	RECORD	1st receive PDO mapping PDO	PDOMapping	ro
0x1601	RECORD	2nd receive PDO mapping PDO	PDOMapping	ro
0x1602	RECORD	3rd receive PDO mapping PDO	PDOMapping	ro
Transmit PDO Communication Parameter				
0x1800	RECORD	1st transmit PDO parameter PDO	PDOCommPar	rw
0x1801	RECORD	2nd transmit PDO parameter PDO	PDOCommPar	rw
0x1802	RECORD	3rd transmit PDO parameter PDO	PDOCommPar	rw
Transmit PDO Mapping Parameter				
0x1A00	RECORD	1st transmit PDO mapping PDO	PDOMapping	ro
0x1A01	RECORD	2nd transmit PDO mapping PDO	PDOMapping	ro
0x1A02	RECORD	3rd transmit PDO mapping PDO	PDOMapping	ro

4 CANopen Protokollbeschreibung

4.7 Einträge im Objektverzeichnis

b.) Objekte des Antriebsprofils nach DSP402:

Index	Name	Typ	Attribut	Bedeutung
0x6040	controlword	Unsigned16	rw	Antriebssteuerung
0x6041	statusword	Unsigned16	ro	Statusanzeige
0x6060	modes of operation	Integer8	wo	Umschalten der Betriebsart
0x6061	modes of operation display	Integer8	ro	Eingestellte Betriebsart
0x6062	position demand value	Integer32	ro	Letzte Sollposition skaliert
0x6063	position actual value	Integer32	ro	Istposition in Inkrementen
0x6064	position actual value	Integer32	ro	Istposition skaliert
0x6067	position window	Unsigned32	rw	Zielpositionsfenster
0x6068	position window time	Unsigned16	rw	Zeit im Zielpositionsfenster
0x6069	velocity actual sensor value	Integer32	ro	Aktueller Geschwindigkeitswert
0x606B	velocity demand value	Integer32	ro	Sollgeschwindigkeit
0x606C	velocity actual value	Integer32	ro	Aktueller Geschwindigkeitswert
0x606D	velocity window	Unsigned16	rw	Endgeschwindigkeitsfenster
0x606E	velocity window time	Unsigned16	rw	Zeit im Endgeschwindigkeitsfenster
0x606F	velocity threshold	Unsigned16	rw	Geschwindigkeitsschwellwert
0x6070	velocity threshold time	Unsigned16	rw	Zeit unter Geschwindigkeits-schwellwert
0x607A	target position	Integer32	rw	Sollposition
0x607C	homing offset	Integer32	rw	Referenzpunktverschiebung
0x607D	software position limit	ARRAY Integer32	rw	Bereichsgrenzen
0x607E	polarity	Unsigned8	rw	Polarität (Bewegungsrichtung)
0x607F	max profile velocity	Unsigned32	rw	Maximalgeschwindigkeit
0x6081	profile velocity	unsigned32	rw	Maximalgeschwindigkeit
0x6083	profile acceleration	Unsigned32	rw	Beschleunigungswert
0x6084	profile deceleration	Unsigned32	rw	Bremsrampenwert
0x6085	quick stop deceleration	Unsigned32	rw	Quick Stop Bremsrampenwert
0x6086	motion profile type	Integer16	ro	Bewegungsprofil
0x608F	position encoder resolution	ARRAY Unsigned32	rw	Auflösung des externen Encoders
0x6093	position factor	ARRAY Unsigned32	rw	Positionsfaktor
0x6096	velocity factor	ARRAY Unsigned32	rw	Geschwindigkeitsfaktor
0x6097	acceleration factor	ARRAY Unsigned32	rw	Beschleunigungsfaktor
0x6098	homing method	Integer8	rw	Homingverfahren
0x6099	homing speed	ARRAY Unsigned32	rw	Homing-Geschwindigkeit
0x609A	homing acceleration	Unsigned32	rw	Homing-Beschleunigung
0x60F9	velocity control parameter set	ARRAY Unsigned16	rw	Parameter für Geschwindigkeits-regler
0x60FA	control effort	Integer32	ro	Reglerausgang
0x60FB	position control parameter set	ARRAY Unsigned16	rw	Parameter für Lageregler
0x60FC	position demand value	Integer32	ro	Letzte Sollposition in Inkrementen
0x60FF	target velocity	Integer32	rw	Sollgeschwindigkeit
0x6510	drive data	RECORD	rw	Antriebsinformationen

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Objekte finden Sie im [Kapitel 8 „Parameterbeschreibung“](#).

5 Erweiterte CAN-Funktionen

5.1 Der FAULHABER Kanal

Auf PDO2 steht ein spezieller FAULHABER Kanal zur Verfügung, über den sämtliche Befehle des Motion Controllers auf einfache Art und Weise ausgeführt werden können.

Für jedes FAULHABER Kommando gibt es ein entsprechendes CAN-Telegramm womit die CAN-Einheit analog zur seriellen Variante bedient werden kann. Alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit können über diesen Kanal angesprochen werden.

Im [Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“](#) befindet sich die komplette Beschreibung der FAULHABER Kommandos.

5.2 Trace

Über PDO3 ist es möglich Betriebsdaten zu tracen, d. h. online in einer Auflösung von bis zu 1 ms auszulesen. Nachdem die gewünschte Traceart über RxPDO3 eingestellt wurde, können die Werte durch Requests auf TxPDO3 hintereinander angefordert werden (siehe [Kapitel 4.2 „PDOs \(Prozessdatenobjekte\)“](#)).

Trace-Konfigurationen:

RxPDO3:

Byte	Funktion
0	Modus für Parameter 1
1	Modus für Parameter 2 255 = Kein zweiter Parameter
2	Übertragung mit Timecode 1 = Mit Timecode 0 = Ohne Timecode
3	Anzahl zu übertragende Datenpakete pro Request Default: 1
4	Zeitabstand zwischen den Paketen [ms] Default: 1

Folgende Werte für Parameter 1 und 2 stehen zur Verfügung:

- 0: Istgeschwindigkeit [Integer16, mm/s]
- 1: Sollgeschwindigkeit [Integer16, mm/s]
- 2: Reglerausgang [Integer16]
- 4: Motorstrom [Integer16, mA]
- 44: Gehäusetemperatur [Unsigned16, °C]
- 46: Spulentemperatur [Unsigned16, °C]
- 200: Istposition [Integer32, Inc]
- 201: Sollposition [Integer32, Inc]

Datenanforderung:

Je nach eingestelltem Modus für Parameter 1 und 2 werden nach einem Request (RTR) auf TxPDO3 3 bis 8 Byte auf TxPDO3 zurückgesendet:

- 1.) Modus 1 zwischen 0 und 15,
Modus 2 auf 255 (inaktiv)
 - 3 Byte ... 1. Byte: Low Byte Daten
 - 2. Byte: High Byte Daten
 - 3. Byte: Timercode

Die Daten sind im Integer16-Format.

5 Erweiterte CAN-Funktionen

5.2 Trace

- 2.) Modus 1 zwischen 16 und 199,
Modus2 auf 255 (inaktiv)
→ 3 Byte ... Codierung wie bei 1.)

Die Daten sind im Unsigned16-Format.

- 3.) Modus1 zwischen 200 und 255,
Modus2 auf 255 (inaktiv)
→ 5 Byte ...
1. Byte: Lowest Byte Daten
 2. Byte: Second Byte Daten
 3. Byte: Third Byte Daten
 4. Byte: Highest Byte Daten
 5. Byte: Timecode

Die Daten sind im Integer32-Format.

- 4.) Modus1 entsprechend 1.), 2.) oder 3.) und
Modus2 kleiner 255:

- 5 bis 8 Byte ...
- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| Byte 1 bis 2 (4): | Datenbytes von Modus1 |
| Byte 3 (5) bis 4 (6) (8): | Datenbytes von Modus2 |
| Byte 5 (7): | Timecode |

Die Datenbytes von Modus2 sind codiert wie bei Modus1.

Der Timecode entspricht dem Vielfachen der Zeitbasis von 1 ms und definiert den Zeitabstand zum letzten Senden. Bei Anforderung von zwei Integer32 Parametern ist kein Platz mehr für den Timecode im CAN-Telegramm, der Konfigurationsparameter 2 muss daher auf 0 (Übertragung ohne Timecode) gesetzt werden. Die Zeitmessung muss dann im Master erfolgen.

HINWEIS



Die Tracedaten können auch anstatt über RTR mit einem SYNC Object ausgelesen werden. Hierfür ist der transmission type von TxPDO3 in Objekt 0x1802 auf eine Synchron-Übertragungsart zu setzen (siehe [Kapitel 4.5 „SYNC Object“](#)). Auf diese Weise können von mehreren Knoten gleichzeitig Daten ausgelesen werden.

Beispiel:

Aufzeichnen der Istposition und des Motorstroms von Knoten 1.

- a.) Trace-Konfiguration einstellen
Transmit ID 401: C8 04 01 01 01
 - b.) Datenanforderung
Request ID 381
 - c.) Antwort
Receive ID 381: 10 27 00 00 32 00 03
- Byte 1 bis 4: Position 10 000
Byte 5 bis 6: Motorstrom 50 mA
Byte 7: Timecode 3 ms

Weitere Daten können durch erneute Requests auf ID 381 angefordert werden.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

Wegweiser

Device Control	Seite 72
Profile Position Mode und Position Control Function	Seite 79
Homing Mode	Seite 84
Profile Velocity Mode	Seite 88
Antriebsparameter/Common Entries	Seite 91
Ein/Ausgänge	Seite 92
Fehlerbehandlung	Seite 94

Das CANopen Geräteprofil für Antriebe und Motion Control Anwendungen (CiA 402) der CANopen Nutzerorganisation CAN in Automation (CiA) setzt auf der allgemeinen CANopen Protokollbeschreibung CiA 301 wie in Kapitel 4 beschrieben auf.

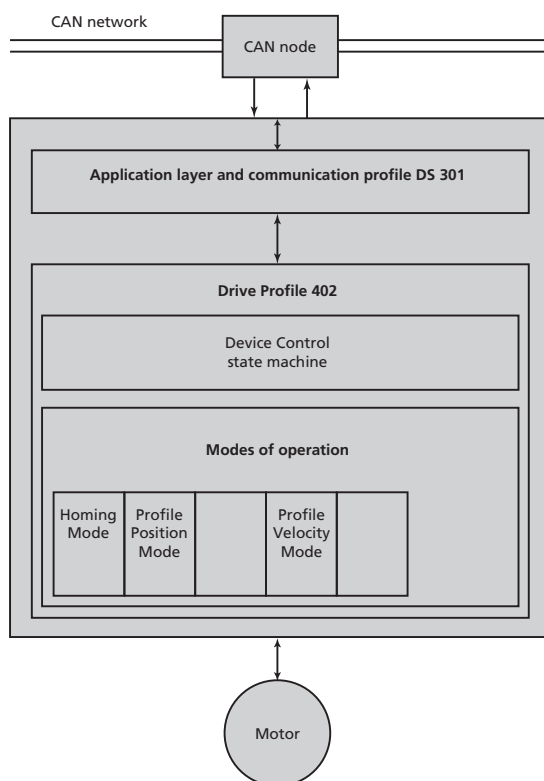
Die Kommunikation mit dem Antrieb erfolgt über die dort beschriebenen Mechanismen. Bevor der Antrieb angesprochen werden kann, muss die Baudrate eingestellt und dem CAN Knoten eine Knotennummer zugewiesen sein. Außerdem muss der zugrunde liegende CANopen Knoten über das Netzwerkmanagement (NMT) aktiviert sein (siehe [Kapitel 4.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)).

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

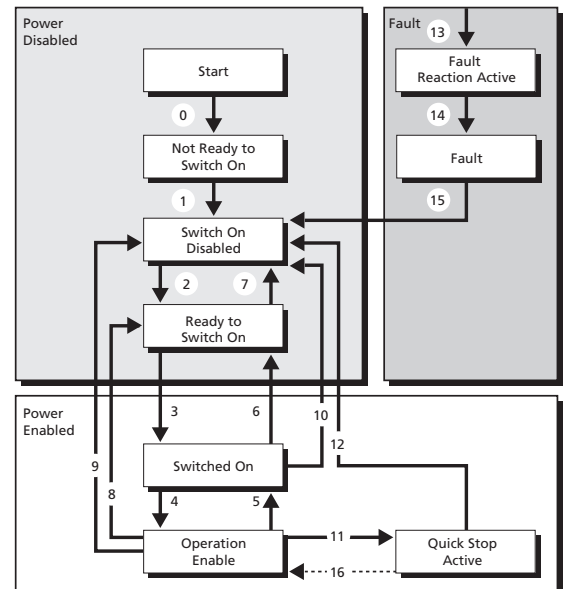
6.1 Device Control

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen aus dem Profil CiA 402 „Device Control“ sowie die Betriebsarten „Profile Position Mode“, „Profile Velocity Mode“ und „Homing Mode“.

6.1.1 Statemachine des Antriebs



Das Antriebsverhalten wird in CANopen über eine Statemachine abgebildet. Die Zustände können über das Controlword gesteuert und über das Statusword angezeigt werden:



Nach dem Einschalten und der erfolgreich durchgeführten Initialisierung befindet sich der FAULHABER Antrieb sofort im Zustand „Switch On Disabled“. Die Übergänge 0 und 1 werden dabei autonom durchlaufen.

Eine Zustandsänderung innerhalb der Statemachine des Antriebs nach CiA 402 kann erst vorgenommen werden, wenn sich der zugrunde liegende CANopen Knoten im Zustand „Operational“ befindet (siehe [Kapitel 4.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)).

Das Kommando „Shutdown“ bringt den Antrieb in den Zustand „Ready to Switch On“ (Übergang 2).

Das Kommando „Switch On“ schaltet dann die Leistungsstufe ein. Der Antrieb ist nun enabled und befindet sich im Zustand „Switched On“ (Übergang 3).

Das Kommando „Enable Operation“ bringt den Antrieb in den Zustand „Operation Enabled“, die normale Betriebsart des Antriebs (Übergang 4). Das Kommando „Disable Operation“ bringt den Antrieb wieder in den Zustand „Switched On“ und dient z.B. zum Abbruch einer laufenden Operation (Übergang 5).

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.1 Device Control

Die in der Abbildung eingezeichneten Zustandsänderungen werden durch folgende Kommandos ausgeführt:

Kommando	Übergänge
Shutdown	2, 6, 8
Switch on	3
Disable Voltage	7, 9, 10, 12
Quick Stop	7, 10, 11
Disable Operation	5
Enable Operation	4, 16
Fault Reset	15

Controlword (0x6040)

Die Kommandos zur Ausführung von Zustandsänderungen werden durch Kombinationen der Bits 0 – 3 im Controlword ausgeführt. Das Controlword befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6040 und wird in der Regel mit PDO1 übertragen.

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6040	0	controlword	Unsigned16	rw	0	Antriebssteuerung

Die Bits im Controlword haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Kommandos für Device Control State-machine						
		shut-down	Switch on	Disable Voltage	Quick Stop	Disable Operation	Enable Operation	Fault Reset
0	Switch on	0	1	X	X	1	1	X
1	Enable Voltage	1	1	0	1	1	1	X
2	Quick Stop	1	1	X	0	1	1	X
3	Enable Operation	X	0	X	X	0	1	X
4	New set-point/Homing operation start							
5	Change set immediately							
6	abs/rel							
7	Fault reset							0->1
8	Halt							
9	0							
10	0							
11	0							
12	0							
13	0							
14	0							
15	0							

Bedeutung der weiteren Bits im Controlword:

Funktion	Beschreibung
New set-point	0: Keine neue Zielposition vorgeben 1: Neue Zielposition vorgeben
Change set immediately	0: Starte eine neue Positionierung wenn laufende Positionierung beendet ist. 1: Unterbreche die aktuelle Positionierung und starte eine Neue
abs/rel	0: Target Position ist ein absoluter Wert 1: Target Position ist ein relativer Wert
Fault reset	0->1: Fehler zurücksetzen
Halt	0: Bewegung kann ausgeführt werden 1: Antrieb stoppen

Die Befehlsfolgen zum Start einer Positionierung, eines Geschwindigkeitsregelbetriebs oder einer Homing Sequenz werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.1 Device Control

Beispiel

Schrittfolge der Transitionen um einen Antrieb in den Zustand Enable Operation zu versetzen:

1. Shutdown:

Controlword = 0x00 06

2. Switch on:

Controlword = 0x00 07

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden:

3. Enable Operation:

Controlword = 0x00 0F

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann.

Beispiel

Schrittfolge der Transitionen um einen Antrieb aus dem Fehlerzustand zu holen:

1. Fault reset:

Controlword = 0x00 80

2. Shutdown:

Controlword = 0x00 06

3. Switch on:

Controlword = 0x00 07

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Switched On“. Um Fahrbefehle ausführen zu können muss anschließend noch der Betrieb freigeschaltet werden:

4. Enable Operation:

Controlword = 0x00 0F

Der Antrieb befindet sich dann im Zustand „Operation Enabled“, in dem er über die entsprechenden Objekte der eingestellten Betriebsart bedient werden kann.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.1 Device Control

Statusword (0x6041)

Der aktuelle Zustand des Antriebs wird in den Bits 0 – 6 des Statusword abgebildet. Bei Zustandsänderungen sendet der FAULHABER Motion Controller in seiner Voreinstellung automatisch das aktuelle Statusword auf PDO1. Über einen Remote-Request auf PDO1 kann der aktuelle Zustand auch jederzeit abgefragt werden. Das Statusword befindet sich im Objektverzeichnis unter Index 0x6041.

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6041	0	statusword	Unsigned16	ro	0	Statusanzeige

Die Bits des Statuswords haben folgende Bedeutung:

Bit	Funktion	Zustand der Device Control State-machine							
		Not Ready to Switch On	Switch On Disabled	Ready to Switch On	Switched On	Operation Enabled	Quick stop active	Fault reaction active	Fault
0	Ready to Switch On	0	0	1	1	1	1	1	0
1	Switched On	0	0	0	1	1	1	1	0
2	Operation Enabled	0	0	0	0	1	1	1	0
3	Fault	0	0	0	0	0	0	1	1
4	Voltage Enabled	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Quick Stop	X	X	1	1	1	0	X	X
6	Switch On Disabled	0	1	0	0	0	0	0	0
7	Warning								
8	0								
9	Remote								
10	Target Reached								
11	Internal limit active								
12	Set-point acknowledge/Speed/Homing attained								
13	Homing Error								
14	Hard Notify								
15	0								

Bedeutung der weiteren Bits im Statusword

Funktion	Beschreibung
Warning	nicht verwendet
Remote	nicht verwendet
Target Reached	0: Zielposition bzw. Sollgeschwindigkeit noch nicht erreicht 1: Target Position bzw. Target Velocity erreicht. (Halt = 1: Antrieb hat Geschwindigkeit 0 erreicht)
Set-point acknowledge	0: Noch keine neue Sollposition übernommen (Profile Position Mode) 1: Neue Sollposition übernommen
Homing attained	0: Homing Sequenz noch nicht abgeschlossen 1: Homing Sequenz erfolgreich abgeschlossen
Speed	0: Geschwindigkeit ungleich 0 (Profile Velocity Mode) 1: Geschwindigkeit 0
Homing Error	0: kein Fehler 1: Fehler
Hard Notify	0: kein Endschalter hat geschaltet 1: ein Notify-Schalter hat geschaltet (siehe Objekt 0x2311 welcher Eingang geschaltet hat)

Bit 10 (Target Reached) wird gesetzt, wenn der Antrieb im Profile Position Mode seine Sollposition erreicht hat, oder im Profile Velocity Mode seine Sollgeschwindigkeit erreicht hat. Die Vorgabe eines neuen Sollwertes löscht das Bit.

Bit 11 (Internal Limit active) zeigt das Erreichen einer internen Bereichsgrenze an.

Bit 12 (Setpoint acknowledge/Speed) wird gesetzt nach Erhalt eines neuen Positionierkommandos (Controlword mit New Set-Point) und zurückgesetzt, wenn die Sollposition erreicht oder New set-point im Controlword zurückgesetzt wurde (Handshake für Positionierkommando). Im Profile Velocity Mode wird das Bit gesetzt bei Geschwindigkeit 0.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.1 Device Control

6.1.2 Auswahl der Betriebsart

Über den Parameter Modes of Operation wird das aktive Antriebsprofil gewählt, über den Eintrag Modes of Operation Display kann die aktuelle Betriebsart zurückgelesen werden.

Modes of operation (0x6060)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6060	0	modes of operation	Integer8	wo	1	Umschalten der Betriebsart

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen folgende Betriebsarten::

- 1 CiA 402 Profile Position Mode (Positionsregelung)
- 3 CiA 402 Profile Velocity Mode (Geschwindigkeitsregelung)
- 6 CiA 402 Homing Mode (Referenzfahrt)
- 1 FAULHABER spezifische Betriebsart

Die Betriebsarten entsprechend CiA 402 werden in den folgenden Abschnitten beschrieben. Die Betriebsarten der FAULHABER spezifischen Betriebsart werden im [Kapitel 3 „Betrieb im FAULHABER Modus“](#) beschrieben.

Modes of operation display (0x6061)

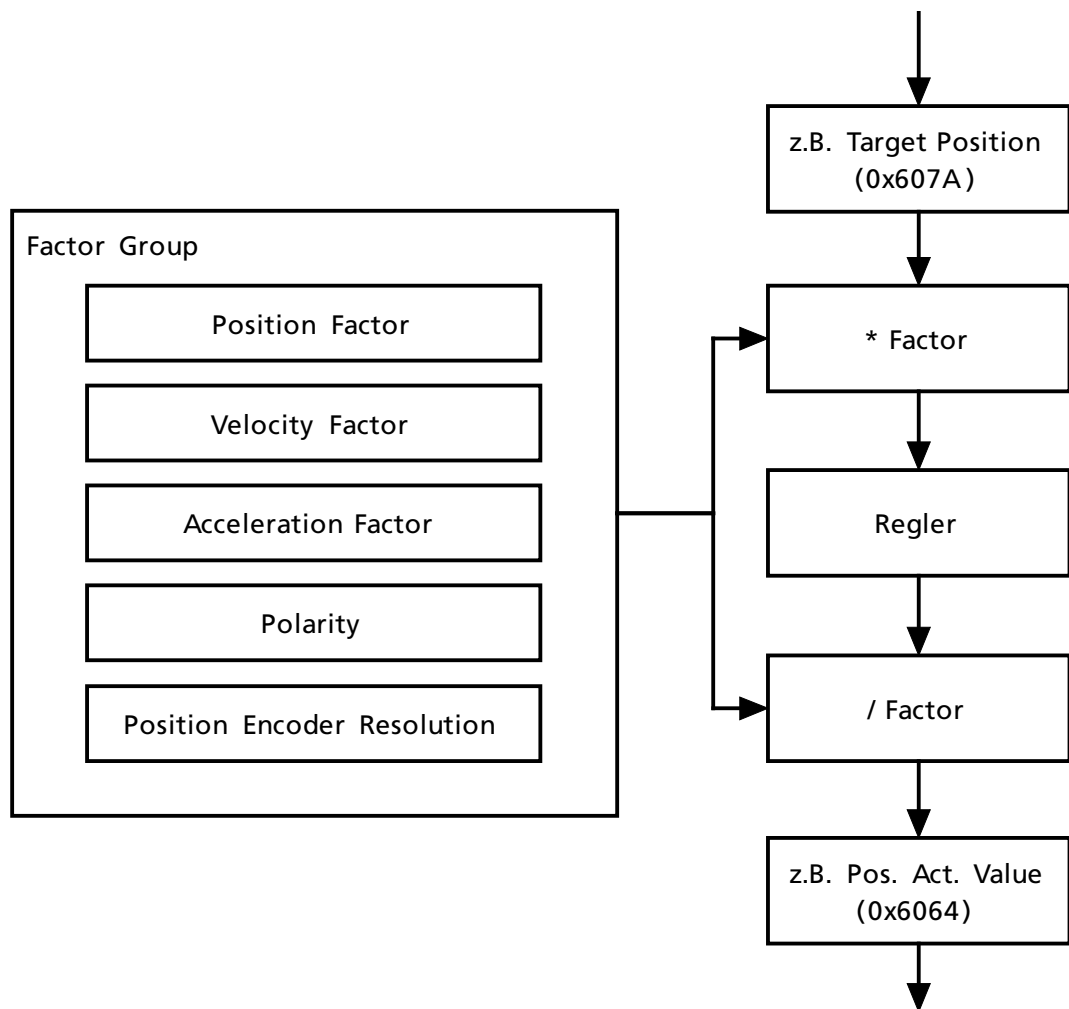
Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6061	0	modes of operation display	Integer8	ro	1	Anzeige der eingestellten Betriebsart

Die eingestellte Betriebsart kann hier abgefragt werden, die Bedeutung der Rückgabewerte entspricht den Werten des Objektes 0x6060.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.2 Factor Group

Auswirkungen der Factor Group auf die Soll- und Istwerte der Regler



Die Objekte dieses Bereichs dienen der Umrechnung zwischen internen Größen und benutzerdefinierten physikalischen Größen. Die effektiven Faktoren werden jeweils über einen Quotient ermittelt:

$$\text{Faktor} = \frac{\text{Zähler (numerator)}}{\text{Nenner (divisor)}}$$

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen die Umrechnung der Position, der Geschwindigkeit und der Beschleunigung an der Schnittstelle in benutzerdefinierte Größen.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.2 Factor Group

Position Factor (0x6093)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6093	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Positionsfaktors
	2	feed_constant	Unsigned32	rw	1	Nenner des Positionsfaktors

Über den Position Factor kann die gewünschte Positionseinheit für den Profile Position Mode eingestellt werden. Intern wird die Encoderauflösung bzw. die Auflösung der analogen Hallsignale bei LM-Motoren ohne Encoder verwendet.

Velocity Factor (0x6096)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6096	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Geschwindigkeitsfaktors
	2	divisor	Unsigned32	rw	1	Nenner des Geschwindigkeitsfaktors

Über den Velocity Factor kann die gewünschte Geschwindigkeitseinheit eingestellt werden. Intern wird die Geschwindigkeit in mm/s verwendet.

Acceleration Factor (0x6097)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6097	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Beschleunigungsfaktors
	2	divisor	Unsigned32	rw	1	Nenner des Beschleunigungsfaktors

Über den Acceleration Factor kann die gewünschte Einheit der Beschleunigungswerte eingestellt werden. Intern werden Beschleunigungen in $1/s^2$ dargestellt.

Polarity (0x607E)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607E	0	polarity	Unsigned8	rw	0	Bewegungsrichtung

Über die Einträge in diesem Objekt kann die Bewegungsrichtung des angeschlossenen Encoders für die unterstützten Betriebsarten ändern:

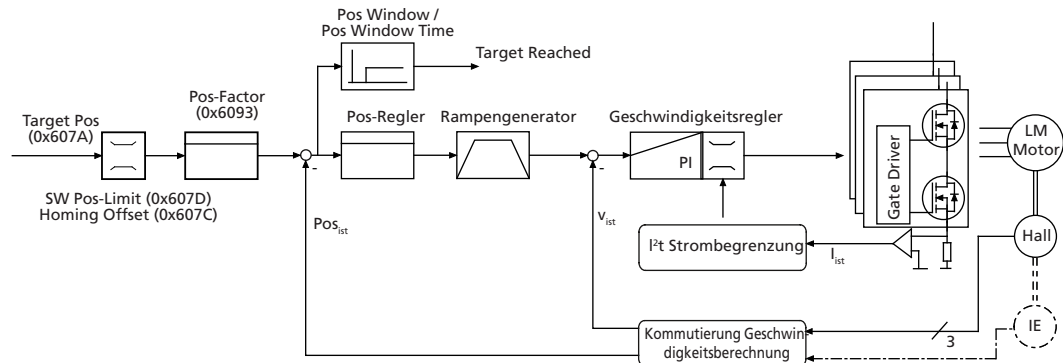
Bit 7 = 1 → negative Bewegungsrichtung im Positionierbetrieb

Bit 6 = 1 → negative Bewegungsrichtung im Geschwindigkeitsbetrieb

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Reglerstruktur bei Positionsregelung im Profile Position Mode



In dieser Betriebsart werden die Sollposition und die Reglereinstellungen über die Einträge im Objektverzeichnis vorgegeben.

Betriebsart im Überblick

Im Profile Position Mode positioniert der Antrieb auf die übergebene Zielposition.

Damit der Antrieb im Profile Position Mode betrieben werden kann, muss diese Betriebsart im Parameter Modes of Operation (0x6060) eingestellt sein. Außerdem muss sich der Antrieb über seine Zustandsmaschine im Zustand Operation Enabled befinden.

Nach dem Einschalten muss in der Regel eine Referenzfahrt über den Homing Mode ausgeführt werden, um den Positionswert am Homing-Endschalter abzunullen (siehe [Kapitel 6.4 „Homing Mode“](#)).

Ein Positionssollwert wird über das Objekt Target Position (0x607A) vorgegeben. Der Positioniervorgang wird über Bit 4 im Controlword gestartet. Über Bit 6 im Controlword kann zusätzlich vorgegeben werden, ob der Sollwert absolut oder relativ interpretiert werden soll.

Voraussetzung für den Betrieb im Profile Position Mode sind korrekt eingestellte Drehzahl- und Positionsregler.

Für den Bewegungsbereich können zusätzlich zum Sollwert über das Objekt Software Position Limit (0x607D) Bereichsgrenzen vorgegeben werden.

Die eingestellten Maximalwerte für Beschleunigung, Bremsrampe und Geschwindigkeit werden zusätzlich berücksichtigt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

Das Erreichen der Zielposition wird über das Bit 10 „Target Reached“ im Statusword des Antriebs signalisiert. Falls der Übertragungstyp für das jeweilige PDO auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Software Position Limit (0x607D)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607D	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	min position limit	Integer32	rw	$-1,8 \cdot 10^9$	Untere Positionier-Bereichsgrenze
	2	max position limit	Integer32	rw	$+1,8 \cdot 10^9$	Obere Positionier-Bereichsgrenze

Die Positionierbereichsgrenzen werden in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über den Position Factor in die interne Darstellung umgerechnet.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Position Control ParameterSet (0x60FB)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FB	0	Number of entries	Unsigned16	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	Proportional term PP	Unsigned16	rw	*)	Lageregler P-Anteil
	2	Derivative term PD	Unsigned16	rw	*)	Lageregler D-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Position Window (0x6067)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x6067	0	position window	Unsigned32	rw	20	Zielpositionsfenster

Symmetrischer Bereich um die Sollposition, der für die Meldung „Target Reached“ verwendet wird. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Position Factors.

Position Window Time (0x6068)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x6068	0	position window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Zielpositionsfenster

Wenn der Antrieb mindestens die hier eingestellte Zeit in Millisekunden im Bereich des Position Window verweilt, wird das Bit 10 im Statusword (Target Reached) gesetzt.

Abfrage aktueller Werte / Position Control Function

Die letzte Sollposition kann über das Objekt Position Demand Value auf Index 0x60FC in internen Einheiten und über den Eintag auf Index 0x6062 in benutzerdefinierten Einheiten zurück gelesen werden.

Die aktuelle Position kann über das Objekt Position Actual Value auf Index 0x6063 in internen Einheiten bzw. über Index 0x6064 in benutzerdefinierten Einheiten zurück gelesen werden. Die Beschreibung der Objekte findet sich im [Kapitel 8.3 „Objekte des Antriebsprofils CiA 402“](#).

Zusätzliche Einstellungen

Inkrementalencoder als Positionsgeber

Für LM-Motoren wird die Position per Default über die analogen Hallensoren mit einer Auflösung von 3 000 Inkrementen pro magnetischem Polabstand ausgewertet. Alternativ kann auch bei LM-Motoren im Profile Position Mode mit einem Inkrementalgeber als Positionsgeber gearbeitet werden. Dazu muss der Antrieb im ENCMOD konfiguriert sein. Dies kann im FAULHABER Modus über die FAULHABER Befehle auf PDO2 oder über den Motion Manager erfolgen. Nach der initialen Konfiguration kann der Profile Position Mode gewählt werden.

Rampengenerator

Der Ausgang des Positionsreglers wird zusätzlich über einen Rampengenerator auf die zulässigen Beschleunigungs- und Bremswerte sowie die maximale Geschwindigkeit begrenzt.

Unterstützt wird ausschließlich ein Trapezprofil mit linearen Geschwindigkeitsrampen. Diese Einstellung kann im Objekt Motion Profile Type (0x6086) ausgelesen werden.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Profile Velocity (0x6081) und Max Profile Velocity (0x607F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6081	0	profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximalgeschwindigkeit
0x607F	0	max profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximalgeschwindigkeit

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Maximale Geschwindigkeit während einer Positionierung. Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors. Beide Objekte beschreiben denselben internen Parameter.

Profile Acceleration (0x6083)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6083	0	profile acceleration	Unsigned32	rw	30 000.	Maximale Beschleunigung

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.

Profile Deceleration (0x6084)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6084	0	profile deceleration	Unsigned32	rw	30 000.	Maximale Verzögerung

Quick Stop Deceleration (0x6085)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6085	0	quick stop deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Bremsrampenwert bei Quick Stop

Die Vorgabe der Beschleunigungswerte erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend dem Wert des angegebenen Acceleration Factors.

Geschwindigkeitsregler / Strombegrenzung

Für den unterlagerten Geschwindigkeitsregler können die Reglerparameter ebenfalls angepasst werden. Zusätzlich kann der Antrieb über die über den FAULHABER Kanal (PDO2) oder den Motion Manager zur Verfügung stehenden Strombegrenzungswerte LPC und LCC vor Überlastung geschützt werden (siehe [Kapitel 6.5 „Profile Velocity Mode“](#)).

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Befehle zur Bewegungssteuerung

Ein Positionssollwert wird über das Objekt Target Position (0x607A) vorgegeben. Der Positioniervorgang wird über Bit 4 im Controlword gestartet. Über Bit 6 im Controlword kann zusätzlich vorgegeben werden, ob der Sollwert absolut oder relativ interpretiert werden soll.

Target Position (0x607A)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x607A	0	Target position	Integer32	rw	0	Sollposition

Die Sollposition wird in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über die Objekte der Factor Group in die interne Darstellung umgerechnet.

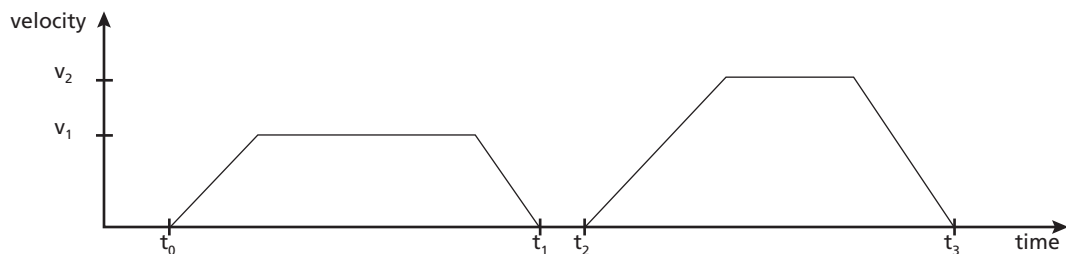
Die Übernahme einer neuen Sollposition wird vom Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 12 (Set-point Acknowledge) quittiert. Das Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 10 (Target Reached). „Target Reached“ bleibt solange gesetzt, bis eine neue Positionierung gestartet wird oder die Endstufe abgeschaltet wird.

Wenn während einer Positionierung ein neuer Sollwert vorgegeben wird (Controlword mit gesetztem Bit 4), wird dieser sofort übernommen und die neue Sollposition wird angefahren. Auf diese Weise können kontinuierliche Bewegungsprofile abgefahren werden, ohne dass der Antrieb zwischendurch auf Geschwindigkeit 0 abgebremst werden muss.

Ablauf bei einzelnen Positionierungen:

Voraussetzung: NMT-Zustand „Operational“, Antriebszustand „Operation Enabled“ und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Position Mode (1) gesetzt.

1. Target Position (0x607A) auf den gewünschten Wert für die Sollposition setzen.
2. Im Controlword Bit 4 (New Set-point) auf „1“ setzen und Bit 6 (abs/rel) je nachdem, ob absolute oder relative Positionierung gewünscht.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (Set-point Acknowledge) im Statusword gesetzt und startet die Positionierung.
4. Das Erreichen der Sollposition meldet der Antrieb über das Statusword mit gesetztem Bit 10 (Target Reached). Ein neuer Positionierauftrag kann nun gestartet werden (New Set-point).



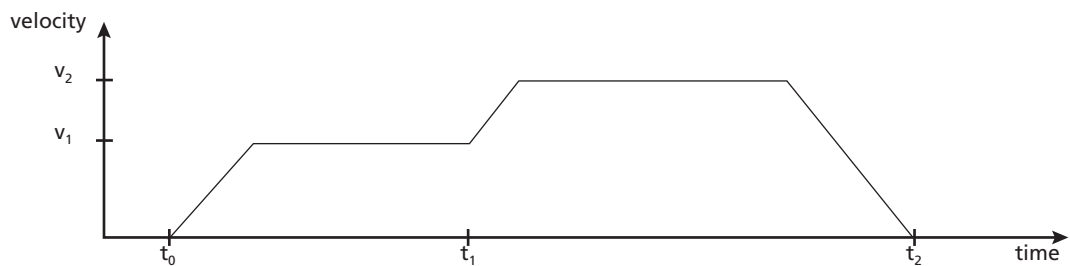
6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.3 Profile Position Mode und Position Control Function

Ablauf bei einer Folge von Sollwerten:

Voraussetzung: NMT-Zustand „Operational“, Antriebszustand „Operation Enabled“ und Modes of Operation (0x6060) auf Profile Position Mode (1) gesetzt.

1. Target Position (0x607A) auf den gewünschten Wert für die Sollposition setzen.
2. Im Controlword Bit 4 (New Set-point) auf „1“ setzen und Bit 6 (abs/rel), je nachdem ob absolute oder relative Positionierung gewünscht.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (Set-point acknowledge) im Statusword gesetzt und startet die Positionierung.
4. Ein neuer Positionierauftrag kann bereits jetzt gestartet werden (New Set-point), bei relativen Positionierungen wird dabei die neue Sollposition zur letzten Sollposition hinzuaddiert. Die neue Sollposition wird dann sofort angefahren.
5. Das Ende des Bewegungsablaufes wird signalisiert durch das Statusword mit gesetztem Bit 10 (Target reached).



6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.4 Homing Mode

Die Objekte dieses Bereichs stehen für den Homing Modus zur Verfügung. Nach dem Einschalten muss in der Regel eine Referenzfahrt (Homing) ausgeführt werden, um den Positionswert am Homing-Endschalter abzunullen. Welche Eingänge als Homing-Endschalter verwendet werden sollen, kann über das Objekt 0x2310 eingestellt werden (siehe [Kapitel 8.2 „Herstellerspezifische Objekte“](#)).

Homing Offset

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607C	0	homing offset	Integer32	rw	0	Nullpunktverschiebung von der Referenzposition

Homing Method

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6098	0	homing method	Integer8	rw	0	Homingverfahren

Unterstützt werden alle in DSP402 V2 definierten Homing Methoden:

- 1 bis 14: Homing mit Index Impuls (falls vorhanden)
- 17 bis 30: Homing ohne Index Impuls
- 33, 34: Homing am Indeximpuls (falls vorhanden)
- 35: Homing an der aktuellen Position

HINWEIS



Endschalter begrenzen den Bewegungsbereich (Negative/Positive Limit Switch), können aber auch gleichzeitig als Referenzschalter für die Null-Position verwendet werden. Ein Homing-Schalter ist ein eigener Referenzschalter für die Null-Position.

Methode 1 und 17

Homing am unteren Endschalter (Negative Limit Switch)

Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des unteren Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach oben aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 1 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

Methode 2 und 18

Homing am oberen Endschalter (Positive Limit Switch)

Wenn der Endschalter inaktiv ist, fährt der Antrieb zunächst in Richtung des oberen Endschalters, bis dessen positive Flanke erkannt wurde. Ist der Endschalter aktiv, fährt der Antrieb nach unten aus dem Endschalter heraus, bis die negative Flanke erkannt wurde. Bei Methode 2 wird dann noch auf den nächsten Indeximpuls weiter gefahren, an dem die Home-Position gesetzt wird.

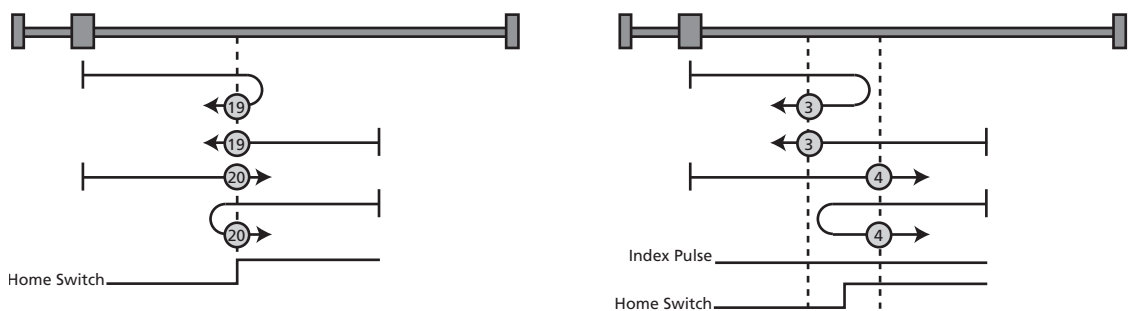
6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.4 Homing Mode

Methode 3, 4 und 19, 20

Homing an einem positiven Homing-Schalter (Positive Home Switch)

Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Schalter hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (3, 19) oder steigenden (4, 20) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine steigende Flanke des Homing-Schalters. Der FAULHABER Parameter HP für den verwendeten Endschalter wird hier gleichzeitig auf 1 (steigende Flanke) gesetzt.



Methode 5, 6 und 21, 22

Homing an einem negativen Homing-Schalter (Negative Home Switch)

Je nachdem, welchen Zustand der Homing-Schalter hat, fährt der Antrieb entweder in die eine oder die andere Richtung bis zur fallenden (5, 21) oder steigenden (6, 22) Flanke. Dabei gibt es in Richtung des oberen Endschalters nur eine fallende Flanke des Homing-Schalters. Der FAULHABER Parameter HP für den verwendeten Endschalter wird hier gleichzeitig auf 0 (fallende Flanke) gesetzt.

Methode 7 bis 14 und 23 bis 30

Homing am Homing-Schalter (Home Switch)

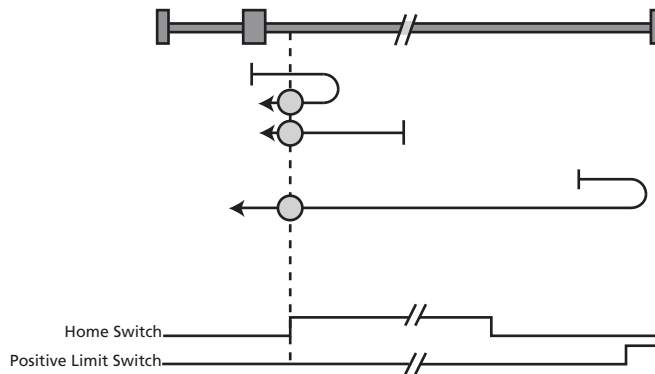
Diese Methoden verwenden einen Endschalter, der nur in einem bestimmten Bereich des Weges aktiv ist. Dabei wird unterschieden wie auf die beiden Flanken reagiert werden soll.

Bei den Methoden 7 bis 14 wird nach Detektion der Flanke bis zum Index-Impuls weitergefahren, an dem die Homing-Position dann gesetzt wird.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.4 Homing Mode

Methode 7 und 23 Homing an fallender Flanke unten.
Start in positiver Richtung, wenn Schalter inaktiv



Methode 8 und 24 Homing an steigender Flanke unten.
Start in positive Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 9 und 25 Homing an steigender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 10 und 26 Homing an fallender Flanke oben.
Start immer in positiver Richtung.

Methode 11 und 27 Homing an fallender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 12 und 28 Homing an steigender Flanke oben.
Start in negativer Richtung, wenn Schalter inaktiv.

Methode 13 und 29 Homing an steigender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 14 und 30 Homing an fallender Flanke unten.
Start immer in negativer Richtung.

Methode 33 und 34 Homing am Index-Impuls
Antrieb fährt in negativer (33) oder positiver (34) Richtung bis zum Indeximpuls.

Methode 35 Der Positionszähler wird an der aktuellen Position abgenullt.

HINWEIS



Endschalter und Homing-Schalter werden im Drehzahlmodus angefahren, ein Index-Impuls im Positioniermodus. Dabei werden die eingestellten Bereichsgrenzen (0x607D) berücksichtigt.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.4 Homing Mode

Homing Speed

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6099	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	speed during search for switch	Unsigned32	rw	400	Geschwindigkeit bei Schaltersuche
	2	speed during search for home	Unsigned32	rw	100	Geschwindigkeit beim Nullpunkt anfahren

Die Angaben erfolgen in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Velocity Factors.

Homing Acceleration

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x609A	0	homing acceleration	Unsigned32	rw	50	Beschleunigung bei der Referenzfahrt

Die Vorgabe erfolgt in benutzerdefinierten Einheiten, entsprechend des angegebenen Acceleration Factors.

Ablauf einer Homing-Referenzfahrt:

Voraussetzung: NMT-Zustand „Operational“, Antriebszustand „Operation Enabled“ und Modes of Operation (0x6060) auf Homing Mode (6) gesetzt.

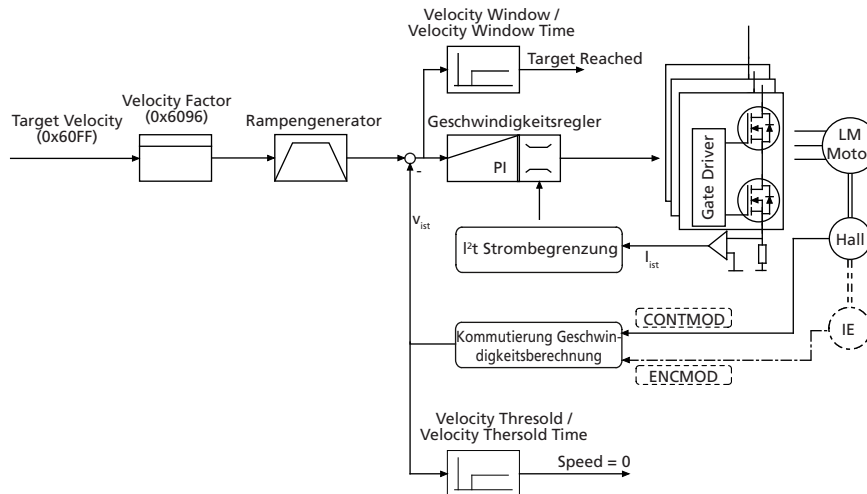
1. Homing Endschalter (0x2310), Homing Method (0x6098), Homing Speed (0x6099) und Homing Acceleration (0x609A) auf den gewünschten Wert einstellen.
2. Im Controlword Bit 4 (Homing operation start) auf „1“ setzen, zum Starten der Referenzfahrt.
3. Antrieb antwortet mit Bit 12 (Homing attained) im Statusword gesetzt, wenn die Referenzfahrt beendet ist. Tritt ein Fehler während der Referenzfahrt auf, so wird Bit 13 (Homing Error) im Statusword gesetzt.

Eine laufende Referenzfahrt kann durch schreiben einer „0“ auf Bit 4 im Controlword unterbrochen werden.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.5 Profile Velocity Mode

Reglerstruktur im Profile Velocity Mode



Betriebsart im Überblick

Im Profile Velocity Mode wird die Geschwindigkeit des Antriebs über einen PI-Regler geregelt. Dadurch wird gewährleistet, dass der Antrieb ohne Abweichung von der Vorgabe betrieben wird, sofern dieser nicht überlastet ist.

Damit der Antrieb im Profile Velocity Mode betrieben werden kann, muss diese Betriebsart im Parameter Modes of Operaton (0x6060) eingestellt sein. Außerdem muss sich der Antrieb über seine Zustandsmaschine im Zustand Operation Enabled befinden.

Die Geschwindigkeitsvorgabe erfolgt über das Objekt Target Velocity (0x60FF) im Objektverzeichnis. In der Betriebsart Profile Velocity Mode folgt der Antrieb jedem neu übergebenen Sollwert unmittelbar. Dabei werden die eingestellten Maximalwerte für Beschleunigung, Bremsrampe und Geschwindigkeit berücksichtigt.

Benachrichtigung der übergeordneten Steuerung

Das Erreichen der Sollgeschwindigkeit wird über das Bit 10 „Target Reached“ im Statusword des Antriebs signalisiert. Ein still stehender Antrieb wird über Bit 12 „Speed = 0“ gemeldet. Falls der Übertragungstyp für das jeweilige PDO auf 255 eingestellt ist, wird das PDO asynchron, getriggert durch den Zustandswechsel übertragen.

Voraussetzung für den Betrieb im Profile Velocity Mode ist ein korrekt auf die Anwendung angepasster Geschwindigkeitsregler.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.5 Profile Velocity Mode

Grundeinstellungen

Für den Positionsregler kann über das Objekt Velocity Control Parameter Set (0x60F9) die Proportionalverstärkung und der I-Anteil eingestellt werden.

Velocity Control Parameter Set (0x60F9)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60F9	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	gain	Unsigned16	rw	*)	P-Anteil
	2	integration time constant	Unsigned16	rw	*)	I-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Die Abtastrate kann über den Befehl SR als Vielfaches der internen Abtastrate zwischen 1 und 20 eingestellt werden. Die interne Abtastrate beträgt 0,2 ms.

Geschwindigkeitswert

Bei LM-Motoren wird die aktuelle Geschwindigkeit über die Auswertung der analogen Hallsignale bestimmt. Über den Motion Manager bzw. den Befehl ENCMOD über den FAULHABER Kanal auf PDO2 kann auch für LM-Motoren der ENCMOD konfiguriert werden.

Die Auflösung des Encoders wird über das Objekt Position Encoder Resolution (0x608F) konfiguriert (siehe [Kapitel 6.2 „Factor Group“](#)).

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.5 Profile Velocity Mode

Zusätzliche Einstellungen

Rampengenerator

Nach Vorgabe einer neuen Sollgeschwindigkeit über das Objekt Target Velocity (0x60FF) wird der Antrieb im Profile Velocity Mode mit der im Objekt Profile Acceleration (0x6083) hinterlegten Beschleunigung auf die neue Geschwindigkeit beschleunigt oder abgebremst. Der Parameter ist in beiden Richtungen gültig!

Strombegrenzung

Über die Parameter LPC (zulässiger Spitzenstrom) oder LCC (zulässiger Dauerstrom) kann der Antrieb vor Überlastung geschützt werden. Die Parameter können über den Konfigurationsdialog des Motion Manager oder die FAULHABER Kommandos LPC und LCC über PDO2 eingestellt werden.

Befehle zur Bewegungssteuerung

Ein Geschwindigkeitssollwert wird über das Objekt Target Velocity (0x60FF) vorgegeben. Sofern sich der Antrieb im Zustand Operation Enable befindet (siehe [Kapitel 6.1 „Device Control“](#)), wird der Antrieb unmittelbar auf die neue Sollgeschwindigkeit beschleunigt.

Über den Parameter Velocity Window (0x606D) wird ein Fenster um die Zielgeschwindigkeit definiert, innerhalb dessen die Sollgeschwindigkeit als erreicht signalisiert wird, wenn die Geschwindigkeit für mindestens die über den Parameter und Velocity Window Time (0x606E) definierte Zeit innerhalb des Zielfensters verbleibt.

Die erreichte Zielgeschwindigkeit wird im Statusword über das Bit 10 „Target Reached“ signalisiert.

Über die Parameter Velocity Threshold (0x606F) wird ein Schwellwert für die Geschwindigkeit definiert, unterhalb dessen der Antrieb als stehend signalisiert wird, wenn die Geschwindigkeit für mindestens die über den Parameter Velocity Threshold Time (0x6070) definierte Zeit unterhalb des Schwellwerts verbleibt.

Stillstand wird im Statusword über das Bit 12 „Speed=0“ signalisiert.

Target Velocity (0x60FF)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FF	0	target velocity	Integer32	rw	20	Sollgeschwindigkeit

Die Sollgeschwindigkeit wird in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über den Velocity Factor in die interne Darstellung (1/min) umgerechnet.

Die zuletzt eingestellte Sollgeschwindigkeit kann über das Objekt Velocity Demand Value (0x606B) in benutzerdefinierten Einheiten abgefragt werden.

Der aktuelle Geschwindigkeitswert kann über die Objekte Velocity sensor actual value (0x6069) bzw. Velocity actual value (0x606C) jeweils in benutzerdefinierten Einheiten abgefragt werden.

Die Beschreibung der Objekte findet sich im [Kapitel 8.3 „Objekte des Antriebsprofils CiA 402“](#).

Zusammengesetzte Bewegungsprofile

Über die Auswertung der Bits 10 „Target Reached“ und 12 „Speed = 0“ im Statusword können gezielt Geschwindigkeitsprofile abgefahren werden. Die Beschleunigung wird über das Objekt Profile Acceleration festgelegt.

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.6 Antriebsparameter / Common Entries

Grundlegende Eigenschaften des Antriebssystem werden in den Objekten zum Encoder und dem Motortyp abgelegt.

Drive Data (0x6510)

Für die Modelle zur Motorüberwachung werden die Geschwindigkeitskonstante und der Motorwiderstand als Parameter benötigt. Für externe Steuerungen werden diese Werte durch Auswahl eines Motortyps im Motorassistenten des Motion Managers passend vorgelegt.

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6510	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	motor type	Signed32	ro	*)	Eingestellter Motortyp 0 LM-Motor
	2	speed constant KN	Unsigned16	rw	*)	Geschwindigkeitskonstante Kn des Motors Einheit: mm/s/V
	3	motor resistance RM	Unsigned32	rw	*)	Motorwiderstand RM Einheit: mΩ

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Position Encoder Resolution (0x608F)

Bei Verwendung der linearen Hallsensoren der Linearmotoren als Lagegeber werden 3 000 Impulse pro magnetischem Polabstand geliefert. Bei Verwendung eines Inkrementalgebers als Lagegeber muss dessen Auflösung über das Objekt Position Encoder Resolution eingestellt werden.

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x608F	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl der Einträge
	1	encoder increments	Unsigned32	rw	2 048	Auflösung des externen Encoders bei 4 Flankenauswertung
	2	motor revolution	Unsigned32	rw	1	Anzahl der magnetischen Polabstände bei der in Subindex 1 genannten Impulszahl

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.7 Ein-/Ausgänge

Es stehen die in [Kapitel 3.3 „Referenzfahrten und Endschalter“](#) beschriebenen Anschlüsse zur Verfügung. [Kapitel 3.3.1 „Endschalteranschlüsse und Schaltpegel“](#) beschreibt die Konfiguration der Schaltpegel. [Kapitel 3.5 „Sonderfunktionen des Fault Ausganges“](#) beschreibt die Sonderfunktion des Fault-Pins.

Endschalter- und Homingschaltereinstellung

Die zur Verfügung stehenden digitalen Eingänge können jeweils als Endschalter oder Homing-Schalter zur Verwendung innerhalb einer DSP402 Homing Method konfiguriert werden. Die oberen und unteren Endschalter dienen zusätzlich als Bereichs-Endschalter, über die nicht hinausgefahren werden kann (Hard-Blocking).

Werden unterer und oberer Endschalter nicht für eine DSP402 Homing Method verwendet, kann deren Schalt-Polarität über den Parameter Switch polarity festgelegt werden (steigende oder fallende Flanke gültig). Die Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 gehen standardmäßig von einem positiv schaltenden Endschalter aus. Soll hingegen ein negativ schaltender Endschalter verwendet werden, muss die gewünschte Polarität hier entsprechend eingestellt und zusätzlich der Parameter Polarity for homing limit auf 1 gesetzt werden.

HINWEIS

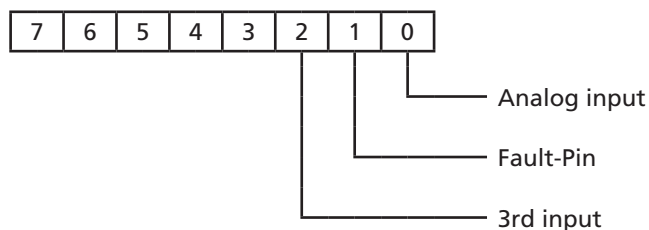


Die Eingangskonfiguration kann nicht im Homing Mode geändert werden. Gehen Sie hierfür in Profile Position oder Profile Velocity Mode!

Endschaltereinstellung

Index	Sub-index	Name	Typ	Attr.	Defaultwert	Bedeutung
0x2310	0	Number of entries	Unsigned8	ro	6	Anzahl Objekteinträge
	1	Negative limit switch	Unsigned8	rw	0	Unterer Endschalter
	2	Positive limit switch	Unsigned8	rw	0	Oberer Endschalter
	3	Homing switch	Unsigned8	rw	0x07	Homing-Schalter
	4	Notify switch	Unsigned8	rw	0	Notify-Schalter
	5	Switch polarity	Unsigned8	rw	0x07	Polarität der Endschalter 1: Pos. Flanke gültig 0: Neg. Flanke gültig
	6	Polarity for homing limit	Unsigned8	rw	0	Polarität der Endschalter auch bei DSP402 Limit Switch Homing Methods verwenden

Hier kann die Funktion der digitalen Eingänge gemäß folgender Bitmaske eingestellt werden:



6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.7 Ein- / Ausgänge

Erläuterung

- **Subindex 1 (negativ Limit switch):**

Hier wird der Eingang angegeben, an dem der untere Endschalter für die Homing Methoden 1 und 17 oder für eine Hard-Blocking Funktion angeschlossen ist.

Bei aktiviertem Endschalter wird der Antrieb gestoppt und lässt sich nur mehr in der entgegengesetzten Richtung wieder aus dem Endschalter herausfahren.

- **Subindex 2 (positive Limit switch):**

Hier wird der Eingang angegeben, an dem der obere Endschalter für die Homing Methoden 2 und 18 oder für eine Hard-Blocking Funktion angeschlossen ist.

Bei aktiviertem Endschalter wird der Antrieb gestoppt und lässt sich nur mehr in der entgegengesetzten Richtung wieder aus dem Endschalter herausfahren.

- **Subindex 3 (homing switch):**

Hier wird der Eingang angegeben, an dem der Homing-Schalter für die Homing Methoden 3 bis 14 und 19 bis 30 angeschlossen ist. Polarity und Notify (Subindex 5 und 4) kann hierbei nicht verwendet werden.

- **Subindex 4 (notify switch):**

Hier wird der Eingang angegeben, an dem ein Notify-Schalter angeschlossen ist, der sich mit dem Statusword und gesetztem Bit 14 meldet, wenn er aktiviert wurde. Über das Objekt Index 0x2311 kann anschließend abgefragt werden, welcher Schalter geschaltet hat. Diese Funktion kann nicht gleichzeitig mit einer Homing Methode verwendet werden. Die Einstellung des Objekts wird nicht gespeichert, sobald ein Schalter aktiviert wurde, wird der Wert wieder zurückgesetzt.

- **Subindex 5 (switch polarity):**

Hier kann die Polarität der Notify-Schalter und der Hard-Blocking Endschalter eingestellt werden. Soll die Polarität auch bei den Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 geändert werden, muss zuvor Subindex 6 auf 1 gesetzt werden.

- **Subindex 6 (DSP402 polarity of homing limit):**

Hier kann angegeben werden, ob bei den Homing Methoden 1, 2, 17 und 18 die Polaritätseinstellungen unter Subindex 5 verwendet werden sollen. Die Einstellung kann nur generell für alle Eingänge gesetzt werden (keine Bitmasken-Codierung).

Die Beschreibung der Homing Methoden findet sich im [Kapitel 6.4 „Homing Mode“](#).

Die Einstellungen dieses Objekts verändern gleichzeitig die Einstellungen der FAULHABER Parameter HB, HD, HA, HN und HP!

Notify-Schalter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2311	0	triggered switch	Unsigned8	ro	0	Geschalteter Schalter

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welcher Schalter entsprechend obiger Bitmaske geschaltet hat, wenn eine Statusword-Benachrichtigung mit gesetztem Bit 14 eingetroffen ist. Das Lesen des Objekts setzt Bit 14 im Statusword wieder zurück

6 Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402

6.8 Fehlerbehandlung

FAULHABER Fehlerregister

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2320	0	number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	internal fault register	Unsigned16	ro	0	Aktueller interner Fehler 0 = Kein Fehler
	2	emergency mask	Unsigned16	rw	0x00FF	Fehler, die ein Emergency-Telegramm auslösen
	3	fault mask	Unsigned16	rw	0	Fehler, die als DSP402-Fehler behandelt werden und die State-machine beeinflussen (Fault-Zustand)
	4	errout mask	Unsigned16	rw	0x00FF	Fehler, die den Fehlerausgang setzen

Dieses Objekt beschreibt die Behandlung interner Fehler.

Die Fehler sind folgendermaßen codiert und können durch Addition der gewünschten Fehlerarten maskiert werden:

Error-Bit	Error	Beschreibung
0x0001	Continuous over current	Eingestellte Dauerstrombegrenzung überschritten
0x0002	Deviation	Eingestellte maximal zulässige Geschwindigkeitsabweichung überschritten
0x0004	Over voltage	Überspannung detektiert
0x0008	Over temperature	Maximale Spulen- bzw. MOSFET-Temperatur überschritten
0x0010	Flash memory error	Speicherfehler
0x0100	Life guard or heartbeat error	CAN-Überwachungsfehler
0x0200	Recovered from bus off	CAN-Bus-Fehler „Bus off“ verlassen
0x1000	Internal software	Interner Softwarefehler

HINWEIS



Setzen Sie SubIndex 3 von Objekt 0x2320 auf 1, um den Antrieb bei Überstrom auszuschalten und in den Fehlerzustand zu versetzen. Ein Wert von 0x0101 schaltet den Antrieb auch bei einem CAN-Fehler aus.

HINWEIS



Setzen Sie SubIndex 4 von Objekt 0x2320 auf 0, wenn der Fehlerausgang (Fault-Pin) keinen Fehler anzeigen soll oder auf 0xFFFF, wenn alle Fehler (auch CAN-Fehler) angezeigt werden sollen.

Siehe auch [Kapitel 3.5 „Sonderfunktionen des Fault Ausganges“](#) für weitere Informationen zu den Fehlerarten und [Kapitel 4.4 „Emergency Object \(Fehlermeldung\)“](#) für die Kodierung der emergency error codes.

Eingestellte Baudrate

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2400	0	Baudrate	Unsigned8	ro	0xFF	Eingestellte Baudrate

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welche Baudrate eingestellt ist. Zurückgegeben wird der Index der eingestellten Baudrate oder 0xFF, wenn AutoBaud eingestellt ist.

Baudrate	Index	Baudrate	Index
1 000 KBit	0	125 KBit	4
800 KBit	1	50 KBit	6
500 KBit	2	20 KBit	7
250 KBit	3	10 KBit	8
		AutoBaud	0xFF

7 Inbetriebnahme

Wegweiser

Knotennummer und Baudrate	Seite 95
Grundeinstellungen	Seite 97
Konfiguration mit dem Motion Manager	Seite 98
Konfiguration im FAULHABER Modus	Seite 102
Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402	Seite 110
Datensatzverwaltung	Seite 117
Diagnose	Seite 118

Zur Inbetriebnahme ist die Antriebseinheit über einen CAN Adapter an einen PC oder eine übergeordnete Steuerung mit CANopen Interface anzuschließen, um die Grundeinstellungen vornehmen zu können.

HINWEIS



Der Anschluss der CAN-Schnittstelle ist im Gerätehandbuch beschrieben. Für den Kommunikationsaufbau ist darauf zu achten, dass bei allen Teilnehmern die gleiche Übertragungsrate eingestellt ist (siehe [Kapitel 2.1 „Knotennummer und Baudrate einstellen“](#)) und die Abschlusswiderstände verbaut sind!

Der FAULHABER Motion Manager bietet eine komfortable Möglichkeit, die Geräte-Konfiguration über grafische Dialoge vorzunehmen.

Die Konfiguration kann aber auch über eigene Programmierung oder andere CANopen-Konfigurations-Tools vorgenommen werden.

7.1 Knotennummer und Baudrate

Die Einstellung von Knotenadresse und Übertragungsrate erfolgt über das Netzwerk gemäß dem LSS-Protokoll nach CiA DSP305 (Layer Setting Services and Protocol).

Zur Einstellung wird daher ein Konfigurationstool benötigt, welches das LSS-Protokoll unterstützt, wie z. B. der FAULHABER Motion Manager.

Das Konfigurationstool ist dabei der LSS-Master, die Antriebe fungieren als LSS-Slaves.

Die Konfiguration von LSS-Slaves kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

1. „Switch Mode Global“ schaltet alle angeschlossenen LSS-Slaves in den Konfigurationsmodus. Zur Einstellung von Baudrate und Node-ID darf allerdings nur ein LSS-Slave angeschlossen sein.
2. „Switch Mode Selective“ schaltet genau einen LSS-Slave im Netzwerk in den Konfigurationsmodus. Dazu muss Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Number des anzusprechenden Knotens bekannt sein.

7 Inbetriebnahme

7.1 Knotennummer und Baudrate

Folgende Übertragungsarten (Bit Timing Parameters) können eingestellt werden:

Baudrate	Index
1 000 kBit/s	0
800 kBit/s	1
500 kBit/s	2
250 kBit/s	3
125 kBit/s	4
50 kBit/s	6
20 kBit/s	7
10 kBit/s	8

Zusätzlich kann über den Index 0xFF eine automatische Baudratenerkennung aktiviert werden.

Folgende Knotennummern können eingestellt werden:

1 – 127.

Die Node-ID 255 (0xFF) kennzeichnet den Knoten als nicht konfiguriert, was bewirkt, dass nach dem Einschalten der Knoten im LSS-Init-Status verweilt, bis er eine gültige Knotennummer übermittelt bekommt. Erst dann wird die NMT-Initialisierung fortgesetzt.

Das LSS-Protokoll unterstützt auch das Auslesen der LSS-Adressen, bestehend aus Vendor-ID, Productcode, Revision-Number und Serien-Number von angeschlossenen Einheiten, sowie das Auslesen der eingestellten Node-ID.

Für die LSS-Kommunikation werden die Identifier 0x7E5 (vom Master) und 0x7E4 (vom Slave) verwendet, auf denen das Protokoll abgearbeitet wird.

Nach der Konfiguration werden die eingestellten Parameter im Flash-Speicher gesichert, damit sie nach dem Aus- und Einschalten wieder verfügbar sind.

Für die Aktivierung des „Switch Mode Selective“ benutzen die FAULHABER Controller nur Vendor-ID, Productcode und Serien-Number. Für Revision-Number kann immer 0.0 übergeben werden, da dieser Wert im Protokoll ignoriert wird.

Vendor-ID: 327

Productcode: 3 150

Für eine detaillierte Beschreibung des LSS-Protokolls wird auf das CiA-Dokument DSP 305 verwiesen.

Bei aktivierter automatischer Baudratenerkennung kann der Antrieb in ein Netzwerk mit beliebiger Übertragungsrate gemäß obiger Tabelle eingesetzt werden und nach spätestens 3 Telegrammen auf der Busleitung ist die Baudrate des Netzwerks detektiert und der Antrieb hat sich darauf eingestellt. Beachtet werden muss dabei, dass die ersten Telegramme nicht verarbeitet werden können und dass das Hochfahren etwas länger dauert.

7 Inbetriebnahme

7.2 Grundeinstellungen

Bei den externen Motion Controllern müssen bei der ersten Inbetriebnahme einige Grundeinstellungen vorgenommen werden, um den Controller an den angeschlossenen Motor anzupassen.

VORSICHT!



Zerstörungsgefahr!

Bei Nichtbeachtung dieser Grundeinstellungen kann es zur Zerstörung von Komponenten kommen!

► Die nachfolgend beschriebenen Grundeinstellungen sind zu beachten

Folgende Grundeinstellungen sind bei externen Motion Controllern vorzunehmen:

- Motortyp bzw. Motordaten (KN, RM, TM) des angeschlossenen Motors
- Auflösung eines externen Encoders (ENCRES), falls verwendet
- Strombegrenzungswerte (LCC, LPC), angepasst an Motortyp und Anwendung
- Reglerparameter (POR, I, PP, PD), angepasst an Motortyp und Anwendung

Zusätzlich kann mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers noch ein Abgleich der Hallsensorsignale für einen ruckelfreien Anlauf vorgenommen werden.

Anschließend muss die Konfiguration noch an die jeweilige Anwendung angepasst werden. Insbesondere sind folgende Grundeinstellungen wichtig:

- Betriebsart
- Strombegrenzungswerte
- Reglerparameter
- Funktion der digitalen Ein-/Ausgänge

Warnung!



Zerstörungsgefahr

Bei Verwendung des Fault-Pins als Eingang (REFIN, DIRIN) muss zuerst die gewünschte Funktion programmiert werden, bevor von außen Spannung angelegt wird!

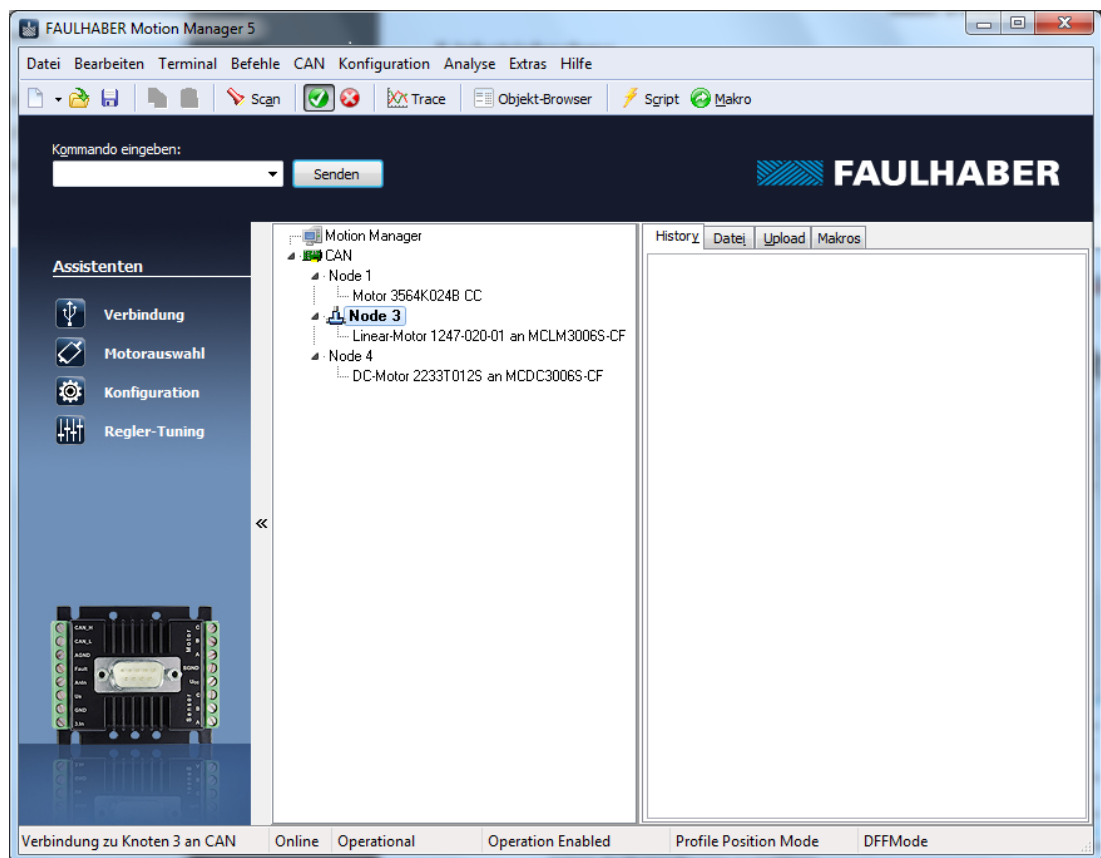
Im nachfolgenden Kapitel wird die Konfiguration dieser Parameter mit Hilfe des FAULHABER Motion Managers näher erläutert.

7 Inbetriebnahme

7.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

Die PC-Software „FAULHABER Motion Manager“ bietet eine einfache Möglichkeit die Antriebseinheit zu konfigurieren und erste Tests und Optimierungen durchzuführen.

Die Software ist für Microsoft Windows verfügbar und kann kostenlos von der FAULHABER Internetseite unter www.faulhaber.com heruntergeladen werden.



Motion Controller mit angeschlossenem Linearmotor müssen vor der Inbetriebnahme mit für den Motor geeigneten Werten für die Strombegrenzung und geeigneten Reglerparametern versehen werden.

Zur Auswahl des Motors und der dafür geeigneten Grundparameter steht der Motorauswahl Assistent zur Verfügung.

Weitere Einstellungen z. B. zur Funktion des Fault Pins können unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen“ über einen komfortablen Dialog vorgenommen werden (siehe [Kapitel 7.3.3 „Antriebskonfiguration“](#)). Der Konfigurationsdialog steht auch als Direktzugriff in der Assistentenleiste des Motion Managers zur Verfügung.

Zusätzlich steht ein Tuningassistent zur Verfügung mit dem die Reglerparameter des Geschwindigkeits- und des Positionsreglers an die Anwendung angepasst werden können.

7 Inbetriebnahme

7.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

7.3.1 Einstellung der Verbindung

Falls nach dem Start des Motion Managers kein Antriebsknoten gefunden wurde, erscheint ein Verbindungsassistent. Im ersten Schritt ist dort die Produktgruppe „Motion Controller mit CAN-Schnittstelle“ zu selektieren. Der Verbindungsassistent lässt sich auch jederzeit über die Assistentenleiste starten.

Verbindungsassistent (Schritt 1: Auswahl der Steuerung)



Im zweiten Schritt muss dann das verwendete CAN-Interface und ggf. die Baudrate eingestellt werden. Informationen zu den unterstützten CAN-Interfaces finden sich in der Bedienungsanleitung des Motion Manager bzw. können bei FAULHABER angefragt werden.

Das durch den Treiber gefundene Interface muss dann noch explizit einmalig übernommen werden.

Verbindungsassistent (Schritt2: Auswahl der Schnittstelle)



Geräte die bereits auf eine Baudrate eingestellt sind, werden danach vom Motion Manager gefunden und im Node-Explorer angezeigt.

Noch nicht konfigurierte Geräten kann über einen weiteren Schritt eine Knotennummer und Baudrate zugewiesen werden.

7 Inbetriebnahme

7.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

7.3.2 Motorauswahl

Externe Motion Controller müssen an den angeschlossenen Motor angepasst werden. Hierfür steht der Motorassistent zur Verfügung, der über die Assistentenleiste des Motion Managers aufgerufen werden kann.

Nach Auswahl des verwendeten FAULHABER-Motors aus einer Liste und Einstellung des verwendeten Sensortyps sowie der Eingabe eines Trägheitsfaktors für die zu betreibende Last, werden neben den Motor- und Strombegrenzungswerten auch passende Reglerparameter ermittelt und zum Antrieb übertragen.

Siehe Motion Manager Bedienungsanleitung für die Benutzung des Motorassistenten.

7.3.3 Antriebskonfiguration

Vom Motorassistenten wurden bereits sinnvolle Defaulteinstellungen für die ausgewählte Motor-/ Sensorkombination eingestellt.

Für die weitere Antriebskonfiguration und die Anpassung an die gewünschte Anwendung steht ein Konfigurationsdialog mit mehreren Seiten in der Assistentenleiste des Motion Managers oder unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Antriebsfunktionen...“ zur Verfügung.

HINWEIS



Damit die Antriebe konfiguriert werden können, muss sich der CAN Knoten im Zustand OPERATIONAL befinden siehe ([Kapitel 4 „CANopen Protokollbeschreibung“](#)).

Der Knoten kann über das Kontextmenü im Nodeexplorer: „CANopen Netzwerkmanagement - Start Remote Node“ gestartet werden.

Alle Einstellungen werden erst an den Antrieb übertragen wenn der Button „Senden“ betätigt wird. Dabei wird auch der aktuelle Zustand vom Antrieb zurück gelesen und der Dialog dementsprechend aktualisiert. Ungültige Kombinationen von Einstellungen werden dabei korrigiert, da sie vom Antrieb nicht akzeptiert werden.

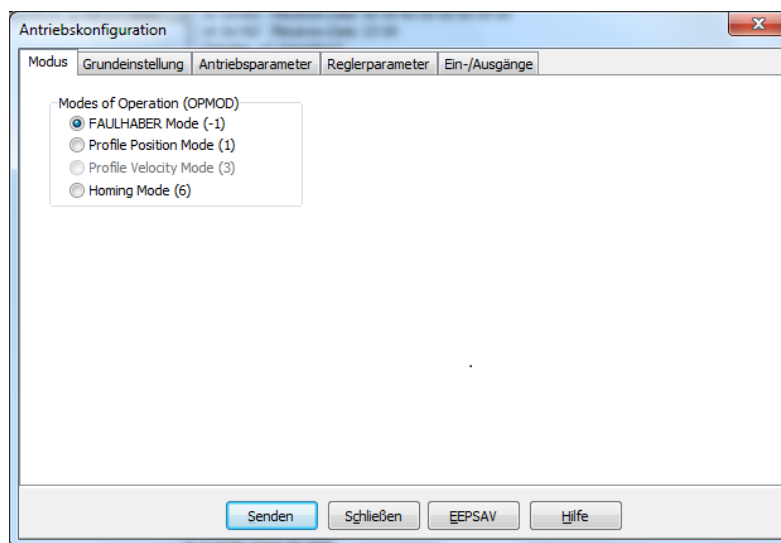
Dauerhaft im Antrieb gespeichert werden die Einstellungen über den Button „EEPSAV“.

7 Inbetriebnahme

7.3 Konfiguration mit dem Motion Manager

7.3.4 Auswahl der Betriebsart

Konfiguration des Modes of Operation



Auf der ersten Seite des Konfigurationsdialogs ist die Grundbetriebsart über den „Modes of Operation“ bzw. OPMOD zu wählen. Zur Verfügung stehen der FAULHABER Mode mit dem in [Kapitel 3 „Betrieb im FAULHABER Modus“](#) beschriebenen Funktionsumfang und die im [Kapitel 6 „Funktionsbeschreibung CANopen CiA 402“](#) beschriebenen Antriebsprofile.

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

7.4.1 Grundeinstellungen

Im Reiter Grundeinstellungen werden im Rahmen der Inbetriebnahme

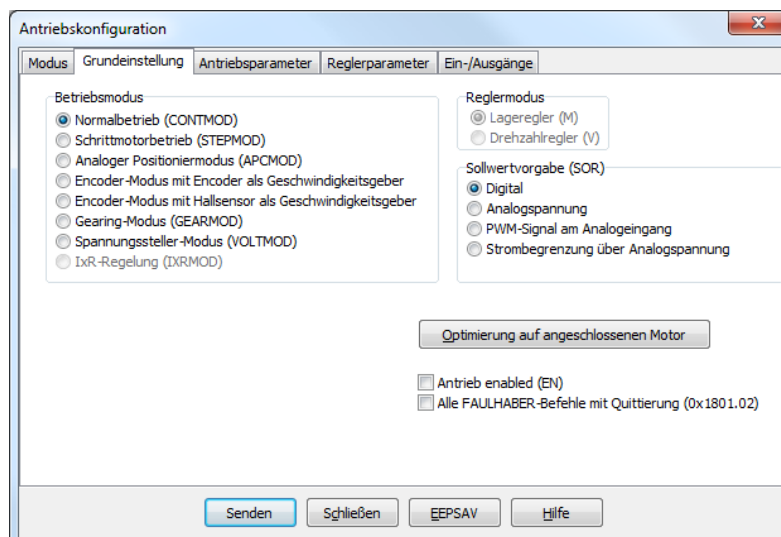
- der Betriebsmodus
 - die Art der Sollwertvorgabe
- eingestellt.

HINWEIS

Die Dialog-Seite „Grundeinstellungen“ wird nur im FAULHABER Mode eingeblendet.



Grundeinstellungen für den Motor- und Gebertyp



7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

Gebertyp und Optimierung

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden. Bei Verwendung des internen Encoders sind keine weiteren Eingaben notwendig.

Zur Anpassung der Hallensignale auf den angeschlossenen Motor steht eine Schaltfläche zur Verfügung, über die der Optimierungs-Assistent gestartet werden kann.

HINWEIS



Stellen Sie sicher, dass der Motor sich frei bewegen kann bevor Sie die Geberoptimierung starten.

Reglermodus

Der FAULHABER Motion Controller unterstützt die beiden Hauptbetriebsarten

- Lageregelung als Servoantrieb.
- Geschwindigkeitsregelung

Abhängig vom gewählten Betriebsmodus wird der Reglermodus zum Teil automatisch mit selektiert.

Betriebsmodus

Zusätzlich zum Reglermodus können Varianten des Betriebs gewählt werden.

Als Optionen stehen zur Verfügung:

CONTMOD

Defaulteinstellung zum gewählten Reglermodus.

Istgeschwindigkeit und Istposition werden im CONTMOD über die Hallensensoren des Motors ermittelt.

CONTMOD bei Lageregelung: siehe [Kapitel 3.1.1 „Sollwertvorgabe über CAN/PDO2“](#)

CONTMOD bei Geschwindigkeitsregelung: siehe [Kapitel 3.2.1 „Geschwindigkeitsvorgabe über CAN/PDO2“](#)

STEPMOD

Lageregelung

Die Sollposition wird aus der Schrittzahl am Eingang AnIn abgeleitet.

STEPMOD siehe [Kapitel 3.4.1 „Schrittmotorbetrieb“](#)

APCMOD

Lageregelung

Die Sollposition wird über eine analoge Spannung am Eingang AnIn vorgegeben.

APCMOD siehe [Kapitel 3.1.2 „Analoger Positionier-Modus \(APCMOD\)“](#)

ENCMOD mit ENCSPEED

Lageregelung mit Auswertung eines externen Encoders auch für die Istgeschwindigkeit.

ENCMOD bei Lageregelung: siehe [Kapitel 3.1.3 „Externer Impulsgeber als Positionswert \(ENCMOD\)“](#)

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

ENCMOD mit HALLSPEED

Lageregelung mit Auswertung der Hallsignale für die Istgeschwindigkeit

ENCMOD bei Lageregelung: siehe [Kapitel 3.1.3 „Externer Impulsgeber als Positionswert \(ENC-MOD\)“](#)

GEARMOD

Lageregelung

Die Sollposition wird über die Schrittzahl eines externe Encoders ermittelt

GEARMOD siehe [Kapitel 3.4.2 „Gearing Mode \(Elektronisches Getriebe\)“](#)

VOLTMOD

Direkte Vorgabe einer Spannungsamplitude am Motor

VOLTMOD siehe [Kapitel 3.4.3 „Spannungssteller-Modus“](#)

Sollwertvorgabe

Passend zur gewählten Betriebsart und zum Reglermodus ist die Sollwertvorgabe zu wählen.

Unterstützt wird

- die Vorgabe über CAN
- Sollwertvorgabe für Lage oder Geschwindigkeit über eine analoge Spannung
- Sollwertvorgabe für Lage oder Geschwindigkeit über ein PWM Signal
- Sollwertvorgabe für den Grenzstrom über eine analoge Spannung

Einschaltzustand

Im Defaultzustand ist die Endstufe des Antriebs nach dem Einschalten zunächst nicht aktiv.

Über die Checkbox „Antrieb enabled (EN)“ kann die Endstufe aktiviert werden.

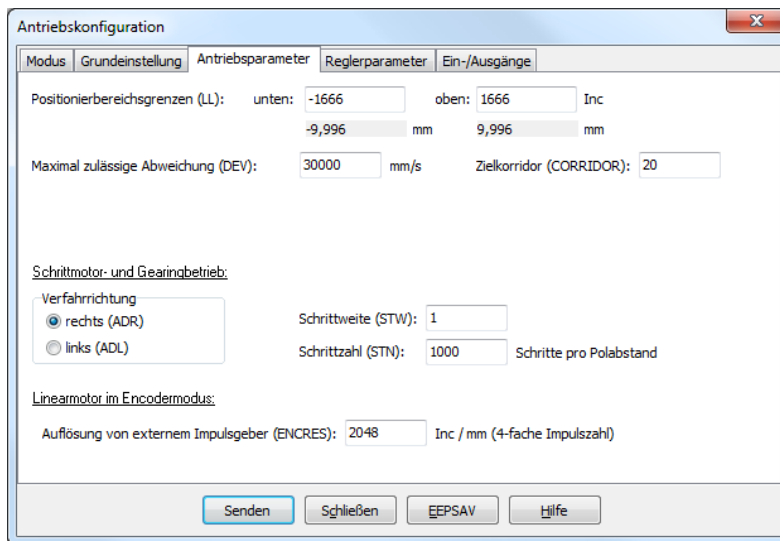
7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

7.4.2 Antriebsparameter

Im Reiter Antriebsparameter werden zusätzliche Einstellungen zu den Gebern und zur gewählten Betriebsart vorgenommen.

Zusatz Einstellungen für die gewählte Betriebsart



The screenshot shows the 'Antriebskonfiguration' window with the following settings:

- Positionierbereichsgrenzen (LL):** unten: -1666, oben: 1666, Inc. -9,996 mm, 9,996 mm
- Maximal zulässige Abweichung (DEV):** 30000 mm/s
- Zielkorridor (CORRIDOR):** 20
- Schrittmotor- und Gearingbetrieb:**
 - Verfahrrichtung: rechts (ADR), links (ADL)
 - Schrittweite (STW): 1
 - Schrittzahl (STN): 1000 Schritte pro Polabstand
- Linearmotor im Encodermodus:**
 - Auflösung von externem Impulsgeber (ENCRES): 2048 Inc / mm (4-fache Impulszahl)

Buttons at the bottom: Senden, Schließen, EEPSAV, Hilfe.

Encoderauflösung

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden.

Sollwertvorgabe im Stepper- oder Gearingmode

Für die Sollwertvorgabe im Stepper Mode und im Gearing Mode muss die Umrechnung von der Schrittzahl der externen Vorgabe im Verhältnis zum magnetischen Polabstand angegeben werden.

Beispiel:

Motor soll bei 1 000 Impulsen des externen Encoders bzw. bei 1 000 Schritten eine Bewegung von einem magnetischen Polabstand ausführen:

- STW1
- STN1000

Detaillierte Hinweise zur Verwendung dieser Parameter finden sie in den Kapiteln mit der Funktionsbeschreibung des Stepper- und des Gearingmode ([Kapitel 3.4.1 „Schrittmotorbetrieb“](#) und [Kapitel 3.4.2 „Gearing Mode \(Elektronisches Getriebe\)“](#)).

Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung

Für die Vorgabe einer Geschwindigkeit über eine analoge Spannung kann ein Schwellwert (MAV) vorgegeben werden, ab der der Sollwert beginnend mit der Minimalgeschwindigkeit (MV) ausgewertet wird.

Detaillierte Hinweise zur Verwendung dieser Parameter finden Sie im [Kapitel 3.2.2 „Geschwindigkeitsvorgabe über eine analoge Spannung oder ein PWM Signal“](#).

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

Positionierbereichsgrenzen

In verschiedenen Betriebsarten kann der Bewegungsbereich überwacht und begrenzt werden. Die Grenzen dieses Bewegungsbereichs können hier in Inkrementen der Istposition über den Parameter LL angegeben werden

Aktiviert wird die Bereichsüberwachung über den Befehl APL1.

Maximalzulässige Geschwindigkeitsabweichung und Zielkorridor

Der Parameter CORRIDOR definiert einen Bereich um die Zielposition innerhalb dessen das Flag „Zielposition erreicht“ gesetzt ist. Wenn angefordert, wird die Zielposition über ein Notify asynchron signalisiert.

Innerhalb dieses Korridors ist der D Anteil des Lagereglers aktiv und der Rampengenerator inaktiv.

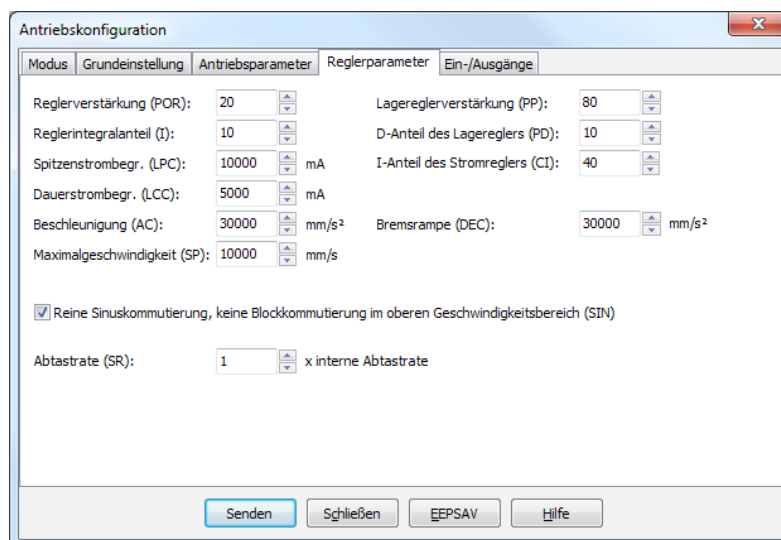
Über den Parameter DEV kann eine maximal zulässige Reglerabweichung für den Geschwindigkeitsregler vorgegeben werden. Wird diese Schranke länger überschritten als mit dem Parameter DCE im Reiter Ein- und Ausgänge eingestellt, wird ein Fehler über den Fault Pin oder über eine CANopen Emergency Message signalisiert.

7.4.3 Reglereinstellungen

Im Reiter „Reglerparameter“ des Antriebskonfigurationsdialogs können Änderungen an den standardmäßig eingestellten Regler- und Strombegrenzungsparametern vorgenommen werden.

Zusätzlich steht unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Reglerparameter...“ noch ein weiterer Dialog zur Verfügung in dem die Parameter online verändert werden können und das Ergebnis direkt beobachtet bzw. über die Trace-Funktion im Motion Manager aufgezeichnet werden kann.

Einstellungen für die Regler



Modus	Grundeinstellung	Antriebsparameter	Reglerparameter	Ein-/Ausgänge
Reglerverstärkung (POR):	20		Lagereglerverstärkung (PP):	80
Reglerintegralanteil (I):	10		D-Anteil des Lagereglers (PD):	10
Spitzenstrombegr. (LPC):	10000	mA	I-Anteil des Stromreglers (CI):	40
Dauerstrombegr. (LCC):	5000	mA		
Beschleunigung (AC):	30000	mm/s ²	Bremsrampe (DEC):	30000
Maximalgeschwindigkeit (SP):	10000	mm/s		
<input checked="" type="checkbox"/> Reine Sinuskommutierung, keine Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (SIN)				
Abtastrate (SR):	1	x interne Abtastrate		

Buttons: Senden, Schließen, EEPSAV, Hilfe

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

Spannungsausgabe

Per Default verwendet der Motion Controller eine reine Sinuskommutierung. Der Motor wird dadurch mit möglichst geringen Verlusten und geräuscharm betrieben.

Alternativ kann bei höheren Geschwindigkeiten auch eine der Blockkommutierung ähnliche Übersteuerung der Ausgangssignale zugelassen werden. Der gesamte Geschwindigkeitsbereich des Antriebs kann dadurch genutzt werden.

HINWEIS



Beim Wechsel zwischen der reinen Sinuskommutierung und dem Betrieb mit Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich wird die Reglerverstärkung ebenfalls entsprechend erhöht.

Stromregler (LCC, LPC, CI)

Über den Parameter LCC kann der thermisch zulässige Dauerstrom für die Anwendung angegeben werden.

Motoren und auch der Motion Controller sind in gewissen Grenzen überlastbar. Für dynamische Vorgänge können daher auch höhere Ströme zugelassen werden. Der maximale Stromwert wird über den Parameter LPC angegeben.

Abhängig von der Belastung des Antriebs begrenzt die interne Stromüberwachung des Ausgangsstroms auf den Spitzenstrom (LPC) oder den zulässigen Dauerstrom (LCC).

VORSICHT!



Zerstörungsgefahr!

Der thermisch zulässige Dauerstrom (LCC) Strom sollte keinesfalls über dem thermisch zulässigen Dauerstrom des Motors entsprechend dem Datenblatt angegeben werden.

Der maximale Spitzenstrom (LPC) darf keinesfalls über dem maximalen Spitzenausgangsstrom der vorhandenen Elektronik angegeben werden.

Der Stromregler des Motion Controllers arbeitet als Strombegrenzungsregler und hat damit im unbegrenzten Fall keine Auswirkung auf die Dynamik der Geschwindigkeitsregelung. Über den Parameter CI kann die Geschwindigkeit der Begrenzung eingestellt werden. Bei Verwendung der Defaultwerte für Ihren Motor, wird der Strom nach etwa 5 ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Weitere Angaben finden Sie im [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#).

Geschwindigkeitsregler (I, POR, SR)

Der Geschwindigkeitsregler ist als PI-Regler ausgeführt. Eingestellt werden kann die Abtastzeit SR in vielfachen der Grundabtastrate, die Proportionalverstärkung POR und der Integralanteil I.

Wurde über den Motorassistenten ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Bei zusätzlichen Lasten am Motor, muss die Trägheit der Last durch einen höheren Proportionalanteil und ggf. durch eine langsamere Abtastung kompensiert werden, der Integralanteil kann in den meisten Anwendungen unverändert bleiben.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie im [Kapitel 3.6.7 „Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler“](#).

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

Rampengenerator (AC, DEC, SP)

Der Rampengenerator begrenzt die Geschwindigkeitsänderung am Eingang des Geschwindigkeitsreglers über die Parameter AC und DEC und die maximale Vorgabegeschwindigkeit über den Parameter SP.

Die Parameter AC und SP sind entsprechend der Anwendung frei wählbar, über den Parameter DEC wird das Bremsverhalten im Positionierbetrieb festgelegt. Für große Lasten muss die Bremsrampe über den Parameter DEC begrenzt werden um ein überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition zu erreichen.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie im [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#).

Lageregler (PP, PD)

Der Lageregler ist als Proportionalregler ausgeführt. Nur innerhalb des Zielkorridors (siehe Reiter Antriebsparameter) wirkt zusätzlich noch ein D-Anteil.

Der Proportionalanteil errechnet aus der Lageabweichung in Inkrementen die maximale Vorgabegeschwindigkeit für den unterlagerten Geschwindigkeitsregler. Über den Rampengenerator werden die Beschleunigung und die Maximalgeschwindigkeit zusätzlich begrenzt.

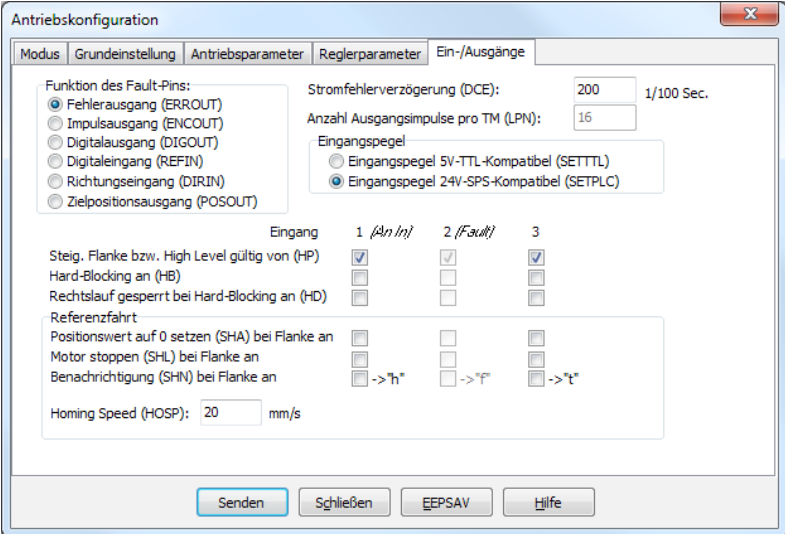
Überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition kann bevorzugt über eine Anpassung der Bremsrampe an die Last erreicht werden. Für gut gedämpftes Einschwingen in der Endlage muss der Parameter PP proportional zur Lasttragfähigkeit reduziert werden.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie im [Kapitel 3.6.7 „Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler“](#).

7.4.4 I/O Beschaltung und Verwendung

Im Reiter „Ein-/Ausgänge“ des Antriebskonfigurationsdialogs können die Funktion der digitalen Ein- und Ausgänge festgelegt und Einstellungen für eine Referenzfahrt definiert werden.

Konfiguration der Ein- und Ausgänge



Antriebskonfiguration

Modus | Grundeinstellung | Antriebsparameter | Reglerparameter | **Ein-/Ausgänge**

Funktion des Fault-Pins:

- Fehlerausgang (ERRROUT)
- Impulsausgang (ENCOUT)
- Digitalausgang (DIGOUT)
- Digitaleingang (REFIN)
- Richtungseingang (DIRIN)
- Zielpositionsausgang (POSOUT)

Stromfehlerverzögerung (DCE): 1/100 Sec.

Anzahl Ausgangsimpulse pro TM (LPN):

Eingangsspiegel

- Eingangsspiegel 5V-TTL-Kompatibel (SETTTL)
- Eingangsspiegel 24V-SPS-Kompatibel (SETPLC)

Eingang	1 (AnIn)	2 (Fault)	3
Steig. Flanke bzw. High Level gültig von (HP)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hard-Blocking an (HB)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtslauf gesperrt bei Hard-Blocking an (HD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Referenzfahrt

- Positionswert auf 0 setzen (SHA) bei Flanke an
- Motor stoppen (SHL) bei Flanke an
- Benachrichtigung (SHN) bei Flanke an -> "h" -> "f" -> "t"

Homing Speed (HOSP): mm/s

Buttons: Senden | Schließen | EEPSAV | Hilfe

7 Inbetriebnahme

7.4 Konfiguration im FAULHABER Modus

Eingangspiegel und Flanke

Die Schaltschwellen der digitalen Eingänge sind entweder direkt 5V TTL kompatibel oder an die Schaltpegel von 24 V SPS Ausgängen angepasst.

Für jeden der Eingänge kann zusätzlich selektiert werden, welcher Pegel als aktiver Pegel des Eingangs verwendet werden soll und inwieweit der Eingang als Endschalter Verwendung finden soll (HB/HD).

Funktion des Faultpins

Der Faultpin kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang betrieben werden.

VORSICHT!



Schließen Sie keine 24V an den Fault-Pin an, wenn der Fault-Pin als Digitalausgang (ERROUT / DIGOUT / ENCOU) konfiguriert ist!

Nur wenn der Faultpin als Referenzeingang konfiguriert ist, können die weiteren Einstellungen für den 2. Eingang vorgenommen werden.

Für die Defaultfunktion als Fehlerausgang kann über den Parameter DCE eine Verzögerungszeit angegeben werden, um die Reaktion auf einzelne kurze Überstromimpulse zu unterdrücken.

Für die Funktion als Impulsausgang kann die Anzahl der Impulse pro magnetischem Polabstand des Motors über den Parameter LPN eingestellt werden.

In der Funktion POSOUT zeigt der Ausgang den Eintritt in den Zielkorridor als Digitalsignal an (Low entspricht Zielposition ist erreicht).

Referenzfahrt

Für jeden der zur Verfügung stehenden Eingänge kann deren Verwendung als Referenzschalter eingestellt werden.

Hierfür kann entweder die Istposition durch eine Flanke am gewählten Eingang zu 0 gesetzt werden (SHA), der Motor gestoppt (SHL) oder eine Benachrichtigung an die übergeordnete Steuerung abgesetzt werden (SHN). Die Benachrichtigung erfolgt durch Versenden des Statusword mit Bit14 = 1 (Hard Notify) auf PDO1. Die Aktionen sind kombinierbar.

Eine so definierte Referenzfahrt kann über das Kommando GOHOSEQ ausgeführt werden.

7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

7.5.1 Grundeinstellungen

HINWEIS

Die Dialog-Seite „Grundeinstellungen“ wird nur im FAULHABER Mode eingeblendet.

**Gebertyp und Optimierung**

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden. Bei Verwendung des internen Encoders sind keine weiteren Eingaben notwendig.

Zur Anpassung der Hallsensorsignale auf den angeschlossenen Motor steht eine Schaltfläche zur Verfügung, über die der Optimierungs-Assistent gestartet werden kann.

HINWEIS

Stellen Sie sicher, dass der Motor sich frei bewegen kann bevor Sie die Geberoptimierung starten.



7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

Profilauswahl

Im Reiter „Modus“ der Antriebskonfiguration können Sie unter „Modes of Operation“ eines der CiA 402 Antriebsprofile wählen.

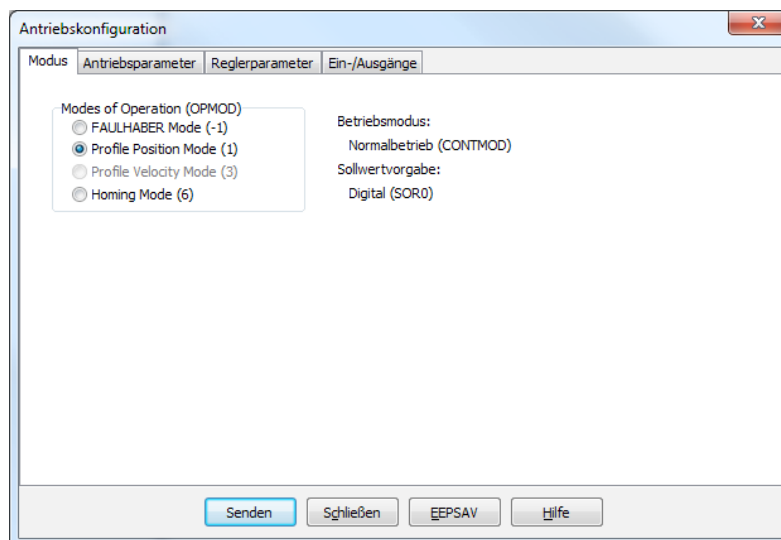
Soll der Antrieb mit einem Inkrementalencoder als Positionsgeber betrieben werden, können Sie dies im gewählten Profil durch die Eingabe des Befehls ENCMOD in der Kommandozeile des Motion Manages aktivieren.

HINWEIS



Speichern Sie die gewählte Einstellung über EEPSAV ab, um den Antrieb dauerhaft zu konfigurieren.

Auswahl des Antriebsprofils



Reglermodus

Unterstützt wird ein Betrieb als Positionierantrieb sowie die Homing Methoden. Ein geschwindigkeitsgeregelter Betrieb (Profile Velocity Mode) ist beim Linearmotor nur in Sonderanwendungen sinnvoll, daher ist diese Betriebsart im Konfigurationsdialog des Motion Managers deaktiviert. Durch Eingabe des Befehls OPMOD3 in der Kommandozeile lässt sich dieser Modus aber aktivieren.

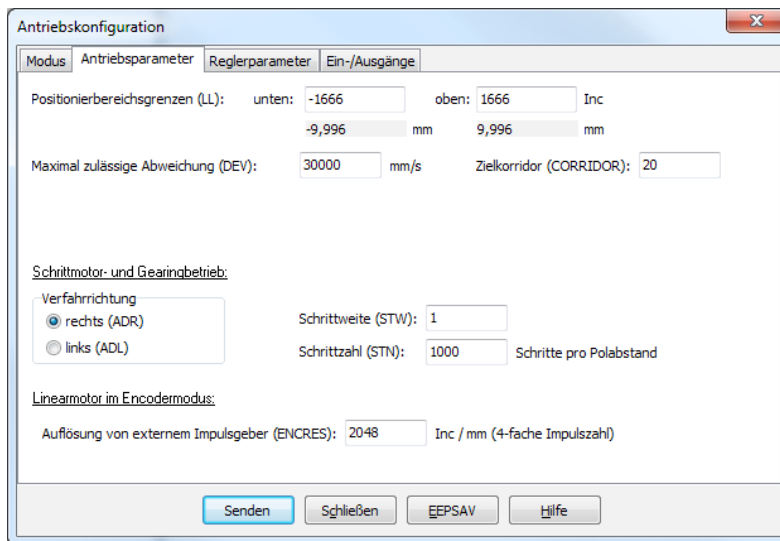
7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

7.5.2 Antriebsparameter

Im Reiter „Antriebsparameter“ werden zusätzliche Einstellungen zu den Gebern und zur gewählten Betriebsart vorgenommen.

Zusatz Einstellungen für die gewählte Betriebsart



The screenshot shows the 'Antriebskonfiguration' window with the 'Antriebsparameter' tab selected. The fields are as follows:

- Positionierbereichsgrenzen (LL):** unten: -1666, oben: 1666, Inc. Below these are two input fields with values -9,996 and 9,996, followed by 'mm'.
- Maximal zulässige Abweichung (DEV):** 30000 mm/s
- Zielkorridor (CORRIDOR):** 20
- Schrittmotor- und Geartrieb:**
 - Verfahrrichtung: rechts (ADR), links (ADL)
 - Schrittweite (STW): 1
 - Schrittzahl (STN): 1000 Schritte pro Polabstand
- Linearmotor im Encodermodus:**
 - Auflösung von externem Impulsgeber (ENCRES): 2048 Inc / mm (4-fache Impulszahl)

Buttons at the bottom: Senden, Schließen, EEPSAV, Hilfe.

Encoderauflösung

Falls ein an den Motor angebauter Inkrementalencoder ausgewertet werden soll, muss dessen effektive Auflösung bei 4-Flankenauswertung angegeben werden.

Positionierbereichsgrenzen

In verschiedenen Betriebsarten kann der Bewegungsbereich überwacht und begrenzt werden. Die Grenzen dieses Bewegungsbereichs können hier in Inkrementen der Istposition über den Parameter LL angegeben werden.

Maximalzulässige Geschwindigkeitsabweichung und Zielkorridor

Der Parameter CORRIDOR definiert einen Bereich um die Zielposition innerhalb dessen das Flag „Target Reached“ im Statusword gesetzt ist. Wenn für das TxPDO1 der Transmission Type 255 konfiguriert ist (Defaulteinstellung), wird die Zielposition über ein asynchron abgesetztes PDO signalisiert. Innerhalb dieses Korridors ist der D Anteil des Lagereglers aktiv und der Rampengenerator inaktiv.

Über den Parameter DEV kann eine maximal zulässige Reglerabweichung für den Geschwindigkeitsregler vorgegeben werden. Wird diese Schranke länger überschritten als mit dem Parameter DCE im Reiter Ein- und Ausgänge eingestellt, wird ein Fehler über den Fault Pin oder über eine CANopen Emergency Message signalisiert.

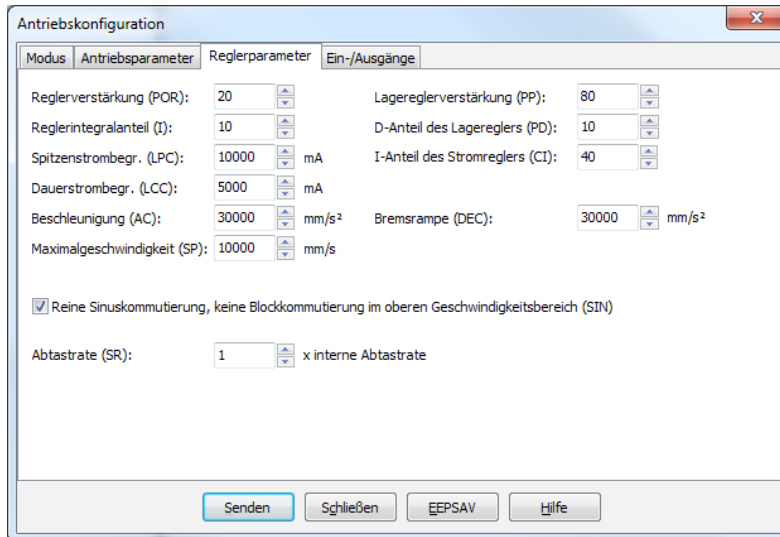
7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

7.5.3 Reglereinstellung

Im Reiter „Reglerparameter“ des Antriebskonfigurationsdialogs können Änderungen an den standardmäßig eingestellten Regler- und Strombegrenzungsparametern vorgenommen werden. Zusätzlich steht unter dem Menüpunkt „Konfiguration – Reglerparameter...“ noch ein weiterer Dialog zur Verfügung in dem die Parameter online verändert werden können und das Ergebnis direkt beobachtet bzw. über die Trace-Funktion im Motion Manager aufgezeichnet werden kann.

Einstellungen für die Regler



Parameter	Wert	Einheit
Reglerverstärkung (POR):	20	
Reglerintegralanteil (I):	10	
Spitzenstrombegr. (LPC):	10000	mA
Dauerstrombegr. (LCC):	5000	mA
Beschleunigung (AC):	30000	mm/s ²
Maximalgeschwindigkeit (SP):	10000	mm/s
Lagereglerverstärkung (PP):	80	
D-Anteil des Lagereglers (PD):	10	
I-Anteil des Stromreglers (CI):	40	
Bremsrampe (DEC):	30000	mm/s ²

Reine Sinuskommutierung, keine Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (SIN)

Abtastrate (SR): 1 x interne Abtastrate

Spannungsausgabe

Per Default verwendet der Motion Controller eine reine Sinuskommutierung. Der Motor wird dadurch mit möglichst geringen Verlusten und geräuscharm betrieben.

Alternativ kann bei höheren Geschwindigkeiten auch eine der Blockkommutierung ähnliche Übersteuerung der Ausgangssignale zugelassen werden. Der gesamte Geschwindigkeitsbereich des Antriebs kann dadurch genutzt werden.

HINWEIS



Beim Wechsel zwischen der reinen Sinuskommutierung und dem Betrieb mit Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich wird die Reglerverstärkung ebenfalls entsprechend erhöht.

7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

Stromregler (LCC, LPC, CI)

Über den Parameter LCC kann der thermisch zulässige Dauerstrom für die Anwendung angegeben werden

Motoren und auch der Motion Controller sind in gewissen Grenzen überlastbar. Für dynamische Vorgänge können daher auch höhere Ströme zugelassen werden. Der maximale Stromwert wird über den Parameter LPC angegeben.

Abhängig von der Belastung des Antriebs begrenzt die interne Stromüberwachung des Ausgangsstrom auf den Spitzenstrom (LPC) oder den zulässigen Dauerstrom (LCC).

VORSICHT!



Zerstörungsgefahr!

Der thermisch zulässige Dauerstrom (LCC) Strom sollte keinesfalls über dem thermisch zulässigen Dauerstrom des Motors entsprechend dem Datenblatt angegeben werden.

Der maximale Spitzenstrom (LPC) darf keinesfalls über dem maximalen Spitzenausgangsstrom der vorhandenen Elektronik angegeben werden.

Der Stromregler des Motion Controller arbeitet als Strombegrenzungsregler und hat damit im unbegrenzten Fall keine Auswirkung auf die Dynamik der Geschwindigkeitsregelung. Über den Parameter CI kann die Geschwindigkeit der Begrenzung eingestellt werden. Bei Verwendung der Defaultwerte für Ihren Motor, wird der Strom nach etwa 5ms auf den zulässigen Wert begrenzt.

Wurde auf der Seite Grundeinstellungen ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Weitere Angaben finden Sie im [Kapitel 3.6.3 „Stromregler und I²t-Strombegrenzung“](#).

Geschwindigkeitsregler (I, POR, SR)

Der Geschwindigkeitsregler ist als PI Regler ausgeführt. Eingestellt werden kann die Abtastzeit SR in vielfachen der Grundabtastrate des Antriebs, die Proportionalverstärkung POR und der Integralanteil I.

Wurde auf der Seite Grundeinstellungen ein FAULHABER Motor gewählt, sind hier bereits Parameter eingetragen mit denen der Motor sicher betrieben werden kann.

Bei zusätzlichen Lasten am Motor, muss die Trägheit der Last durch einen höheren Proportionalanteil und ggf. durch eine langsamere Abtastung kompensiert werden, der Integralanteil kann in den meisten Anwendungen unverändert bleiben.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie in [Kapitel 3.6.7 „Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler“](#).

Rampengenerator (AC, DEC, SP)

Der Rampengenerator begrenzt die Geschwindigkeitsänderung am Eingang des Geschwindigkeitsreglers über die Parameter AC und DEC und die maximale Vorgabegeschwindigkeit über den Parameter SP.

Die Parameter AC und SP sind entsprechend der Anwendung frei wählbar, über den Parameter DEC wird das Bremsverhalten im Positionierbetrieb festgelegt. Für große Lasten muss die Bremsrampe über den Parameter DEC begrenzt werden um ein überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition zu erreichen.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie im [Kapitel 3.6.1 „Rampengenerator“](#).

7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

Lageregler (PP, PD)

Der Lageregler ist als Proportionalregler ausgeführt. Nur innerhalb des Zielkorridors (siehe Reiter Antriebsparameter) wirkt zusätzlich noch ein D-Anteil.

Der Proportionalanteil errechnet aus der Lageabweichung in Inkrementen die maximale Vorgabe- geschwindigkeit für den unterlagerten Geschwindigkeitsregler. Über den Rampengenerator werden die Beschleunigung und die Maximalgeschwindigkeit zusätzlich begrenzt.

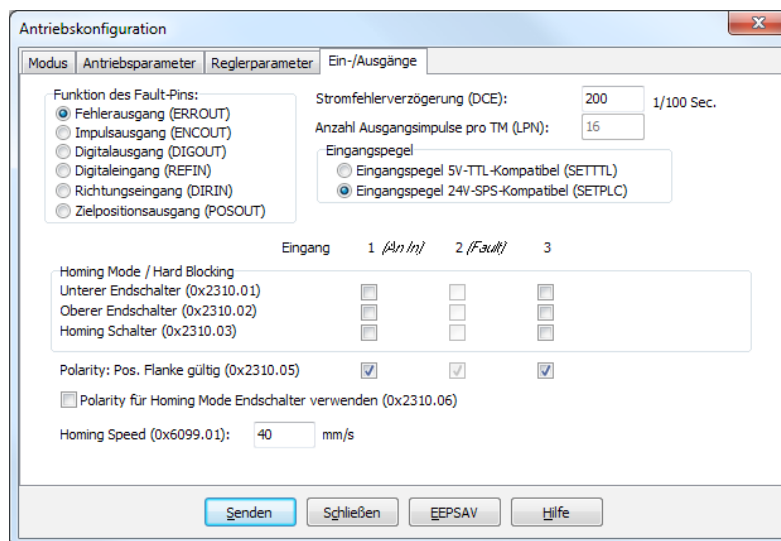
Überschwingungsfreies Einlaufen in die Zielposition kann bevorzugt über eine Anpassung der Bremsrampe an die Last erreicht werden. Für gut gedämpftes Einschwingen in der Endlage muss der Parameter PP proportional zur Lasttragfähigkeit reduziert werden.

Weitergehende Hinweise zur Einstellung finden Sie in [Kapitel 3.6.7 „Einstellung der Reglerparameter für Geschwindigkeits- und Positionsregler“](#).

7.5.4 I/O Beschaltung und Verwendung

Im Reiter „Ein-/Ausgänge“ des Antriebskonfigurationsdialogs kann die Funktion der digitalen Ein- und Ausgänge festgelegt werden.

Konfiguration der Ein- und Ausgänge



Eingangsspiegel und Flanke

Die Schaltschwellen der digitalen Eingänge sind entweder direkt 5V TTL kompatibel oder an die Schaltpegel von 24 V SPS Ausgängen angepasst.

Genaue Angaben zu den Schwellen finden sich im Datenblatt des Antriebs.

7 Inbetriebnahme

7.5 Konfiguration in einem Antriebsprofil nach CIA 402

Funktion des Faultpins

Der Fault Pin kann sowohl als Eingang als auch als Ausgang betrieben werden. Die Auswahl der Basisfunktion kann über die Radiobuttons vorgenommen werden.

Nur wenn der Faultpin als Referenzeingang konfiguriert ist, können die weiteren Einstellungen für den 2. Eingang vorgenommen werden.

Für die Defaultfunktion als Fehlerausgang kann über den Parameter DCE eine Verzögerungszeit angegeben um die Reaktion auf einzelne kurze Überstromimpulse zu unterdrücken.

Für die Funktion als Impulsausgang kann die Anzahl der Impulse pro magnetischem Polabstand über den Parameter LPN eingestellt werden.

7 Inbetriebnahme

7.6 Datensatzverwaltung

Parameter sichern

Die Einstellungen eines Antriebs können als Backup oder für die Konfiguration weiterer Antriebe als Datei abgespeichert werden.

Der Motion Manager bietet die Möglichkeit die aktuelle Antriebskonfiguration auszulesen und als Parameterdatei zu speichern.

Parameter an den Antrieb übertragen

Im Motion Manager können zuvor gespeicherte Parameterdateien geöffnet, bei Bedarf editiert und zum Antrieb übertragen werden.

HINWEIS



Führen Sie das Kommando `SAVE` oder `EEPSAV` aus, um einen übertragenen Parametersatz dauerhaft im Antrieb zu speichern.

7 Inbetriebnahme

7.7 Diagnose

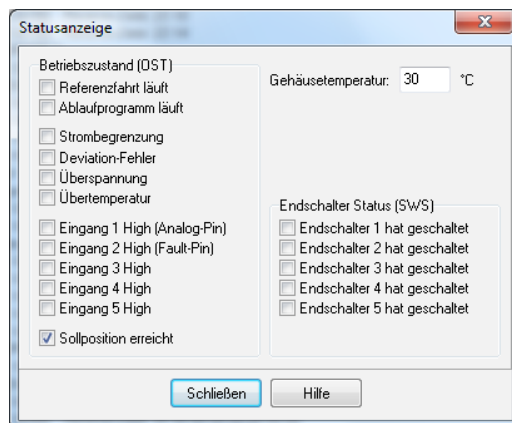
7.7.1 Statusanzeige

Die Statusanzeige dient zur laufenden Kontrolle der wesentlichen Betriebszustände.

Es werden interne Zustände, Fehlerflags und der Zustand der digitalen Eingänge signalisiert. Zusätzlich wird hier die intern gemessene Gehäusetemperatur angezeigt.

Die Anzeige wird vom Motion Manager über eine zyklische Abfrage der internen Zustände aktualisiert.

Anzeige des Betriebszustands



Interne Zustände

Angezeigt werden teilautonome Zustände des Motion Controllers. Das ist der Ablauf einer Referenzfahrt.

Weitere interne Zustände sind einerseits die Fehlerflags und die Gehäusetemperatur.

Das Flag Strombegrenzung ist gesetzt, wenn der Maximalstrom durch die i^{2t} Überwachung auf den Dauerstrom (LCC) gesetzt worden war.

Zustände digitaler Eingänge

Der Zustand der digitalen Eingänge wird entsprechend der Pegeleinstellung als Ein oder Aus angezeigt

Status der Endschalter

Angezeigt wird, ob einer der Endschalter geschaltet hatte, auch wenn der zugeordnete Eingang sich bereits wieder im Ruhezustand befindet.

7.7.2 Trace-Funktion

Als weiteres Diagnose-Werkzeug stellt der Motion Manager eine Trace-Funktion zur Verfügung, über die interne Parameter grafisch aufgezeichnet werden können. Damit lässt sich das dynamische Verhalten des Antriebs überwachen, was z. B. für die Optimierung der Reglerparameter hilfreich ist.

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Device Type

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1000	0	device type	Unsigned32	ro	0x00020192	Angabe des Gerätetyps

Enthält Informationen zum Gerätetyp, aufgeteilt in zwei 16-Bit-Felder:

Byte: MSB	LSB
Additional Information	Device Profile Number

Device Profile Number = 0x192 (402d)

Error Register

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1001	0	error register	Unsigned8	ro		Fehlerregister

Das Error Register beinhaltet bitkodiert die zuletzt aufgetretenen Fehlerarten. Für die Beschreibung des Error Registers siehe [Kapitel 4.4 „Emergency Object \(Fehlermeldung\)“](#).

Pre-defined Error Field (Fehlerspeicher)

Index	Subindex	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1003	0	number of errors	Unsigned8	rw		Anz. gespeicherter Fehler
	1	standard error field	Unsigned32	ro		Letzter Fehler
	2	standard error field	Unsigned32	ro		Weiterer Fehler...

Der Fehlerspeicher enthält die Kodierung der letzten aufgetretenen Fehler. Das standard error field ist dabei in zwei 16-Bit-Felder aufgeteilt:

Byte: MSB	LSB
Additional Information	Error Code

Die Bedeutung der einzelnen Fehlercodes ist im [Kapitel 4.4 „Emergency Object \(Fehlermeldung\)“](#) beschrieben.

Durch Schreiben einer „0“ auf Subindex 0 wird der Fehlerspeicher gelöscht.

COB-ID SYNC

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x1005	0	COB-ID SYNC	Unsigned32	rw	0x80	CAN-Objekt-Identifizier des SYNC Objects

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Manufacturer Device Name

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1008	0	manufacturer device name	Vis-String	const		Gerätename

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um den Gerätenamen auszulesen, da dieser größer als 4 Byte sein kann.

Manufacturer Hardware Version

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1009	0	manufacturer hardware version	Vis-String	const		Hardware Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um die Hardware-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Manufacturer Software Version

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x100A	0	manufacturer software version	Vis-String	const		Software Version

Verwenden Sie das Segmented SDO-Protocol um die Software-Version auszulesen, da diese größer als 4 Byte sein kann.

Guard Time

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x100C	0	guard time	Unsigned16	rw	0	Überwachungszeit für Node Guarding

Angabe der Guard Time in Millisekunden, 0 schaltet die Überwachung aus.

Life Time Factor

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x100D	0	life time factor	Unsigned8	rw	0	Zeitfaktor für Lifeguarding

Der Life Time Factor multipliziert mit der Guard Time ergibt die Life Time für das Node Guarding Protocol (siehe [Kapitel 5.6 „NMT \(Netzwerkmanagement\)“](#)). 0 schaltet Lifeguarding aus.

Store Parameters

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1010	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	save all parameters	Unsigned32	rw	1	Speichert alle Parameter
	2	save communication parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Kommunikationsparameter abspeichern
	3	save application parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Anwendungsparameter abspeichern

Dieses Objekt speichert Konfigurationsparameter in den nichtflüchtigen Flash-Speicher. Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Speichermöglichkeiten.

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Der Speichervorgang wird durch Schreiben der Signatur „save“ auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB		LSB	
ISO 8 859 („ASCII“)	e	v	a	s
hex	65h	76h	61h	73h

Das Objekt entspricht dem FAULHABER Kommando SAVE.

VORSICHT!



Flash-Speicher

Der Flash-Speicher ist für 10 000 Schreibzyklen ausgelegt. Wird dieser Befehl mehr als 10 000 mal ausgeführt, kann die Funktion des Flash-Speichers nicht mehr gewährleistet werden.

- Befehl nicht mehr als 10 000 mal ausführen.

Restore Default Parameters

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1011	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	restore all default parameters	Unsigned32	rw	1	Lädt alle Default-Parameter
	2	restore default communication parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Default Kommunikationsparameter laden
	3	restore default application parameters	Unsigned32	rw	1	Nur Default Anwendungsparameter laden

Dieses Objekt lädt die Default-Konfigurationsparameter (Auslieferungszustand).

Ein Lesezugriff liefert Informationen über die Restoremöglichkeiten.

Der Restorevorgang wird durch Schreiben der Signatur „load“ auf den entsprechenden Subindex eingeleitet:

Signature	MSB		LSB	
ASCII	d	a	o	l
hex	64h	61h	6Fh	6Ch

Die Parameter werden erst beim nächsten Bootvorgang (Reset) auf die Defaultwerte gesetzt.

Wenn die Default-Parameter endgültig gespeichert werden sollen, muss nach dem Reset ein Save-Befehl ausgeführt werden.

COB-ID Emergency Message

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1014	0	COB-ID EMCY	Unsigned32	ro	0x80 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizier des Emergency Objects

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Identity Object

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1018	0	Number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	Vendor ID	Unsigned32	ro	327	Herstellernummer (FAULHABER: 327)
	2	Product code	Unsigned32	ro	3 150	Produktkennnummer
	3	Revision number	Unsigned32	ro		Versionsnummer
	4	Serial number	Unsigned32	ro		Serien-Nr.

Server SDO Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1200	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID Client →server (rx)	Unsigned32	ro	0x600 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizierer der Server RxSDO
	2	COB-ID Server →client (tx)	Unsigned32	ro	0x580 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizierer der Server TxSDO

Receive PDO1 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1400	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x200 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizierer der Server RxPDO1
	2	transmission type	Unsigned8	rw	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO2 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1401	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x300 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizierer der Server RxPDO2
	2	transmission type	Unsigned8	rw	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO3 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1402	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x400 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizierer der Server RxPDO3
	2	transmission type	Unsigned8	ro	255	PDO-Übertragungsart

Receive PDO1 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1600	0	number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x60400010	Verweis auf 16-Bit controlword (0x6040)

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Receive PDO2 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1601	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010108	Verweis auf 8-Bit FAULHABER Kommando
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010220	Verweis auf 32-Bit Befehls-Argument

Receive PDO3 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1602	0	number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030108	Verweis auf 8-Bit Trace-Mode für Parameter 1
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030208	Verweis auf 8-Bit Trace-Mode für Parameter 2
	3	3rd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030308	Verweis auf 8-Bit Trace-Timecode-Einstellung
	4	4th object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030408	Verweis auf 8-Bit Trace-Wert „Anzahl Pakete“
	5	5th object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23030508	Verweis auf 8-Bit Trace-Wert „Zeitabstand“

Transmit PDO1 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1800	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x180 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizier der TxPDO1
	2	transmission type	Unsigned8	rw	255	PDO-Übertragungsart Default: asynchron

Transmit PDO2 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1801	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x280 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizier der TxPDO2
	2	transmission type	Unsigned8	rw	253	PDO-Übertragungsart Default: asynchron auf Anforderung (RTR)

Transmit PDO3 Communication Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1802	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	COB-ID	Unsigned32	ro	0x380 + Node-ID	CAN-Objekt-Identifizier der TxPDO3
	2	transmission type	Unsigned8	rw	253	PDO-Übertragungsart asynchron auf Anforderung (RTR) oder synchron

8 Parameterbeschreibung

8.1 Kommunikationsobjekte nach CiA 301

Transmit PDO1 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1A00	0	number of entries	Unsigned8	ro	1	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x60410010	Verweis auf 16-Bit statusword (0x6041)

Transmit PDO2 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1A01	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23010108	Verweis auf 8-Bit FAULHABER Kommando
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23020120	Verweis auf 32-Bit-Wert
	3	3rd object to be mapped	Unsigned8	ro	0x23020208	Verweis auf 8-Bit Fehlercode

Transmit PDO3 Mapping Parameter

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x1A02	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	1st object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040120	Verweis auf 32-Bit Trace-Wert von Parameter 1
	2	2nd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040220	Verweis auf 32-Bit Trace-Wert von Parameter 2
	3	3rd object to be mapped	Unsigned32	ro	0x23040308	Verweis auf 8-Bit Timecode

8 Parameterbeschreibung

8.2 Herstellerspezifische Objekte

FAULHABER Kommando

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2301	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	command	Unsigned8	rw	0	Kommandobyte für FAULHABER Kanal
	2	argument	Unsigned32	rw	0	Argument für FAULHABER Kommando

Dieses Objekt wird über die RxPDO2 beschrieben und beinhaltet immer das zuletzt gesendete FAULHABER Kommando.

Rückgabewert von FAULHABER Kommando

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2302	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	value	Unsigned32	ro	0	Argument für FAULHABER Kommando
	2	error	Unsigned8	ro	0	Fehlercode: 1 = OK, weitere Fehler siehe Kapitel 8.4 „FAULHABER Kommandos“

Der Inhalt dieses Objekts wird durch einen Request (RTR) auf TxPDO2 angefordert und liefert den Rückgabewert für Befehle auf dem FAULHABER Kanal.

Trace-Konfiguration

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2303	0	number of entries	Unsigned8	ro	5	Anzahl Objekteinträge
	1	mode1	Unsigned8	rw	0	Tracemodus für Parameter 1
	2	mode2	Unsigned8	rw	0	Tracemodus für Parameter 2
	3	timecode	Unsigned8	rw	1	Daten mit Timecode
	4	packets	Unsigned8	rw	1	Anzahl zu übertragende Pakete pro Request
	5	period	Unsigned8	rw	1	Zeitabstand zwischen den Paketen

Dieses Objekt wird über die RxPDO3 beschrieben und beinhaltet immer die zuletzt gesendete Trace-Einstellung.

Trace-Daten

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2304	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	value1	Unsigned32	ro	0	Letzter Wert von Parameter 1
	2	value2	Unsigned32	ro	0	Letzter Wert von Parameter 2
	3	timecode	Unsigned8	ro	0	Letzter Timecode Wert

Der Inhalt dieses Objekts wird durch einen Request (RTR) auf TxPDO3 angefordert und liefert die Trace-Daten der eingestellten Parameter. Hier werden immer die Werte, die zuletzt angefordert wurden zwischengespeichert.

8 Parameterbeschreibung

8.2 Herstellerspezifische Objekte

FAULHABER Fehlerregister

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2320	0	number of entries	Unsigned8	ro	4	Anzahl Objekteinträge
	1	internal fault register	Unsigned16	ro	0	Aktueller interner Fehler 0 = Kein Fehler
	2	emergency mask	Unsigned16	rw	0x00FF	Fehler, die ein Emergency-Telegramm auslösen
	3	fault mask	Unsigned16	rw	0	Fehler, die als DSP402-Fehler behandelt werden und die Statemachine beeinflussen (Fault-Zustand)
	4	errout mask	Unsigned16	rw	0x00FF	Fehler, die den Fehlerausgang setzen

Für das FAULHABER Fehlerregister und die Error Mask gilt die in [Kapitel 6.8 „Fehlerbehandlung“](#) beschriebene Fehlerkodierung.

Eingestellte Baudrate

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x2400	0	Baudrate	Unsigned8	ro	0xFF	Eingestellte Baudrate

Über dieses Objekt kann abgefragt werden, welche Baudrate eingestellt ist. Zurückgegeben wird der Index der eingestellten Baudrate oder 0xFF, wenn AutoBaud eingestellt ist.

Baudrate	Index	Baudrate	Index
1 000 KBit	0	125 KBit	4
800 KBit	1	50 KBit	6
500 KBit	2	20 KBit	7
250 KBit	3	10 KBit	8
		AutoBaud	0xFF

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Controlword (0x6040)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6040	0	controlword	Unsigned16	rw		Antriebssteuerung

Die Bits im Controlword sind im [Kapitel 6.1 „Device Control“](#) beschrieben.

Statusword (0x6041)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6041	0	statusword	Unsigned16	ro		Statusanzeige

Die Bits im Statusword sind im [Kapitel 6.1 „Device Control“](#) beschrieben.

Modes of operation (0x6060)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6060	0	modes of operation	Integer8	wo	1	Umschalten der Betriebsart

FAULHABER Motion Control Systeme unterstützen folgende Betriebsarten::

- 1 CiA 402 Profile Position Mode (Positionsregelung)
- 3 CiA 402 Profile Velocity Mode (Geschwindigkeitsregelung)
- 6 CiA 402 Homing Mode (Referenzfahrt)
- 1 FAULHABER spezifische Betriebsart

Modes of operation display (0x6061)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6061	0	modes of operation display	Integer8	ro	1	Anzeige der eingestellten Betriebsart

Die eingestellte Betriebsart kann hier abgefragt werden, die Bedeutung der Rückgabewerte entspricht den Werten des Objektes 0x6060.

Position Demand Value (0x6062)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6062	0	position demand value	Integer32	ro		Letzte Sollposition (skaliert entsprechend dem Position Factor)

Position Actual Value (0x6063)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6063	0	position actual value	Integer32	ro		Istposition (Inkrement)

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Position Actual Value (0x6064)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6064	0	position actual value	Integer32	ro		Istposition (skaliert entsprechend dem Position Factor)

Position Window (0x6067)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6067	0	position window	Unsigned32	rw	20	Zielpositionsfenster (skaliert entsprechend dem Position Factor)

Position Window Time (0x6068)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6068	0	position window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Zielpositionsfenster in ms

Velocity Sensor Actual Value (0x6069)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6069	0	velocity sensor actual value	Integer32	ro		Istgeschwindigkeit (skaliert entsprechend der Encoder Auflösung)

Velocity Demand Value (0x606B)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606B	0	velocity demand value	Integer32	ro		Sollgeschwindigkeit (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

Velocity Actual Value (0x606C)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606C	0	velocity actual value	Integer32	ro		Istgeschwindigkeit (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

Velocity Window (0x606D)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606D	0	velocity window	Unsigned16	rw	20	Endgeschwindigkeitsfenster (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

Velocity Window Time (0x606E)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x606E	0	velocity window time	Unsigned16	rw	200	Zeit im Endgeschwindigkeitsfenster in ms

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Velocity Thresold (0x606F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x606F	0	velocity thresold	Unsigned16	rw	20	Geschwindigkeitsschwellwert (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

Velocity Thresold Time (0x6070)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x6070	0	velocity thresold time	Unsigned16	rw	20	Zeit unter dem Geschwindigkeitsschwellwert in ms

Target Positon (0x607A)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607A	0	Target position	Integer32	rw		Sollposition (skaliert entsprechend dem Position Factor)

Homing Offset (0x607C)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607C	0	homing offset	Integer32	rw	0	Nullpunktverschiebung gegenüber der Refernzposition (skaliert entsprechend dem Position Factor)

Software Position Limit (0x607D)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607D	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	min position limit	Integer32	rw	$-1,8 \cdot 10^9$	Untere Positionier-Bereichsgrenze
	2	max position limit	Integer32	rw	$+1,8 \cdot 10^9$	Obere Positionier-Bereichsgrenze

Jeweils skaliert entsprechend dem Position Factor.

Polarity (0x607E)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Default-wert	Bedeutung
0x607E	0	polarity	Unsigned8	rw	0	Bewegungsrichtung

Über die Einträge in diesem Objekt kann die Bewegungsrichtung des angeschlossenen Encoders für die unterstützten Betriebsarten ändern:

Bit 7 = 1 → negative Bewegungsrichtung im Positionierbetrieb

Bit 6 = 1 → negative Bewegungsrichtung im Geschwindigkeitsbetrieb

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Max Profile Velocity (0x607F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x607F	0	max profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximalgeschwindigkeit (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Profile Velocity (0x6081)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6081	0	profile velocity	Unsigned32	rw	*)	Maximalgeschwindigkeit (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Profile Acceleration (0x6083)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6083	0	profile acceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Beschleunigung (skaliert entsprechend dem Acceleration Factor)

Profile Deceleration (0x6084)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6084	0	profile deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Maximale Verzögerung (skaliert entsprechend dem Acceleration Factor)

Quick Stop Deceleration (0x6085)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6085	0	quick stop deceleration	Unsigned32	rw	30 000	Bremsrampenwert bei Quick Stop (skaliert entsprechend dem Acceleration Factor)

Motion Profile Type (0x6086)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6086	0	motion profile type	Integer16	ro	0	Art des Bewegungsprofils 0: Linear Ramp

Position Encoder Resolution (0x608F)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x608F	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl der Einträge
	1	encoder increments	Unsigned32	rw	2 048	Auflösung des externen Encoders bei 4 Flankenauswertung
	2	motor revolution	Unsigned32	rw	1	Anzahl der magnetischen Polabstände bei der in Subindex 1 genannten Impulszahl

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Position Factor (0x6093)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6093	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Positionsfaktors
	2	feed_constant	Unsigned32	rw	1	Nenner des Positionsfaktors

$$\text{Faktor} = \frac{\text{Zähler (numerator)}}{\text{Nenner (divisor)}}$$

Velocity Factor (0x6096)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6096	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Geschwindigkeitsfaktors
	2	divisor	Unsigned32	rw	1	Nenner des Geschwindigkeitsfaktors

Acceleration Factor (0x6097)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6097	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	numerator	Unsigned32	rw	1	Zähler des Beschleunigungsfaktors
	2	divisor	Unsigned32	rw	1	Nenner des Beschleunigungsfaktors

Homing Method (0x6098)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6098	0	homing method	Integer8	rw	0	Homingverfahren entsprechend CiA 402

Homing Speed (0x6099)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6099	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	speed during search for switch	Unsigned32	rw	400	Geschwindigkeit bei Schaltersuche (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)
	2	speed during search for home	Unsigned32	rw	100	Geschwindigkeit bei Nullpunkt anfahren (skaliert entsprechend dem Velocity Factor)

Homing Acceleration (0x609A)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x609A	0	homing acceleration	Unsigned32	rw	50	Beschleunigung bei der Referenzfahrt (skaliert entsprechend dem Acceleration Factor)

8 Parameterbeschreibung

8.3 Objekte des Antriebsprofils CiA 402

Velocity Control Parameter Set (0x60F9)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60F9	0	number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl Objekteinträge
	1	gain	Unsigned16	rw	*)	Geschwindigkeitsregler P-Anteil
	2	integration time constant	Unsigned16	rw	*)	Geschwindigkeitsregler I-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Control Effort (0x60FA)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FA	0	Control effort	Unsigned32	ro		Reglerausgang

Position Control Parameter Set (0x60FB)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FB	0	Number of entries	Unsigned8	ro	2	Anzahl der Einträge
	1	Gain	Unsigned16	rw	*)	Lageregler P-Anteil
	2	D constant	Unsigned16	rw	*)	Lageregler D-Anteil

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

Position Demand Value (0x60FC)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FC	0	position demand value	Integer32	ro		Letzte Sollposition (Inkrement)

Target Velocity (0x60FF)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x60FF	0	target velocity	Integer32	rw		Sollgeschwindigkeit

Die Sollgeschwindigkeit wird in benutzerdefinierten Einheiten vorgegeben und über den Velocity Factor in die interne Dartellung (1/min) umgerechnet.

Drive Data (0x6510)

Index	Sub-index	Name	Typ	Attrb.	Defaultwert	Bedeutung
0x6510	0	number of entries	Unsigned8	ro	3	Anzahl Objekteinträge
	1	motor type	Integer32	rw	*)	Eingestellter Motortyp 0 LM-Motor
	2	speed constant KN	Unsigned16	rw	*)	Geschwindigkeitskonstante Kn des Motors Einheit: mm/s/V
	3	motor resistance RM	Unsigned32	rw	*)	Motorwiderstand RM Einheit: mΩ

*) Abhängig von der Ausliefer-Konfiguration des Motion Controllers

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Mit den FAULHABER Kommandos lässt sich auf sehr einfache Art und Weise der Antrieb konfigurieren und steuern. Alle unterstützten ASCII-Befehle der seriellen Variante stehen als CAN-Telegramm auf PDO2 zur Verfügung, das erste Byte enthält dabei immer den HEX-Wert des Kommandos, die folgenden 4 Byte können Daten enthalten:

RxPDO2: FAULHABER Kommando

11- Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten				
0x300 (768d) + Node-ID	Cmd	LLB	LHB	HLB	HHB

Für die Konfiguration des Antriebs über den FAULHABER Kanal muss sich das Gerät im NMT-Zustand „Operational“ befinden.

Ein Teil der Parameter kann auch über das Objektverzeichnis eingestellt werden, andere aber nur über den FAULHABER Kanal.

Einige Parameter können nur in der FAULHABER Betriebsart Modes of operation = -1 (Objekt 0x6060 oder Befehl OPMOD) eingestellt und verwendet werden, da sie direkten Einfluss auf das Antriebsverhalten haben.

Das Antwortverhalten der FAULHABER Kommandos hängt von der Einstellung des transmission type von TxPDO2 (OV-Index 0x1801) ab:

a.) transmission type = 0-240

Die Kommandos werden erst mit Erhalt eines SYNC-Objekts auf TxPDO2 quittiert (siehe [Kapitel 4.5 „SYNC Object“](#)).

b.) transmission type = 252

Die Antwort auf ein Kommando wird erst mit Erhalt eines SYNC-Objekts bereitgestellt und kann anschließend mit einem Request (RTR) auf TxPDO2 angefordert werden.

c.) transmission type = 253 (default)

Nach dem Senden des Kommandos auf RxPDO2 muss ein Request (RTR) auf TxPDO2 durchgeführt werden, um die Antwort von Abfragebefehlen zu erhalten oder um den Erfolg von Sendebefehlen zu überprüfen.

d.) transmission type = 255

Die Kommandos werden sofort auf TxPDO2 quittiert.

TxPDO2: FAULHABER Daten

11- Bit Identifier	5 Byte Nutzdaten					
0x280 (640d) + Node-ID	Cmd	LLB	LHB	HLB	HHB	Error

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Zurückgegeben werden immer 6 Byte, wobei das erste Byte das Kommando angibt und die folgenden 4 Byte den gewünschten Wert als Long Integer (bei reinen Sendebefehlen 0) gefolgt von einem Fehlercode:

Error	Erläuterung
1	Befehl erfolgreich ausgeführt
-2	EEPROM writing done
-4	Overtemperature – drive disabled
-5	Invalid parameter
-7	Unknown command
-8	Command not available
-13	Flash defect

Beispiel:

Abfrage der Istposition von Knoten 3 (Kommando „POS“):

Transmit ID 303: 40 00 00 00 00

Request ID 283

Receive ID 283: 40 A0 86 01 00 01

→ Istposition = 100000D

8.4.1 Befehle zur Grundeinstellung

Die hier aufgeführten Befehle dienen zur Konfiguration von Grundeinstellungs-Parametern, die über den Befehl SAVE in den Flash-Datenspeicher gespeichert und von dort nach dem Einschalten wieder geladen werden.

Befehle für spezielle FAULHABER Betriebsarten

Verfügbar nur im FAULHABER Modus (Modes of operation = OPMOD = -1)

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
OPMOD	0xFD	0	Operation Mode	CANopen Betriebsmodus: -1: FAULHABER Modus 1: Profile Position Mode 3: Profile Velocity Mode 6: Homing Mode Entspricht Objekt 0x6060 (modes of operation)
SOR	0x8E	0-4	Source For Velocity	Quelle für Geschwindigkeitsvorgabe: 0: CAN-Schnittstelle (Default) 1: Spannung am Analogeingang 2: PWM-Signal am Analogeingang 3: Strombegrenzungswert über Analogeingang 4: Strombegrenzungswert über Analogeingang mit Auswertung des Vorzeichens zur Vorgabe der Bewegungsrichtung
CONTMOD	0x06	0	Continuous Mode	Von einem erweiterten Modus auf Normalbetrieb zurückschalten
STEPMOD	0x46	0	Steppermotor Mode	Umschalten auf Schrittmotor Modus
APCMOD	0x02	0	Analog Position Control Mode	Umschalten auf Positionsregelung über Analogspannung
ENCMOD	0x10	0	Encoder Mode	Umschalten auf Impulsgeber-Modus. Ein externer Impulsgeber dient als Lagegeber (Der aktuelle Positionswert wird auf 0 gesetzt)
HALLSPEED	0x3B	0	Hallsensor as Speedsensor	Geschwindigkeit über Hallsensoren im Encoder Modus
ENCSPD	0x12	0	Encoder as Speedsensor	Geschwindigkeit über Encodersignale im Encoder Modus
GEARMOD	0x1D	0	Gearing Mode	Umschalten auf Gearing-Modus
VOLTMOD	0x49	0	Set Voltage Mode	Spannungssteller-Modus aktivieren
IXRMOD	0x50	0	Set IxR Mode	IxR-Regelung aktivieren

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Parameter für Grundeinstellungen

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
ENCRES	0x70	Wert	Load Encoder Resolution	Auflösung von externem Encoder laden (4-fach imp/mm). Wert: 8 bis 65 535 Entspricht Objekt 0x608F
KN	0x9E	Wert	Load Speed Constant	Geschwindigkeitskonstante K_n laden gemäß Angaben im Datenblatt. Einheit: mm/s/V. Wert: 0...16 383 Entspricht Objekt 0x6510
RM	0x9F	Wert	Load Motor Resistance	Motorwiderstand R_M laden gemäß Angabe im Datenblatt. Einheit: mΩ. Wert: 10...320 000 Entspricht Objekt 0x6510
STW	0x77	Wert	Load Step Width	Schrittweite laden für Schrittmotor- und Gearing-Modus Wert: 1...65 535
STN	0x64	Wert	Load Step Number	Anzahl der Schritte pro magnetischem Polabstand laden für Schrittmotor und Gearing-Modus Wert: 1...65 535
MV	0x85	Wert	Minimum Velocity	Vorgabe der kleinsten Geschwindigkeit in mm/s bei Geschwindigkeitsvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wert: 0...10 000
MAV	0x83	Wert	Minimum Analog Voltage	Vorgabe der minimalen Startspannung in mV bei Geschwindigkeitsvorgabe über Analogspannung (SOR1, SOR2) Wert: 0...10 000
ADL	0x00	0	Analog Direction Left	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Linksbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2)
ADR	0x01	0	Analog Direction Right	Positive Spannungen am Analogeingang führen zur Rechtsbewegung des Läuferstabs (SOR1, SOR2)
SIN	0xA0	0 – 1	Sinus Commutation	1: Keine Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Default) 0: Blockkommutierung im oberen Geschwindigkeitsbereich (Vollaussteuerung)

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Allgemeine Parameter

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
LL	0xB5v	Wert	Load Position Range Limits	Grenzpositionen laden (aus diesen Limits kann nicht herausgefahren werden). Positive Werte geben das obere Limit an und negative das untere. Die Bereichsgrenzen sind nur aktiv, wenn APL1 ist. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots +1,8 \cdot 10^9$ Entspricht Objekt 0x607D
APL	0x03	0-1	Activate/Deactivate Position Limits	Bereichsgrenzen (LL) aktivieren (gültig für alle Betriebsarten im FAULHABER Mode außer VOLTMOD). 1: Positionslimits aktiviert 0: Positionslimits deaktiviert
SP	0x8F	Wert	Load Maximum Speed	Maximalgeschwindigkeit laden (mm/s). Einstellung gilt für alle Modi. Wert: 0...10 000 Entspricht Objekt 0x607F bzw. 0x6081
AC	0x65	Wert	Load Command Acceleration	Beschleunigungswert laden (mm/s ²). Wert: 0...30 000 Entspricht Objekt 0x6083
DEC	0x6D	Wert	Load Command Deceleration	Bremswert laden (mm/s ²). Wert: 0 bis 30 000 Entspricht Objekt 0x6084 bzw. 0x6081
SR	0xA4	Wert	Load Sampling Rate	Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers als Vielfaches von 200 µs laden. Wert: 1...20
POR	0x89	Wert	Load Velocity Proportional Term	Geschwindigkeitsreglerverstärkung laden. Wert: 1...255 Entspricht Objekt 0x60F9
I	0x7B	Wert	Load Velocity Integral Term	Geschwindigkeitsreglerintegralanteil laden. Wert: 1...255 Entspricht Objekt 0x60F9
PP	0x9B	Wert	Load Position Proportional Term	Lagereglerverstärkung laden. Wert: 1...255 Entspricht Objekt 0x60FB
PD	0x9C	Wert	Load Position Differential Term	Lageregler D-Anteil laden. Wert: 1...255 Entspricht Objekt 0x60FB
CI	0xA2	Wert	Load Current Integral Term	Integralanteil für Stromregler laden. Wert: 1...255
LPC	0x81	Wert	Load Peak Current Limit	Spitzenstrom laden (mA). Wert: 0...12 000
LCC	0x80	Wert	Load Continuous Current Limit	Dauerstrom laden (mA). Wert: 0...12 000
DEV	0x6F	Wert	Load Deviation	Größte zulässige betragsmäßige Abweichung der Istgeschwindigkeit von der Sollgeschwindigkeit (Deviation) laden. Wert: 0...30 000
CORRIDOR	0x9D	Wert	Load Corridor	Fenster um die Zielposition. Wert: 1...32 767 Entspricht Objekt 0x6067

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

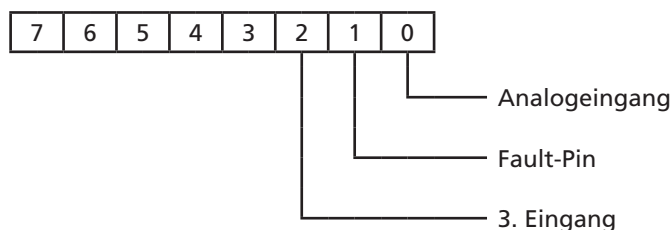
Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
ERROUT	0x14	0	Error Output	Fault-Pin als Fehlerausgang.
ENCOUT	0x11	0	Encoder Output	Fault-Pin als Impulsausgang.
DIGOUT	0x0A	0	Digital Output	Fault-Pin als Digitalausgang. Der Ausgang wird auf low Pegel gesetzt.
POSOUT	0x4C	0	Position Output	Fault-Pin als Digitalausgang zur Anzeige der Bedingung „Sollposition erreicht“.
DIRIN	0x0C	0	Direction Input	Fault-Pin als Bewegungsrichtungseingang.
REFIN	0x41	0	Reference Input	Fault-Pin als Referenz- oder Endschaltereingang.
DCE	0x6B	Wert	Delayed Current Error	Verzögerter Fehlerausgang bei ERROUT in 1/100 Sek. Wert: 0...65 535
LPN	0x82	Wert	Load Pulse Number	Impulszahl vorgeben bei ENCOUT. Wert: 1...255
CO	0x05	0	Clear Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf low Pegel setzen.
SO	0x45	0	Set Output	Digitalen Ausgang DIGOUT auf high Pegel setzen.
TO	0x55	0	Toggle Output	Digitalen Ausgang DIGOUT umschalten.
SETPLC	0x51	0	Set PLC-Inputs	Digitale Eingänge SPS-Kompatibel (24 V-Pegel).
SETTTL	0x52	0	Set TTL-Inputs	Digitale Eingänge TTL-Kompatibel (5 V-Pegel).

Konfiguration der Referenzfahrt und der Endschalter im FAULHABER Modus

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
HP	0x79	0	Hard Polarity	Gültige Flanke bzw. Polarität der jeweiligen Endschalter festlegen: 1: Steigende Flanke bzw. High Pegel gültig 0: Fallende Flanke bzw. Low Pegel gültig
HB	0x73	0	Hard Blocking	Hard-Blocking Funktion für entsprechenden Endschalter aktivieren.
HD	0x74	0	Hard Direction	Vorgabe der Richtung, die bei HB des jeweiligen Endschalters gesperrt wird. 1: Rechtslauf gesperrt 0: Linkslauf gesperrt
SHA	0x8A	0	Set Home Arming for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Positionswert auf 0 setzen.
SHL	0x90	0	Set Hard Limit for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen.
SHN	0x9A	Wert	Set Hard Notify for Homing Sequence	Referenzfahrtverhalten (GOHOSEQ): Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit 14=1).
HOSP	0x78	Wert	Load Homing Speed	Geschwindigkeit und Richtung für Referenzfahrt (GOHOSEQ, GOHIX, FHIX) laden. Wert: -10 000 bis 10 000 mm/s
HA	0x72	0	Home Arming	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Positionswert auf 0 setzen und entsprechendes HA-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HL	0x75	0	Hard Limit	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter den Motor stoppen und entsprechendes HL-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.
HN	0x76	0	Hard Notify	Bei Flanke an jeweiligem Endschalter Nachricht an Master senden (Statusword Bit 14=1) und entsprechendes HN-Bit löschen. Einstellung wird nicht gespeichert.

Bitmaske der Endschalter:



8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

8.4.2 Abfragebefehle für Grundeinstellungen

Betriebsarten und allgemeine Parameter

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
GOPMOD	0xFE	0	Get Operation Mode	Aktueller CANopen Betriebsmodus anzeigen: -1: FAULHABER Modus 1: Profile Position Mode 3: Profile Velocity Mode 6 : Homing Mode Entspricht Objekt 0x6061 (modes of operation display)
CST	0x58	0	Configuration Status	Eingestellte Betriebsart. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-2, reserviert Bit 3-4, Geschwindigkeitsvorgabe: 0: SOR0 (CAN-Schnittstelle) 1: SOR1 (Analogspannung) 2: SOR2 (PWM-Signal) 3: SOR3 (Strombegrenzungswert) Bit 5-6, reserviert Bit 7-9, FAULHABER Modus: 0: CONTMOD 1: STEPMOD 2: APCMOD 3: ENCMOD/HALLSPEED 4: ENCMOD/ENCSPPEED 5: GEARMOD 6: VOLTMOD Bit 10, Leistungsverstärker: 0: Disabled (DI) 1: Enabled (EN) Bit 11, Positionsregler: 0: Ausgeschaltet 1: Eingeschaltet Bit 12, Analog Richtung: 0: ADL 1: ADR Bit 13, Position Limits APL: 0: deaktiviert 1: aktiviert Bit 14, Sinuskommutierung SIN: 0: Blockkommutierung zulassen 1: Keine Blockkommutierung zulassen

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
GMOD	0x28	0	Get Mode	Eingestellter FAULHABER Modus: 0: CONTMOD 1: STEPMOD 2: APCMOD 3: ENCMOD / HALLSPEED 4: ENCMOD / ENCSPEED 5: GEARMOD 6: VOLTMOD
GENCRES	0x1E	0	Get Encoder Resolution	Eingestellte Impulsgeberauflösung (ENCRES) Entspricht Objekt 0x608F
GMOTTYP	0x29	0	Get Motor Type	Eingestellter Motortyp 0: LM-Motor
GKN	0x4D	0	Get Speed Constant	Geschwindigkeitskonstante in mm/s/V (KN) Entspricht Objekt 0x6510
GRM	0x4E	0	Get Motor Resistance	Motorwiderstand in mΩ (RM) Entspricht Objekt 0x6510
GSTW	0x39	0	Get Step Width	Eingestellte Schrittweite (STW)
GSTN	0x38	0	Get Step Number	Eingestellte Schrittzahl pro magnetischem Polabstand (STN)
GMV	0x2A	0	Get Minimum Velocity	Eingestellte minimale Geschwindigkeit in mm/s (MV)
GMAV	0x27	0	Get Minimum Analog Voltage	Eingestellter minimaler Startspannungswert in mV (MAV)
GPL	0x31	0	Get Positive Limit	Eingestellte positive Grenzposition (LL) Entspricht Objekt 0x607D
GNL	0x2C	0	Get Negative Limit	Eingestellte negative Grenzposition (LL) Entspricht Objekt 0x607D
GSP	0x36	0	Get Maximum Speed	Eingestellte Maximalgeschwindigkeit in mm/s (SP) Entspricht Objekt 0x607F bzw. 0x6081
GAC	0x15	0	Get Acceleration	Eingestellter Beschleunigungswert in mm/s ² (AC) Entspricht Objekt 0x6083
GDEC	0x1B	0	Get Deceleration	Eingestellter Bremswert in mm/s ² (DEC) Entspricht Objekt 0x6084
GSR	0x56	0	Get Sampling Rate	Eingestellte Abtastrate des Geschwindigkeitsreglers in ms/10 (SR)
GPOR	0x33	0	Get Velocity Prop. Term	Eingestellter Verstärkungswert des Geschwindigkeitsreglers (POR) Entspricht Objekt 0x60F9
GI	0x26	0	Get Velocity Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Geschwindigkeitsreglers (I) Entspricht Objekt 0x60F9
GPP	0x5D	0	Get Position Prop. Term	Eingestellter Verstärkungswert des Lagereglers (PP) Entspricht Objekt 0x60FB
GPD	0x5E	0	Get Position D-Term	Eingestellter D-Anteil des Lagereglers (PD) Entspricht Objekt 0x60FB
GCI	0x63	0	Get Current Integral Term	Eingestellter Integralanteil des Stromreglers (CI)
GPC	0x30	0	Get Peak Current	Eingestellter Spitzenstrom in mA (LPC)
GCC	0x18	0	Get Continuous Current	Eingestellter Dauerstrom in mA (LCC)
GDEV	0x1C	0	Get Deviation	Eingestellter Deviationswert (DEV)
GCORRIDOR	0x62	0	Get Corridor	Eingestelltes Fenster um die Zielposition (CORRIDOR) Entspricht Objekt 0x6067.

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

Konfiguration des Fehler-Pins und der digitalen Eingänge

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
IOC	0x5C	0	I/O Configuration	Eingestellte Ein-/Ausgangskonfiguration. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, FAULHABER Hard Blocking: 0-7: Funktion aktiv für Eingang 1-3 Bit 8-15, FAULHABER Hard Polarity: 0-7: Steigende Flanke an Eingang 1-3 Bit 16-23, FAULHABER Hard Direction: 0-7: Rechtslauf gesp. an Eingang 1-3 Bit 24, Zustand des Digitalausgangs: 0: Low 1: High Bit 25, Pegel der Digitaleingänge: 0: TTL-Pegel (5V) 1: PLC-PEGEL (24V) Bit 26-28, Funktion des Fehler-Pins: 0: ERROUT 1: ENCOUT 2: DIGOUT 3: DIRIN 4: REFIN 5: POSOUT
GDCE	0x1A	0	Get Delayed Current Error	Eingestellter Wert der Fehlerausgangsverzögerung (DCE)
GPN	0x32	0	Get Pulse Number	Eingestellte Impulszahl (LPN)

Konfiguration der Referenzfahrt im FAULHABER Modus

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
HOC	0x5B	0	Homing Configuration	Eingestellte Referenzfahrt-Konfiguration. Rückgabewerte binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7, SHA-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 8-15, SHN-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 16-23, SHL-Einstellung für Eing. 1-8 (Eing. 6-8: Reserviert)
GHOSP	0x24	0	Get Homing Speed	Eingestellte Referenzfahrt-Geschwindigkeit in mm/s (HOSP).

8.4.3 Sonstige Befehle

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
SAVE EEPSAV	0x53 0x0D	0	Save Parameters	Aktuelle Parameter- und Konfigurationseinstellung ins Flash speichern. Auch beim nächsten Einschalten läuft der Antrieb mit diesen Einstellungen an. Entspricht Objekt 0x1010. Achtung: Befehl darf nicht mehr als 10 000 mal ausgeführt werden, da sonst die Funktion des Flashspeichers nicht mehr gewährleistet werden kann.
RESET	0x59	0	Reset	Antriebsknoten neu starten. Entspricht NMT-Reset Node.
RN	0x44	0	Reset Node	Anwendungsparameter auf ursprüngliche Werte (ROM-Werte) setzen (Strom, Beschleunigung, Reglerparameter, Maximalgeschwindigkeit, Grenzpositionen,...) Kommunikationsparameter, Betriebsart und Hardwarekonfiguration bleibt erhalten.
FCONFIG	0xD0	0	Factory Configuration	Sämtliche Konfigurationen und Werte werden auf den Auslieferungszustand zurückgesetzt. Der Antrieb führt nach diesem Befehl einen Reset aus. Achtung: Kundenspezifische Werkzeugeinstellungen gehen dabei ebenfalls verloren. Die Node-ID wird auf 255 (unkonfiguriert) gesetzt, daher ist für einen neuen Verbindungsaufbau wieder eine LSS-Konfiguration notwendig! Der Befehl darf maximal 10 000 mal ausgeführt werden.

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

8.4.4 Befehle zur Bewegungssteuerung

Die hier aufgeführten Befehle sind nur im FAULHABER Modus (Modes of operation = -1) verfügbar.

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
DI	0x08	0	Disable Drive	Antrieb deaktivieren.
EN	0x0F	0	Enable Drive	Antrieb aktivieren.
M	0x3C	0	Initiate Motion	Lageregelung aktivieren und Positionierung starten.
LA	0xB4	Wert	Load Absolute Position	Neue absolute Sollposition laden. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$
LR	0xB6	Wert	Load Relative Position	Neue relative Sollposition laden, bezogen auf letzte gestartete Sollposition. Resultierende absolute Sollposition muss dabei zwischen $-2,14 \cdot 10^9$ und $2,14 \cdot 10^9$ liegen.
V	0x93	Wert	Select Velocity Mode	Geschwindigkeitsmodus aktivieren und angegebenen Wert als Sollgeschwindigkeit setzen (Geschwindigkeitsregelung). Wert: $-10\ 000 \dots 10\ 000$ mm/s
U	0x92	Wert	Set Output Voltage	PWM-Wert im VOLTMOD ausgeben. Wert: $-32\ 767 \dots 32\ 767$ (entspricht $-U_v \dots +U_v$)
GOHOSEQ	0x2F	0	Go Homing Sequence	FAULHABER Referenzfahrtsequenz ausführen. Unabhängig vom aktuellen Modus wird eine Referenzfahrt durchgeführt (falls diese programmiert ist).
GOHIX	0x2E	0	Go Hall Index	LM-Motor auf Hall-Nullpunkt (Hall-Index) innerhalb eines magnetischen Polabstands fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen.
GOIX	0xA3	0	Go Encoder Index	Auf den Encoder-Index am Fault-Pin fahren und Ist-Positionswert auf 0 setzen (ext. Encoder).
HO	0xB8	0/Wert	Define Home-Position	Daten = 0: Istposition auf 0 setzen. Sonst: Istposition auf angegebenen Wert setzen. Wert: $-1,8 \cdot 10^9 \dots 1,8 \cdot 10^9$

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

8.4.5 Allgemeine Abfragebefehle

Befehl	Hex-Wert	Daten	Funktion	Beschreibung
POS	0x40	0	Get Actual Position	Aktuelle Istposition. Entspricht Objekt 0x6063.
TPOS	0x4B	0	Get Target Position	Sollposition der letzten gestarteten Positionierung. Entspricht Objekt 0x60FC.
GV	0x3A	0	Get Target Velocity	Aktuelle Sollgeschwindigkeit in mm/s. Entspricht Objekt 0x606B.
GN	0x2B	0	Get Actual Velocity	Aktuelle Istgeschwindigkeit in mm/s. Entspricht Objekt 0x6069.
GU	0x5F	0	Get PWM Voltage	Eingestellter PWM-Wert im VOLTMOD.
GRU	0x60	0	Get Real PWM Voltage	Aktueller Reglerausgangswert.
GCL	0x19	0	Get Current Limit	Aktueller Begrenzungsstrom in mA.
GRC	0x34	0	Get Real Current	Aktueller Iststrom in mA.
TEM	0x47	0	Get Temperature	Aktuelle Gehäusetemperatur in °C.
GADV	0xB2	Wert	Get Analog Voltage	Auslesen der am angegebenen Eingang (Wert) angelegten Spannung. 1: Spannung am Anln 3: Spannung am 3. In Skalierung: 1 000 digits = 1 V Rückgabewert Eingang 1: -10 000 ... 10 000 Rückgabewert Eingang 3: 0 ... 10 000 Wert: 1, 3
OST	0x57	0	Operation Status	Aktueller Betriebszustand anzeigen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0: Referenzfahrt läuft Bit 1-3: Reserviert Bit 4: Strombegrenzung aktiv Bit 5: Deviation Fehler Bit 6: Überspannung Bit 7: Übertemperatur Bit 8: Zustand Eingang 1 Bit 9: Zustand Eingang 2 Bit 10: Zustand Eingang 3 Bit 13-15: Res. für weitere Eingänge Bit 16: Position erreicht
SWS	0x5A	0	Switch Status	Temporäre Endschaltereinstellungen. Rückgabewert binär codiert (LSB = Bit 0): Bit 0-7: HA-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 8-15: HN-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 16-23: HL-Einstellung für Eing. 1-8 Bit 24-31: Angabe, welcher Endschalter 1-8 bereits geschaltet hat (wird bei Neueinstellung des jeweiligen Eingangs wieder zurückgesetzt)

8 Parameterbeschreibung

8.4 FAULHABER Kommandos

8.4.6 Befehlsübersicht

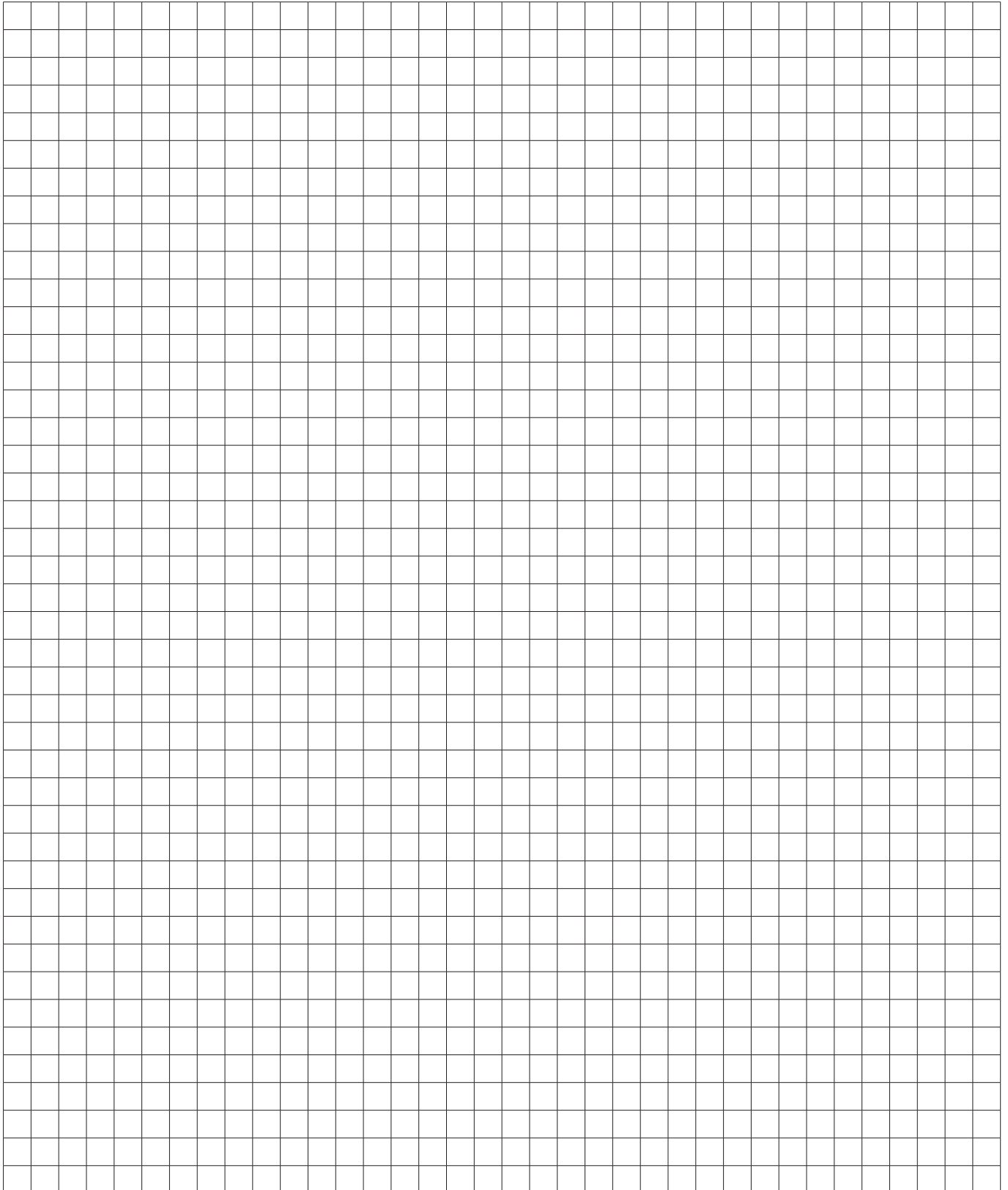
Befehl	Befehlscode	Funktion	CANopen-Objekt
AC	0x65	Load Command Acceleration	0x6083
ADL	0x00	Analog Direction Left	
ADR	0x01	Analog Direction Right	
APCMOD	0x02	Analog Position Control Mode	
APL	0x03	Activate / Deactivate Position Limits	
CI	0xA2	Load Current Integral Term	
CO	0x05	Clear Output	
CONTMOD	0x06	Continuous Mode	
CORRIDOR	0x9D	Load Corridor	0x6067
CST	0x58	Configuration Status	
DCE	0x6B	Delayed Current Error	
DEC	0x6D	Load Command Deceleration	0x6084
DEV	0x6F	Load Deviation	
DI	0x08	Disable Drive	
DIGOUT	0x0A	Digital Output	
DIRIN	0x0C	Direction Input	
EN	0x0F	Enable Drive	
ENCMOD	0x10	Encoder Mode	
ENCOUT	0x11	Encoder Output	
ENCRES	0x70	Load Encoder Resolution	0x608F
ENCSPPEED	0x12	Encoder as Speedsensor	
ERRROUT	0x14	Error Output	
FAULTSTATUS	0xDF	Get Fault Pin Status	
FCONFIG	0xD0	Factory Configuration	
FHIX	0x35	Find Hall Index	
GAC	0x15	Get Acceleration	0x6083
GADC	0xB3	Get ADC Value	
GADV	0xB2	Get Analog Voltage	
GCC	0x18	Get Continuous Current	
GCI	0x63	Get Current Integral Term	
GCL	0x19	Get Current Limit	
GCORRIDOR	0x62	Get Corridor	0x6067
GDCE	0x1A	Get Delayed Current Error	
GDEC	0x1B	Get Deceleration	0x6084
GDEV	0x1C	Get Deviation	
GEARMOD	0x1D	Gearing Mode	
GENCRES	0x1E	Get Encoder Resolution	0x608F
GHOSP	0x24	Get Homing Speed	
GI	0x26	Get Velocity Integral Term	0x60F9
GKN	0x4D	Get Speed Constant	0x6510
GMAV	0x27	Get Minimum Analog Voltage	
GMOD	0x28	Get Mode	
GMOTYP	0x29	Get Motor Type	0x6510
GMV	0x2A	Get Minimum Velocity	
GN	0x2B	Get Actual Velocity	0x6069
GNL	0x2C	Get Negative Limit	0x607D
GOHIX	0x2E	Go Hall Index	
GOHOSEQ	0x2F	Go Homing Sequence	
GOIX	0xA3	Go Encoder Index	
GOPMOD	0xFE	Get Operation Mode	0x6061
GPC	0x30	Get Peak Current	
GPD	0x5E	Get Position D-Term	0x60FB
GPL	0x31	Get Positive Limit	0x607D
GPN	0x32	Get Pulse Number	
GPOR	0x33	Get Velocity Prop. Term	0x60F9
GPP	0x5D	Get Position Prop. Term	0x60FB
GRC	0x34	Get Real Current	
GRM	0x4E	Get Motor Resistance	0x6510
GRPC	0x61	Get Real Peak Current	
GRU	0x60	Get Real PWM Voltage	0x60FA
GSP	0x36	Get Maximum Speed	0x6081
GSR	0x56	Get Sampling Rate	
GSTN	0x38	Get Step Number	
GSTW	0x39	Get Step Width	
GTM	0x50	Get Pole Pitch	
GU	0x5F	Get PWM Voltage	
GV	0x3A	Get Target Velocity	0x606B

8 Parameterbeschreibung

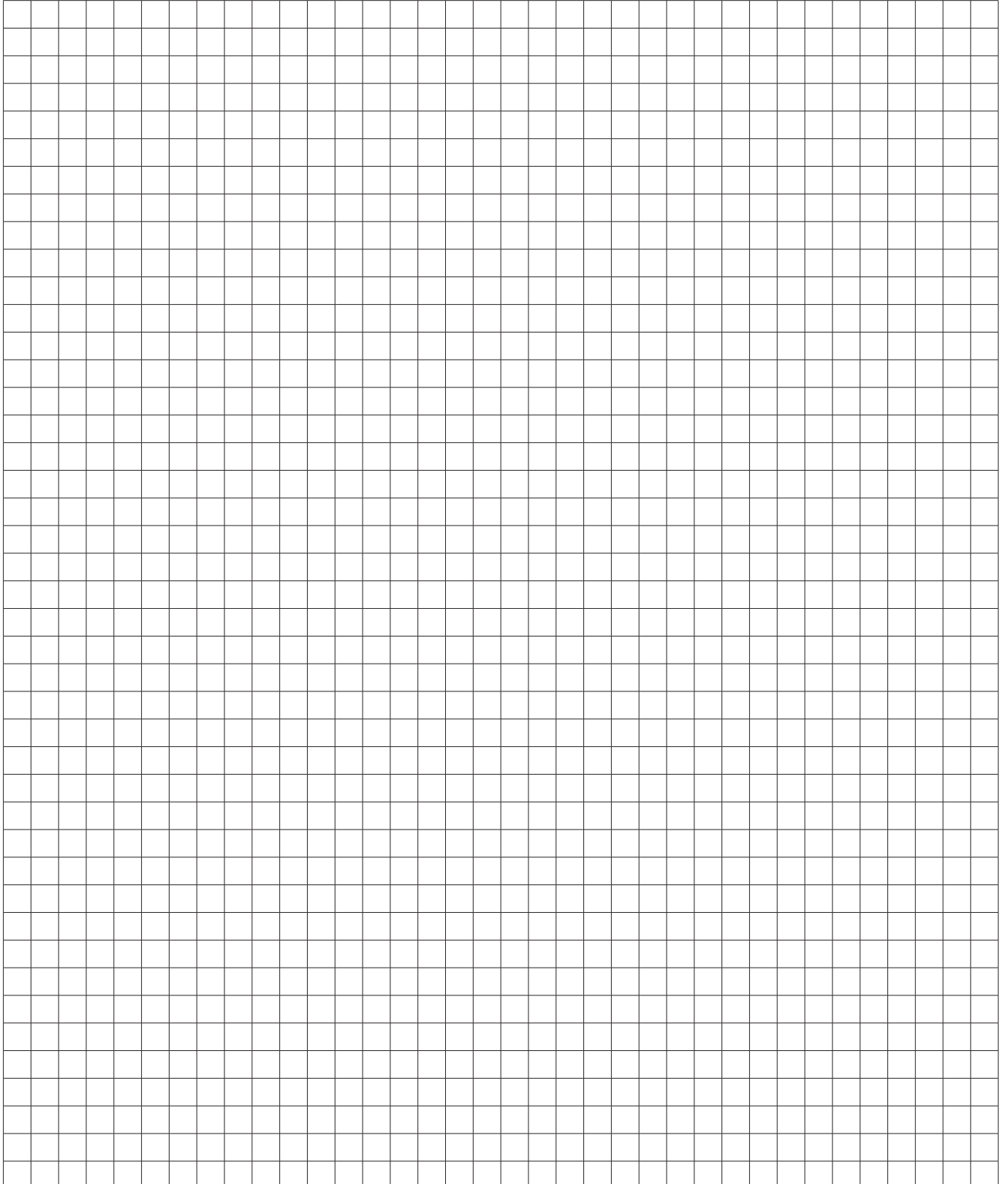
8.4 FAULHABER Kommandos

Befehl	Befehlscode	Funktion	CANopen-Objekt
HA	0x72	Home Arming	
HALLSPEED	0x3B	Hallsensor as Speedsensor	
HB	0x73	Hard Blocking	
HD	0x74	Hard Direction	
HL	0x75	Hard Limit	
HN	0x76	Hard Notify	
HO	0xB8	Define Home-Position	
HOC	0x5B	Homing Configuration	
HOSP	0x78	Load Homing Speed	
HP	0x79	Hard Polarity	
I	0x7B	Load Velocity Integral Term	0x60F9
IOC	0x5C	I/O Configuration	
KN	0x9E	Load Motor Speed Constant	0x6510
LA	0xB4	Load Absolute Position	
LCC	0x80	Load Continuous Current Term	
LL	0xB5	Load Position Range Limits	0x607D
LPC	0x81	Load Peak Current Limit	
LPN	0x82	Load Pulse Number	
LR	0xB6	Load Relative Position	
M	0x3C	Initiate Motion	
MAV	0x83	Minimum Analog Voltage	
MV	0x85	Minimum Velocity	
OPMOD	0xFD	Operation Mode	0x6060
OST	0x57	Operation Status	
PD	0x9C	Load Position Differential Term	0x60FB
POR	0x89	Load Velocity Proportional Term	0x60F9
POS	0x40	Get Actual Position	0x6063
POSOUT	0x4C	Position Output	
PP	0x9B	Load Position Proportional Term	0x60FB
REFIN	0x41	Reference Input	
RESET	0x59	Reset	
RM	0x9F	Load Motor Resistance	0x6510
RN	0x44	Reset Node	
SAVE	0x53	Save Parameters	0x1010
SETPLC	0x51	Set PLC-Inputs	
SETTTL	0x52	Set TTL-Inputs	
SHA	0x8A	Set Home Arming for Homing Sequence	
SHL	0x90	Set Hard Limit for Homing Sequence	
SHN	0x9A	Set Hard Notify for Homing Sequence	
SIN	0xA0	Sinus Commutation	
SO	0x45	Set Output	
SOR	0x8E	Source For Velocity	
SP	0x8F	Load Maximum Speed	0x607F
SR	0xA4	Load Sampling Rate	
STEPMOD	0x46	Steppermotor Mode	
STN	0x64	Load Step Number	
STW	0x77	Load Step Width	
SWS	0x5A	Switch Status	
TEM	0x47	Get Temperature	
TM	0xAF	Load Pole Pitch	
TO	0x55	Toggle Output	
TPOS	0x4B	Get Target Position	0x60FC
U	0x92	Set Output Voltage	
V	0x93	Select Velocity Mode	0x606B
VER	-	Get Firmware Version	0x100A
VOLTMOD	0x49	Set Voltage Mode	

Notizen



Notizen



Notizen

