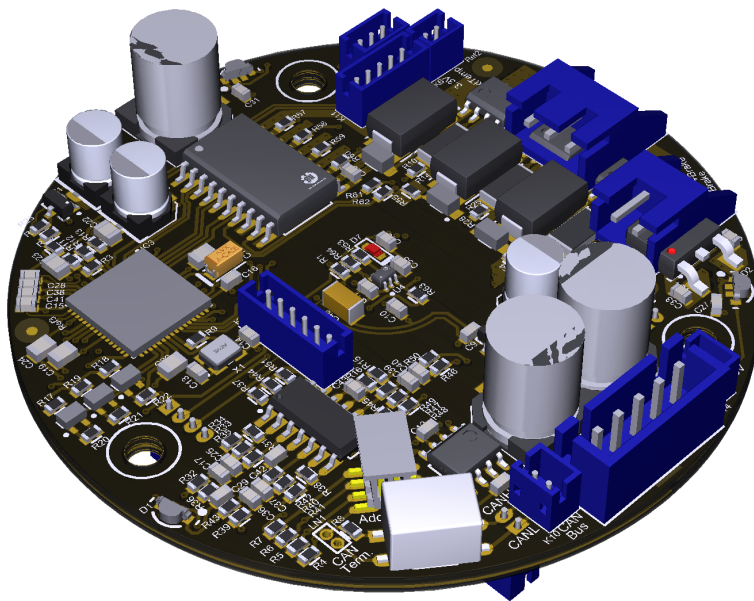


Bedienungsanleitung igus® GmbH Motorcontroller für integrierte Achsen



Version: 0.6 - 14. Juni 2021

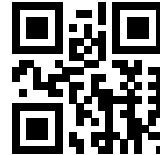
1 Einleitung

1.1 Kontakt

igus® GmbH
Spicher Str. 1a
D-51147 Köln

Tel.: +49(0)2203 / 96498-255
E-Mail: ww-robot-control@igus.net

Internet: www.igus.de



1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Produktes definiert sich durch die Verwendungen innerhalb der definierten Grenzen, aus den technischen Daten. Insbesondere zu beachten sind hierbei die zulässigen elektrischen Kenngrößen, sowie die definierten zulässigen Umgebungsbedingungen. Diese sind im weiteren Verlauf der Anleitung genauer spezifiziert.

1.3 Zielgruppe und Qualifikation

Das Produkt und diese Dokumentation richten sich an technisch geschulte Fachkräfte wie:

- Entwicklungsingenieure
- Anlagenkonstrukteure
- Monteure/Servicekräfte
- Applikationsingenieure

Die Installation, Inbetriebnahme, sowie der Betrieb ist nur durch Fachkräfte erlaubt. Dies sind Personen, welche alle nachfolgenden Anforderungen erfüllen.

- eine entsprechende Ausbildung und Erfahrung im Umgang mit Motoren und deren Steuerung haben
- den Inhalt dieses technischen Handbuchs kennen und verstehen
- die geltenden Vorschriften kennen

1.4 Produktsicherheit

Folgende EU-Richtlinien wurden beachtet:

- RoHS-Richtlinie (2011/65/EU, 2015/863/EU)
- EMV-Richtlinie (2014/30/EU)

1.5 Vorschriften

Neben dem vorliegenden technischen Handbuch unterliegt der Betrieb, die Inbetriebnahme den geltenden Ortstypischen Vorschriften, wie z.B.:

- Unfallverhütungsvorschriften
- örtliche Vorschriften zur Arbeitssicherheit

1.6 Verwendete Symbole

Alle Hinweise in diesem Dokument folgen einer einheitlichen Form und sind gemäß nachfolgenden Klassen gegliedert.



Der Hinweis WARNUNG macht den Leser auf mögliche gefährliche Situationen aufmerksam.

Die Missachtung einer Warnung kann **möglicherweise** zu mittelschweren Verletzungen des Benutzers führen.

- Innerhalb einer Warnung beschreibt dies Möglichkeiten zur Vermeidung von Gefahren.



Dieser Hinweis kennzeichnet mögliche Fehlbedienungen des Produktes.

Die Missachtung dieses Hinweises kann **möglicherweise** zu Beschädigungen an diesem Produkt oder anderen Produkten führen.

2 Sicherheit

Der Vorliegende Controller befindet sich im Prototypenstadium. Im Umgang mit Prototypen sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten.



Prototyp

- Betrieb und Verwendung des Controllers nur durch geschultes Personal!
- Halten Sie sich nicht im Arbeitsbereich des Roboters auf, wenn dieser Motorstrom hat!
- Lassen Sie die Motorcontroller nicht unbeaufsichtigt laufen! Ein Wechsel der Parameter kann unbeabsichtigte Bewegungen des Motors zur Folge haben!
- Fehlerhaft hohe Ströme müssen über Sicherungen abgefangen werden.



Beschädigung der Steuerung durch Verdrahtungsarbeiten.

Verdrahtungsarbeiten im Betrieb können zu Schäden an der Steuerung führen.

- Führen Sie Verdrahtungsarbeiten nur im spannungsfreien Zustand aus.



Lebensgefahr unter Spannung stehende Teile!

Verdrahtungsarbeiten am Schaltschrank oder an Baugruppen können zu Stromschlägen und lebensgefährlichen Verletzungen führen.

- Verdrahtungsarbeiten sind nur im spannungsfreien Zustand auszuführen.
- Arbeiten an elektrischen Baugruppen oder Elementen sind von geschulten Elektrofachkräften auszuführen.

**Beschädigung der Steuerung durch unsachgemäßen Umgang mit ESD-empfindlichen Bauteilen.**

Die Steuerungen enthalten Bauteile und Komponenten, welche empfindlich gegen elektrostatische Entladungen sind. Unsachgemäßer Umgang kann die Steuerung beschädigen.

- Führen Sie Verdrahtungsarbeiten nur im spannungsfreien Zustand aus.

**Beschädigung der Steuerung durch Verpolung.**

Einverpolungsschutz der Komponenten ist nicht gegeben. Die Verpolung der Komponenten führt zu Kurzschlüssen und zur Zerstörung des Gerätes.

- Installieren Sie Leitungsschutzeinrichtungen in die Zuleitung.

**Beschädigung der Steuerung durch induzierte Spannungen.**

Der generatorische Betrieb angeschlossener Motoren bei ausgeschalteter Steuerung ist zu vermeiden. Dies erzeugt Spannungen im Gerät, welche zur Zerstörung des Gerätes oder anderer Geräte führen kann.

- Bewegen Sie die Motoren nicht im Ausgeschalteten Zustand.

3 Technische Daten

Umgebungsbedingung	Wert
Schutzklasse	IP20
Umgebungstemperatur (Betrieb)	+10...+32°C
Umgebungstemperatur (Lagerung)	-10...+85°C
Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	0...90%
Aufstellhöhe über NN (ohne Leistungsbeschränkung)	1500m

Tabelle 2: Umgebungsbedingungen

3.1 Einbaumaße

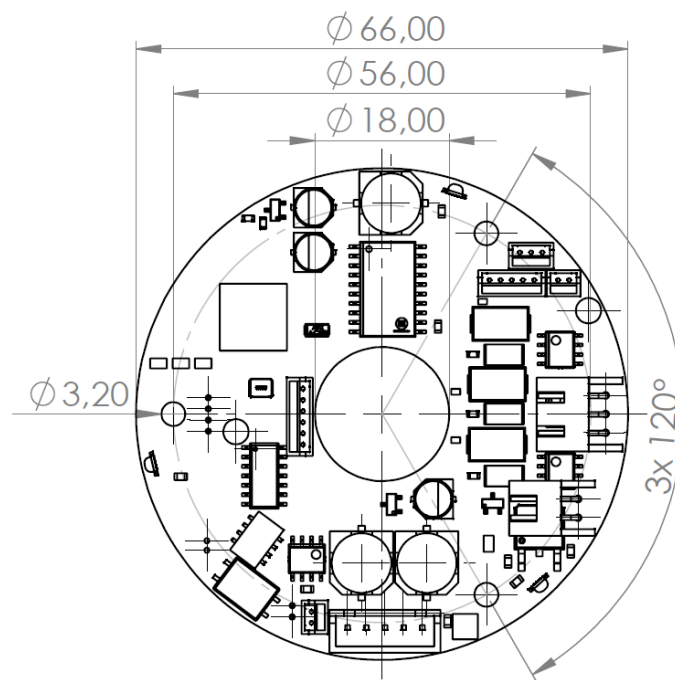


Abbildung 1: Einbaumaße

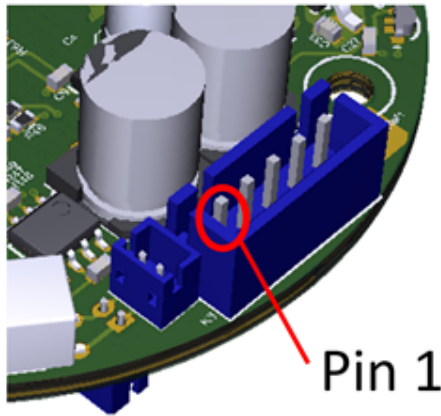
3.2 Elektrische Eigenschaften und Daten

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
Nennspannung	24VDC $\pm 5\%$
Logikspannung	5VDC $\pm 5\%$
Nennstrom	$3A_{eff}$
Spitzenstrom	$6A_{eff}$
Kommutierung	Closedloop mit FOC
Sollwertvorgabe	Einzelachse: Modulecontrol CL (min. V6)
	Multiachsen: CProg / IRC
Betriebsmodi	Positionsregelung, Geschwindigkeitsregelung, Drehmomentregelung
Schnittstellen	CPR CAN V2
	SPI (interne Verwendung)
	UART (interne Verwendung)

Tabelle 3: Elektrischeigenschaften

4 Anschlussbelegung

4.1 K3/K4 Stromversorgung



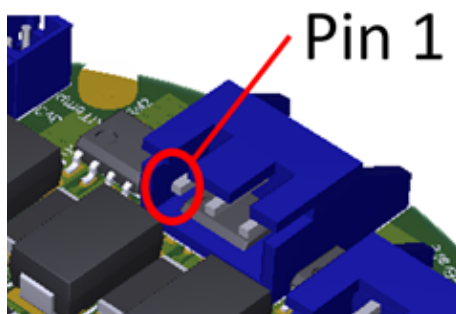
Steckertyp: JST XH 5-polig
Pinbelegung:

1. GND
2. GND
3. +5V
4. +24VDC
5. +24VDC

Abbildung 2: Pinbelegung Stromversorgung

Die Leitungen 1 und 2, sowie 4 und 5 sind jeweils untereinander verbunden, um höhere Ströme bei flexiblen Doppelleitungen zu erlauben. Für den Betrieb ist jeweils nur die Verbindung eines Pins notwendig, bspw. in den Achsen 4-6. Der zweite Busstecker für die Stromversorgung auf der Unterseite ist identisch belegt.

4.2 K5 Motor



Steckertyp: JST XH 3-polig
Pinbelegung:

1. Motor U
2. Motor V
3. Motor W

Abbildung 3: Pinbelegung Motor

4.3 K6 Temperatursensor Motor

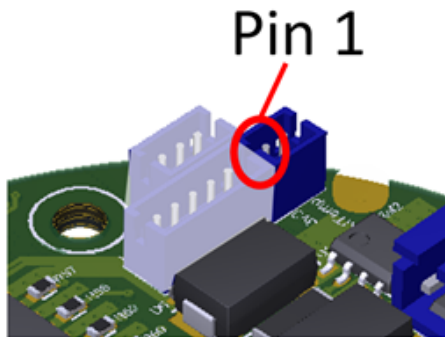


Abbildung 4: Pinbelegung Temperatursensor Motor

Steckertyp: JST ZH 2-polig
Pinbelegung:

1. NTC Thermistor Pin 1
2. NTC Thermistor Pin 2

An diesem zweipoligen Anschluss kann ein Thermistor zur Messung der Motortemperatur angeschlossen werden. Der Thermistor sollte im Stator verklebt sein. Die Messwerte werden per CAN an die Steuerung übermittelt.

4.4 K7 Bremse

Der Bremsanschluss steht in der aktuellen Version nicht zur Verfügung.

4.5 K8 Referenzsensor



Eingang nur 3,3V kompatibel Das Eingangssignal des Referenzsensor muss 3,3V sein, ein 24V-Signal zerstört den Microcontroller.

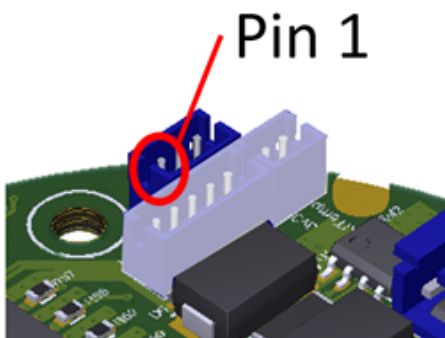


Abbildung 5: Pinbelegung Referenzsensor

Steckertyp: JST ZH 3-polig
Pinbelegung:

1. GND
2. Signal
3. 3,3V

Die Spannungsversorgung an Pin 1 wird über die Lötbrücke auf 3,3V geschaltet werden. Bitte prüfen Sie vor Verwendung dass diese Lötbrücke offen oder auf 3,3V steht.

4.6 K9/10 CAN-Bus

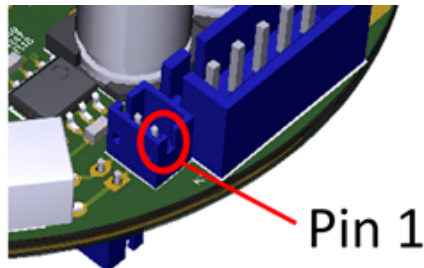


Abbildung 6: Pinbelegung CAN-Bus

Steckertyp: JST ZH 2-polig
Pinbelegung:

1. CAN L
2. CAN H

Der zweite Busstecker für die CAN-Kommunikation auf der Unterseite ist identisch belegt.

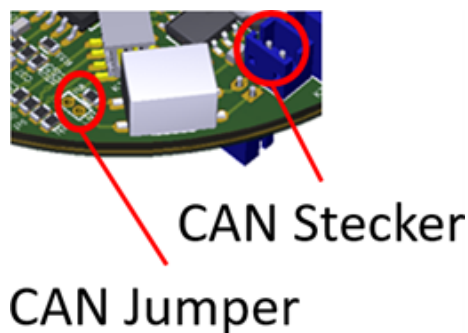


Abbildung 7: Pinbelegung Jumper für Abschlusswiderstand CAN

Gemäß der Definition des CAN Busses sind zwei Abschlusswiderstände, im gesamten Bussystem erforderlich. Diese sollten sich am ersten und am letzten Busteilnehmer befinden. Hierfür befindet sich auf dem Board ein Jumper.



Abschlusswiderstand

Für die Funktion der Boards sind zwei Abschlusswiderstände im CAN-Bus notwendig, am Anfang und am Ende!

4.7 K11 Encoder

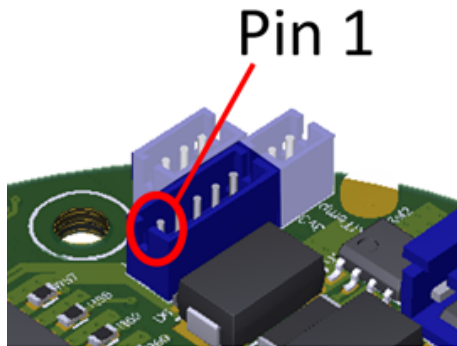


Abbildung 8: Pinbelegung Encoder

Steckertyp: JST ZH 5-polig
Pinbelegung:

1. 5VDC
2. GND
3. A
4. B
5. I

Die Motorposition ist zur Regelung notwendig und wird über einen inkrementellen ABI-Encoder auf TTL-Level eingelesen.



Prototyp

Achtung: die rückseitige Beschriftung ist in der Prototypen-Version vom Jan. 2021 nicht in der korrekten Reihenfolge.

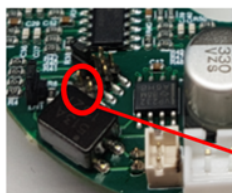
4.8 K12 UART

Die UART Schnittstelle steht aktuell nur für interne Zwecke zur Verfügung.

4.9 K13 SPI / Free

Für spätere Verwendung ist ein 6-poliger JST-ZH-Stecker vorgesehen. Mit ihm kann bspw. per SPI eine Absolutposition eingelesen oder ein zweiter Encoder integriert werden.

4.10 CAN-Adress Jumper



Jumper 1

Abbildung 9: Pinbelegung CAN-Adress Jumper

1. Wert Jumper 1: 0x08
2. Wert Jumper 2: 0x10
3. Wert Jumper 3: 0x20
4. Wert Jumper 4: 0x40



Die CAN-ID, unter welcher das Modul kommuniziert, lässt sich über Jumper einstellen. Die Basisadresse ohne Jumper ist 0x10. Diese kann über 4 Jumper binär um je 8 erhöht werden. Mögliche Adressen sind also 0x10, 0x18, 0x20, 0x28, ..., 0x88.

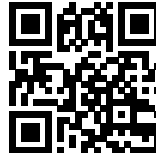
5 CAN-Schnittstelle

5.1 Schnittstellenspezifikation

Der Motorcontroller wird über den CAN-Bus angesprochen, es wird ein einfaches Protokoll verwendet. Dieses Protokoll ist nicht zu CANopen kompatibel.

Eine Beschreibung der Schnittstelle finden Sie hier:

[://wiki.cpr-robots.com](https://wiki.cpr-robots.com)



Beispielprojekte inklusive Sourcecode in C und C# helfen bei der ersten Implementierung. Diese sind ebenfalls unter dem obigen Link zu finden.

Beide Beispiele verwenden den PCAN-USB Adapter von Peak-Systeme um die Verbindung von USB zum CAN-Bus herzustellen. Andere Adapter können entsprechend verwendet werden.

6 Parametrierung

6.1 Parameter

Dieses Kapitel beschreibt die Parameterschnittstelle für Motorcontroller von CPR.



Lebensgefahr!

Änderungen an den Parametersätzen sind nur von geschultem Personal durchzuführen. Das Ändern der Parameter kann Sicherheitsabfragen ausser Kraft setzen und zu Gefahr für Personen und Geräte führen! Hohe Ströme können zu Bränden führen!.

Die Motorcontroller verwenden die CPR Parameterschnittstelle in der 2. Version. Hierbei erfolgt die Adressierung der Parameter über einen Index(8bit) [0-255] und einen Subindex(8bit) [0-255]. Der Index trägt hierbei Information über die Zuordnung der Parameter zu einzelnen Systemmodulen. Der Index enthält folgende Module:

Index	Beschreibung
0	Boardparameter
1	Motorparameter
2	Achsparemeter
3	Regelungsparameter
4	Kommunikationsparameter

Tabelle 5: Parametergruppen

Index 0 Boardparameter

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
0	0	Serial no.		
Beschreibung: Seriennummer des Produktes. Benutzt zur Identifizierung des Fertigungsdatums.				
0	1	Firmwareversion		
Beschreibung: Firmwareversionsnummer zur Identifizierung des aktuellen Softwarestandes.				
0	2	Hardwareno.		
Beschreibung: Hardwareversionsnummer zur Identifizierung der verwendeten Hardwarekonfiguration.				
0	3	min. supply Voltage	V	$V_{cc} - 2V$

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
Beschreibung:		Minimale zulässige Versorgungsspannung. Die minimale Versorgungsspannung sollte ca. 2V unter der nominalen Spannung liegen. Unterschreitet die Versorgungsspannung diese Grenze gibt das Board eine Fehlermeldung aus.		
0	4	max. Boardtemp.	m°C	70000
Beschreibung:		Maximale zulässige Boardtemperatur		

Tabelle 6: Boardparameter



Index 1 Motorparameter

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
1	0	Encoder Tics	1/Rev	4096
Beschreibung: Anzahl der Encoderimpulse pro Umdrehung gemäß Datenblatt.				
1	1	No. of Polepairs		7
Beschreibung: Anzahl der Polpaare im Motor gemäß dem Datenblatt.				
1	2	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
1	3	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
1	4	max. RPM	RPM	0
Beschreibung: Maximale Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors. Einstellung erfolgt nach Datenblatt des Motors oder auf Basis von nachfolgenden Komponenten. Der Wert 0 hebt die Beschränkung auf.				
1	5	max. Motortemp.	m°C	0
Beschreibung: Maximale Temperatur im Motor. Die Messung erfolgt über einen optionalen Sensor. Der Wert 0 deaktiviert die Abfrage.				
1	6	max. Current	mA	6000
Beschreibung: Maximaler Motorstrom gemäß Datenblatt.				
1	7	StartUpMethod		1
Beschreibung: Verwendete Methode zum Einrichten des Motors beim Starten der Steuerung. bei den Autostart Optionen beginnt der Motor im Anschluss mit dem IPO.				
<ul style="list-style-type: none"> 0. Openloop 1. Closedloop mit Rotorausrichtung 2. Closedloop mit Indexsuche 10. Closedloop mit Rotorausrichtung und Autostart 				
1	8	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
1	9	EncoderInverted	boolean	0

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
Beschreibung: Einstellung für die Drehrichtung des Encoders. Die Drehrichtung der Signale, am Eingang des Controllers, muss den Drehsinn rechts gemäß DIN EN 60034-8 aufweisen. Nach Änderung ist ein Neustart des Controllers erforderlich.				
0. Encoder nicht invertiert 1. Encoder invertiert				
1	10	MotorInverted	boolean	0
Beschreibung: Die Drehrichtung des Motors muss den Drehsinn rechts gemäß DIN EN 60034-8 aufweisen. Bei falscher Einstellung dreht sich der Motor nicht. Lediglich der Motorstrom steigt an.				
0. Motor nicht invertiert 1. Motor invertiert				
1	11	OpenLoopCurrent	mA	2000
Beschreibung: Sollstrom für die Openloop Steuerung des Motors				
1	12	OpenLoopCurrentStandstill	mA	1000
Beschreibung: Sollstrom für die Openloop Steuerung im Stillstand.				
1	13	Calibration Current	mA	1000
Beschreibung: Sollstrom für die Rotorausrichtung.				
1	14	Calibration Time	ms	10
Beschreibung: Dauer für die Ausrichtung des Motors				
1	15	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
1	16	ThirdHarmonicActive	boolean	0
Beschreibung: Auswahl zum Einfügen der 3. harmonischen Schwingung in der BLDC FOC. Hierbei kann die effektive Ausgangsspannung um ca. 30% erhöht werden.				

Tabelle 7: Motorparameter

Index 2 Achsparameter

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
2	0	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
2	1	ReferencingType		1
Beschreibung: Auswahl für den Referenzierungstyp.				
0. keine Referenzierung aktuelle Position = 0 1. Linearbewegung 2. Sinusbewegung (Sinusförmige suche nach dem Sensor.) 3. Halbscheiben (Referenzierungsmethode für Achsen, welche mit einer Halbscheibe ausgerüstet sind, z.B. Robolink DP)				
2	2	ReferencingOffset	Tics	0
Beschreibung: Offset für die Achsposition nach der Referenzierung.				
2	3	ReferencingSpeed	RPM	10
Beschreibung: Geschwindigkeit für die Annäherung an den Sensor.				
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> Erfolgt die Referenzierung der Achse in die falsche Richtung kann dieser Parameter negativ gesetzt werden. </div> </div>				
2	4	ReferencingSpeedSlow	RPM	2
Beschreibung: Geschwindigkeit für die Feinpositionierung der Achse bei der Referenzierung.				
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div> Erfolgt die Referenzierung der Achse in die falsche Richtung kann dieser Parameter negativ gesetzt werden. </div> </div>				
2	5	ReferencingSwitchType		0
Beschreibung: Typ des Referenzsensors.				
0. Öffner (n.C.) 1. Schließer (n.O.)				
2	6	max. Positionlag	Tics	10000

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
Beschreibung:		Zulässiger Positionsfehler der Achse. Bei schnellen Bewegungen läuft die Achse dem Positionssollwert nach. Beim Überschreiten des Grenzwertes erfolgt ein Stop der Achse und eine Fehlermeldung erscheint. Wird der Wert auf 0 gesetzt erfolgt keine Überwachung.		
2	7	Enable Break	boolean	0
Beschreibung:		Parameter zum Aktivieren einer Bremse an der Roboterachse. Besitzt der Roboter eine Haltebremse, deren Ansteuerung über den Motorcontroller erfolgen soll, so ist dieser Wert auf 1 zusetzen. Das Lüften der Bremsen erfolgt bei der Aktivierung der Achsen.		
2	8	Break PWM High	% V_{cc}	100
Beschreibung:		Ist die eine Bremse an der Achse konfiguriert so gibt dieser Parameter den PWM Wert für das Lüften der Bremse an.		
2	9	Break PWM Low	% V_{cc}	50
Beschreibung:		Spannung zum halten der Bremse nach dem Lüften der Bremse senkt der Motorcontroller die Ausgangsspannung auf den vorgegebenen Wert.		
2	10	IPO Position	Tics	200000
Beschreibung:		Positiver Positionswert für den IPO. Der IPO fährt im Standalone Betrieb diesen Wert symmetrisch um den Nullpunkt. Somit von -IPO Position zu IPO Position.		
2	11	IPO Velocity	Tics/10ms	200
Beschreibung:		Geschwindigkeit für den IPO Modus im Standalone Betrieb		

Tabelle 8: Achsparameter

Index 3 Regelungsparameter

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
3	0	Position P	1/100	
Beschreibung: P-Anteil für Positionsregelung.				
3	1	Position I	1/100	0
Beschreibung: I-Anteil für Positionsregelung.				
<div>  <p>Aufgrund des integrierenden Verhaltens der unterlagerten Regelkreise ist die Verwendung eines I-Anteil in diesem Regelkreis nicht empfohlen. Die Achsen positionieren auch ohne I-Anteil ohne bleibende Regelabweichung.</p> </div>				
3	2	Position D	1/100	
Beschreibung: D-Anteil für Positionsregelung.				
3	3	Position AntiWindUp	1/100	
Beschreibung: AntiWindUp für Positionsregelung.				
3	4	Position min.	RPM	
Beschreibung: minimal Begrenzung für den Ausgang der Positionsregelung.				
3	5	Position max.	RPM	
Beschreibung: maximal Begrenzung für den Ausgang der Positionsregelung.				
3	6	Reserved		
Beschreibung: Reserviert für spätere Verwendung.				
3	7	Velocity P	1/100	
Beschreibung: P-Anteil für Geschwindigkeitsregelung.				
3	8	Velocity I	1/100	
Beschreibung: I-Anteil für Geschwindigkeitsregelung.				
3	9	Velocity D	1/100	
Beschreibung: D-Anteil für Geschwindigkeitsregelung.				
3	10	Velocity AntiWindUp	1/100	
Beschreibung: AntiWindUp für Geschwindigkeitsregelung.				
3	11	Velocity min.		-1024
Beschreibung: minimal Begrenzung für den Ausgang der Geschwindigkeitsregelung.				
3	12	Velocity max.		1024
Beschreibung: maximal Begrenzung für den Ausgang der Geschwindigkeitsregelung.				
3	13	Reserved		

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
Beschreibung:		Reserviert für spätere Verwendung.		
3	14	DQ-P	1/100	
Beschreibung:		P-Anteil für DQ-Regelung.		
3	15	DQ-I	1/100	
Beschreibung:		I-Anteil für DQ-Regelung.		
3	16	DQ-D	1/100	
Beschreibung:		D-Anteil für DQ-Regelung.		
3	17	DQ-AntiWindUp	1/100	
Beschreibung:		AntiWindUp für DQ-Regelung.		
3	18	DQ-min.		-1024
Beschreibung:		minimal Begrenzung für den Ausgang der DQ-Regelung.		
3	19	DQ-max.		1024
Beschreibung:		maximal Begrenzung für den Ausgang der DQ-Regelung.		
3	20	Openloop P	1/100	
Beschreibung:		P-Anteil für die Openloop Stromregelung.		
3	21	Openloop I	1/100	
Beschreibung:		I-Anteil für die Openloop Stromregelung.		
3	22	Openloop D	1/100	
Beschreibung:		D-Anteil für die Openloop Stromregelung.		
3	23	Openloop AntiWindUp	1/100	
Beschreibung:		AntiWindUp für die Openloop Stromregelung.		
3	24	Openloop min.		
Beschreibung:		minimal Begrenzung für den Ausgang der die Openloop Stromregelung.		
3	25	Openloop max.		
Beschreibung:		maximal Begrenzung für den Ausgang der die Openloop Stromregelung.		

Tabelle 9: Regelungsparameter

Index 4 Schnittstellenparameter

Idx	SIdx	Name	Einheit	Standardwert
4	0	CAN max. missed Coms		100
Beschreibung: maximale Anzahl fehlgeschlagener Kommunikationsversuche auf dem CAN-Bus. Ein Überschreiten des Wertes führt zur Abschaltung des Motorcontrollers				

Tabelle 10: Kommunikationsparameter

6.2 Parametrierung

Die zuvor vorgestellten Parameter können über zwei mögliche Programme verändert werden. Als Voraussetzung ist eine Verbindung zum Roboter über CAN notwendig.

6.2.1 Module Control

In Module Control ist vor dem Beginn der Parametrierung das entsprechende Board Board anzuwählen und eine Verbindung zu diesem herzustellen. Beim Laden von Module Control erzeugt dieses einen Beispielparametersatz. Dieser Parametersatz passt in den meisten Fällen nicht zum verwendeten Board- und Motortyp. Unterhalb der Tableiste befinden sich in der Software fünf Schaltflächen, die linken drei Schaltflächen bewirken Interaktionen mit dem angeschlossenen Board. Die rechts positionierten Flächen erlauben das Laden von gespeicherten Konfigurationen, sowie das Speichern der aktuellen Konfiguration aus Module Control. Durch die Schaltfläche "Read from Board" ist es möglich die aktuelle Konfiguration vom Board zu lesen. Mittels "Save Changes" können nur geänderte Parameter übertragen werden. Alle Parameter können über die Fläche "Save All" gespeichert werden.



Parameter Übernahme nach Neustart Nicht für alle Parameter ist ein Neustart des Boards notwendig, jedoch ist dies für alle Parameter der Motorkategorie (Index: 1) dringend empfohlen.

6.2.2 CProg / IRC

Die Verwendung der Module erfolgt unter Anwendung des CPR-CANV2 Protokoll, hierdurch ist ein Betrieb an aktuellen CProg / IRC und TinyCtrl Versionen möglich. (siehe folgenden Link für weitere Informationen).

<https://www.igus.de/info/roboter-software>



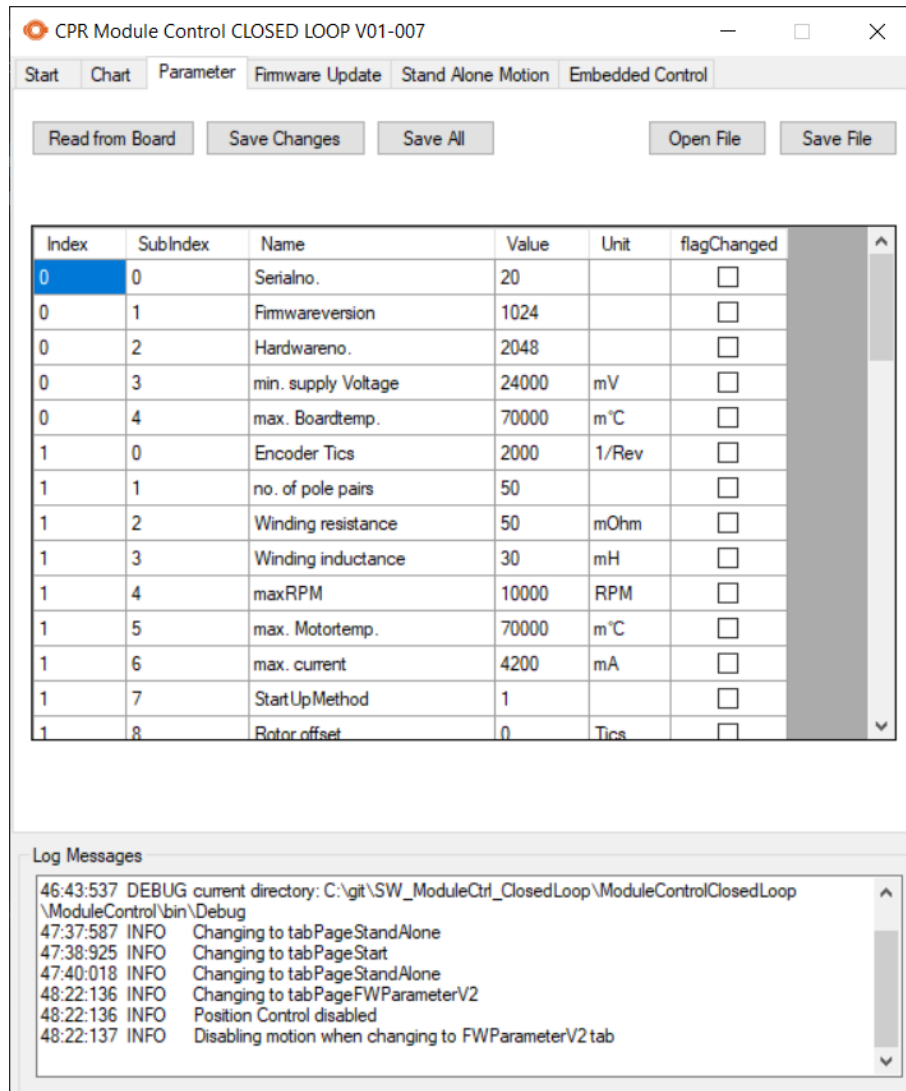


Abbildung 10: Module Control ParameterTab

7 Betrieb

7.1 Bootverhalten

Das Starten des Boards erfolgt in mehreren Schritten. Vor dem Beginn des Motorreglers startet der Bootloader. Dieser erlaubt es im späteren Betrieb ein Firmwareupdate einzuspielen. Der Bootloader ist ca. 6s aktiv, während dieser Zeit leuchten die LEDs abwechselnd in Grün – Blau – Rot, jeweils für eine Sekunde. Nachfolgend startet nun der Motorregler. Entsprechend der Parametereinstellungen erfolgt die Rotorausrichtung. Vor der Rotorausrichtung blinken die LEDs Lila. Zur Vermeidung von Stromspitzen ist die Wartezeit abhängig von der CAN-ID des Boards. Erfolgt die Rotorausrichtung so beginnen die LEDs weiß mit hoher Frequenz zu blinken. Im nächsten Schritt geht das Board in den Fehlerzustand, welcher durch eine Rote LED signalisiert wird. Das Board ist nun betriebsbereit.

7.2 Verhalten im Betrieb

Nach dem erfolgreichen Bootvorgang kann eine Kommunikation mittels CAN hergestellt werden. Auf eine erfolgreiche Kommunikation reagiert das Bord durch Blinken der grünen LED. Nach der Durchführung von "Reset" und "Enable" erlischt die rote LED. Das Board befindet sich nun im gewünschten Regelungsmodus.

7.3 Fehlercodes

Im Fehlerfall leuchtet die rote LED am Board. Weiterhin sendet das Board hierbei eine Nachricht mit der Ursache an die verwendete Steuerungssoftware.

7.4 Betrieb mit Module Control

Die Software Module Control stellt verschiedene Regelungs- und Steuerungsverfahren zu Verfügung. Eine Auswahl erfolgt über den Starttab in Module Control, das gewünschte Verfahren kann rechts neben dem Drehregler über die Checkboxes ausgewählt werden.

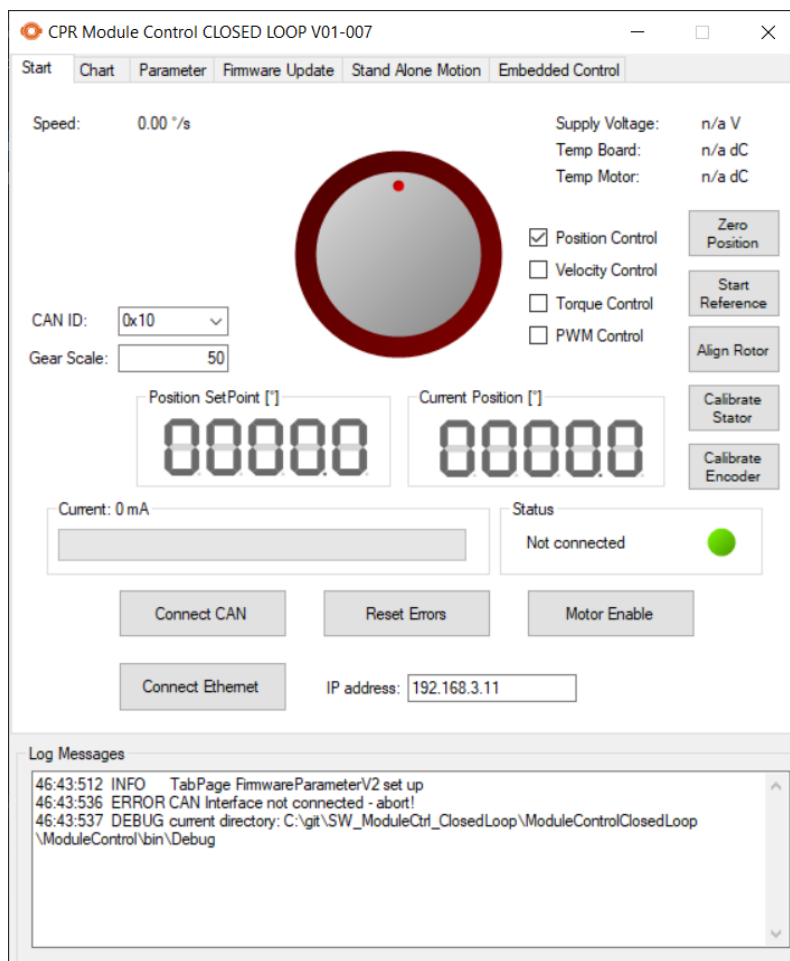


Abbildung 11: Starttab Module Control

7.4.1 Position Control

Der Modus "Position Control" setzt das Board in Positionsregelung, eine Sollwertvorgabe erfolgt hierbei über den Drehregler vom PC aus oder über den Tab "Stand Alone Motion".

7.4.2 Stand-Alone-Motion

Im Modus Stand Alone Motion fährt das Board eigenständig eine oszillierende Bewegung zwischen zwei definierten Punkten. Der PC kann in diesem Modus entfernt werden, so können einfach Teststände aufgebaut werden. Für die Verwendung der Stand Alone Motion müssen alle Fehlermeldungen quittiert und der Motor eingeschaltet werden. Dieser Zustand ist durch den Status "no error" gekennzeichnet. Anschließen kann auf den Tab "Stand Alone Motion" gewechselt werden. Die Definition der Positionen erfolgt in Encoder Tics, weiterhin ist es möglich die Geschwindigkeit vorzugeben, sowie eine gewünschte Beschleunigung. Die Schaltflä-

che "Start" beginnt die Ausführung der Bewegung, "Stop" stoppt die aktuelle Bewegung. Ein Update der Parameter erfolgt durch erneutes Betätigen von "Start". Der Stand Alone Betrieb erlaubt die Trennung der CAN-Verbindung.

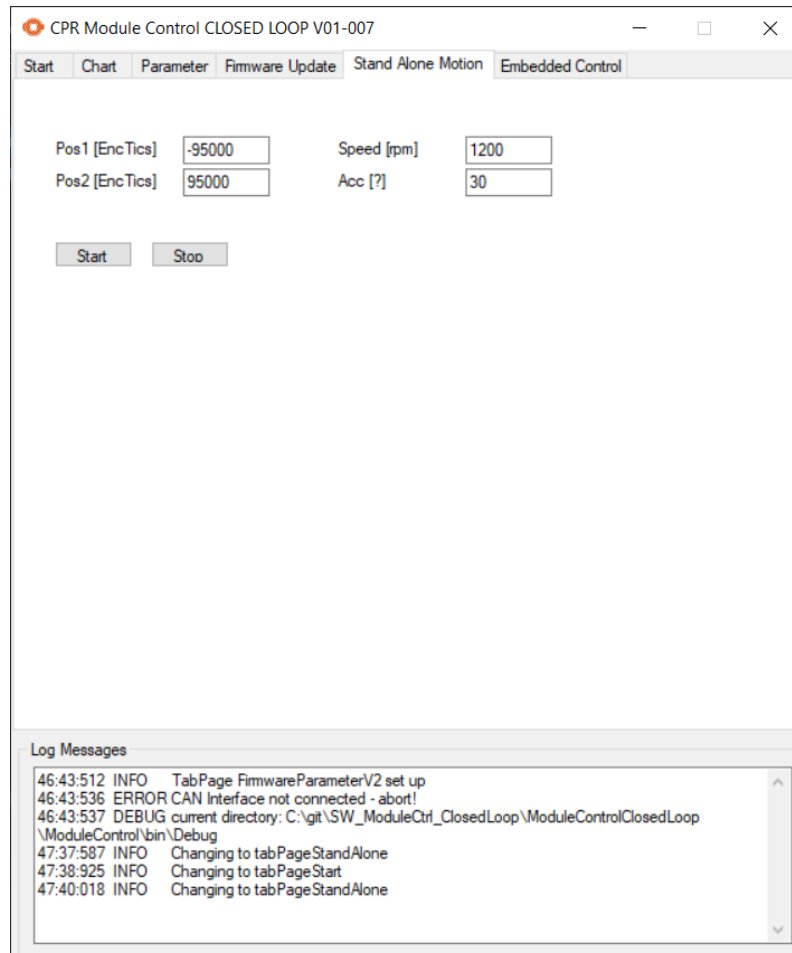


Abbildung 12: Stand-Alone-Motion Module Control

7.4.3 Velocity Control

Der Modus "Velocity Control" setzt das Board in Geschwindigkeitsregelung, eine Sollwertvorgabe erfolgt hierbei über den Drehregler vom PC aus. In diesem Modus ist die Geschwindigkeit des auf ca. ± 128 RPM begrenzt.

7.4.4 Torque Control

Der Modus "Torque Control" setzt das Board in Drehmomentregelung, eine Sollwertvorgabe erfolgt hierbei über den Drehregler vom PC aus. Das geregelte Drehmoment stellt das interne

Motormoment dar. Bei Verwendung der FOC stellt dies die Anforderung an den Drehmomentbildenden Anteil dar.

**Achtung bei Lastschwankungen**

In diesem Modus erzeugt der Motor ein definiertes Drehmoment, bei Lastschwankungen kann dies zu extrem hohen Drehzahlen führen. Dies kann zur Beschädigung des Motors führen. Weiterhin kann das Blockieren des Motors in diesem Betriebsmodus zu ungewollt hohen Strömen führen.