

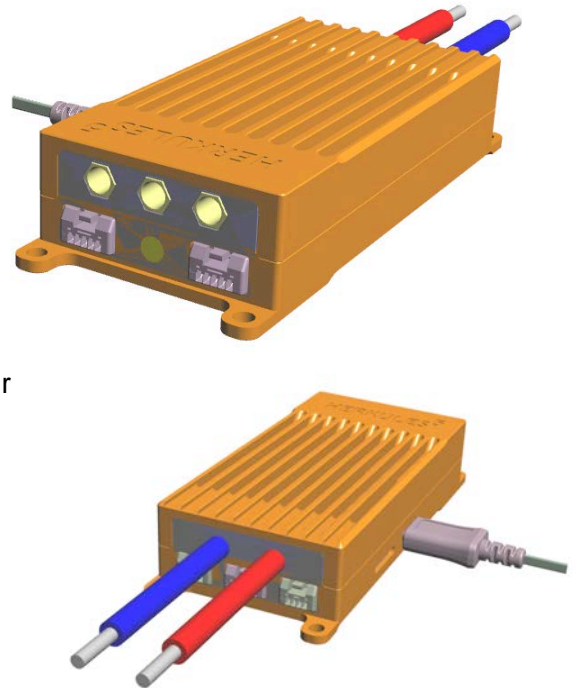


Herkules 5 Brushless Controller

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung
2. Systembeschreibung
 - 2.1. Schnittstellen und Anschlüsse / Systemarchitektur
 - 2.2. Bauraum und Dimensionen
3. Motorsteuerung
 - 3.1. Blockkommutierung (BLDC)
 - 3.2. Feldorientierter Betrieb (FOC)
 - 3.3. 4-Quadrant-Betrieb
4. Leistungssteuerung / Betriebsmodi
 - 4.1. PWM Mode (Duty-cycle control)
 - 4.2. Stromregelung (current/Torque-Control)
 - 4.3. Drehzahlregelung (RPM Mode)
5. Kommunikations-Schnittstellen
 - 5.1. USB
 - 5.2. PPM1 / PPM2
 - 5.3. CAN1 / CAN2
 - 5.4. MicroSD Datalogger
 - 5.5. I²C
 - 5.6. UART
 - 5.7. Analog1 / Analog2
6. Installation und Inbetriebnahme
 - 6.1. Hinweise zur Installation
 - 6.2. Anschluss des Controllers
 - 6.3. Inbetriebnahme des Controllers
 - 6.4. Bedienung der grafischen Benutzeroberfläche
 - 6.5. Aktualisierung der Firmware des Controllers
 - 6.6. Bedienung des Controllers ohne User Interface
 - 6.7. Sonstiges
 - 6.7.1. Graph-Funktion
 - 6.7.2. Nutzung der USB Schnittstelle
 - 6.7.3. Datalogger
7. Zubehör

Konformitätserklärung
Kontakt





1. Einführung

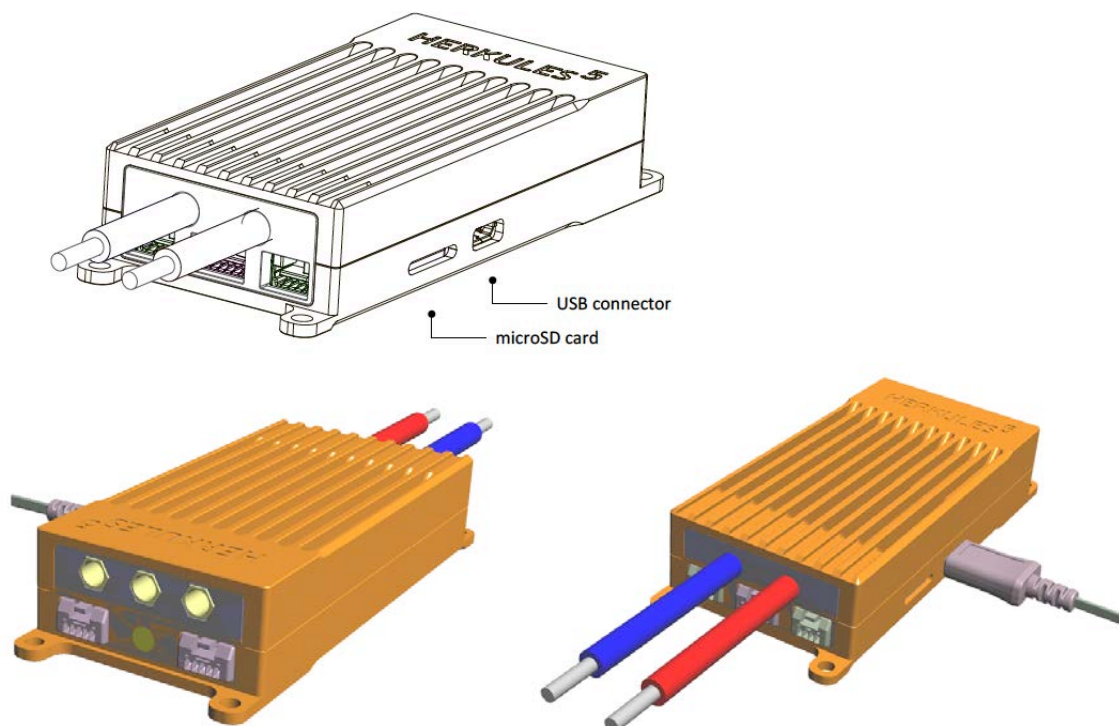
Diese Application Note beschreibt den Aufbau und die Installation des Herkules 5 Controllers mit einem bürstenlosen Elektromotor. Sie beschreibt den Anschluss an einen Motor, Spannungsversorgung und Inbetriebnahme mit der mitgelieferten GUI.

2. System Beschreibung

Der Herkules 5 ist ein high performance brushless Motor Controller für den industriellen Einsatz. Er ist in der Lage brushless DC Motore (BLDC) mit Blockkommutierung zu betreiben oder auch im feldorientierten Modus (sinusähnlich). Dabei stehen verschiedene Betriebsmodi zur Auswahl wie PWM-Regelung, Stromregelung, oder Drehzahlregelung. Der Umrichter ist geschützt gegen Überspannung und Überstrom. Der Strom wird sowohl in den Motorphasen als auch in der Zuleitung von der Spannungsquelle permanent gemessen und cycle-by-cycle limitiert. Dies ermöglicht eine sehr präzise und effiziente Regelung bei höchster Dynamik.

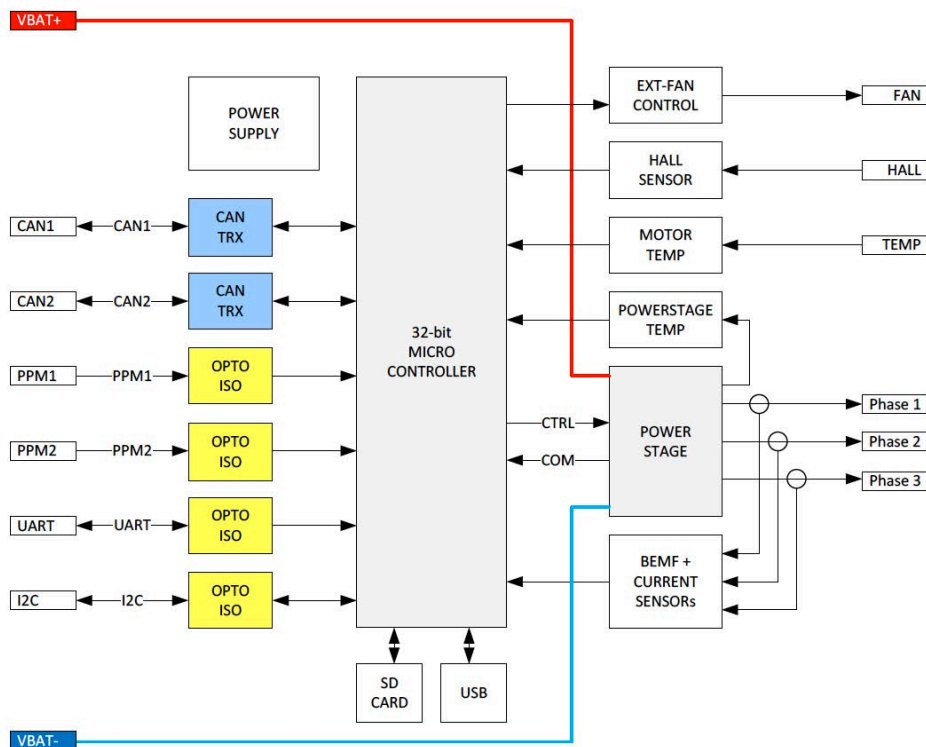
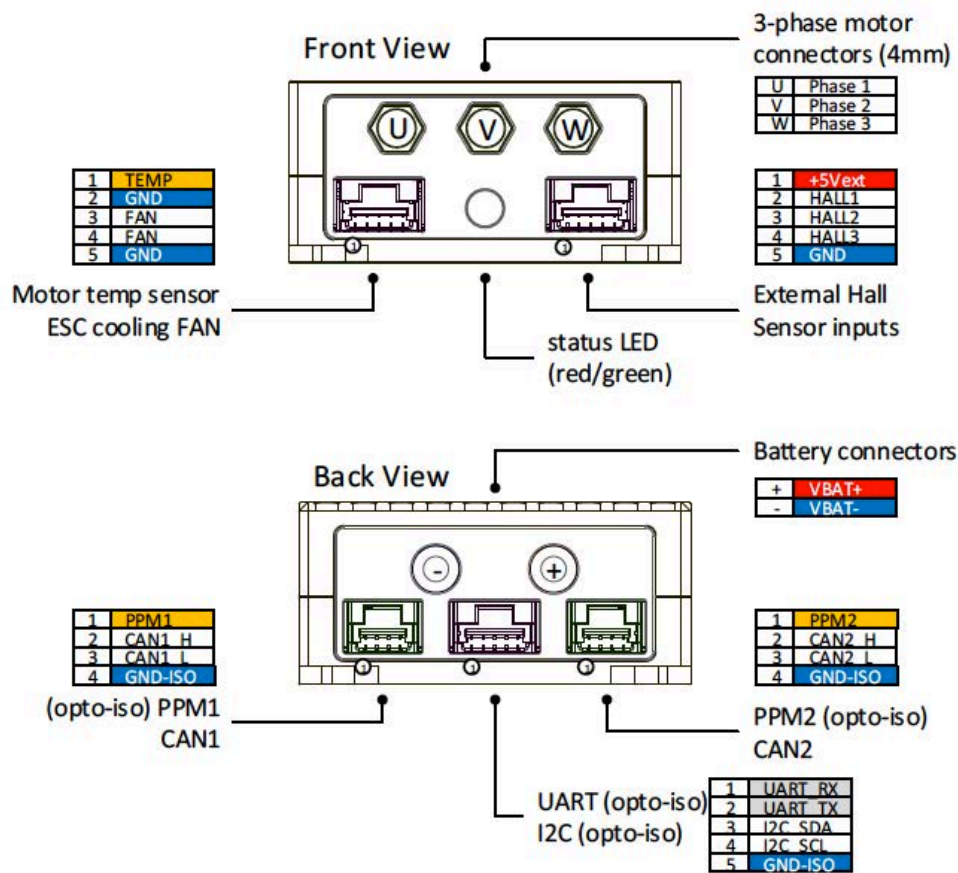
Eine Kommunikation ist über Schnittstellen wie CAN, UART, I2C, PPM und USB möglich. Eine graphische Benutzeroberfläche (GUI) ist im Systemumfang enthalten und ermöglicht die einfache Einstellung umfangreicher Parameter und damit die Anpassung an die unterschiedlichsten Systeme. Auch Firmware-Updates können über die GUI erfolgen.

2.1 Schnittstellen und Anschlüsse / Systemarchitektur



Application Note

Herkules 5 Motor Controller

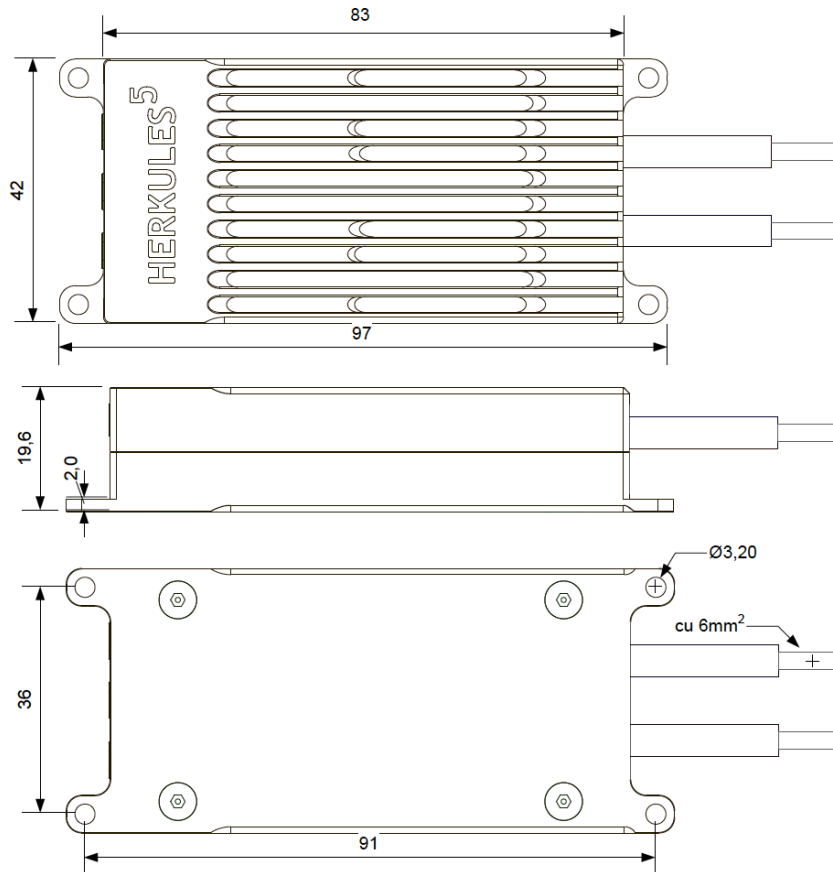




2.2 Bauraum und Dimensionen

Alle Abmessungen in mm.

Gewicht inkl. Gehäuse und Kabel ca. 135g.



3. Motorsteuerung

Der Herkules 5 unterstützt verschiedene Modi zur Motoransteuerung. Den gewünschten Modus können Sie über die GUI (grafische Bedienoberfläche) einstellen.

3.1 Blockkommutierung (BLDC)

Im BLDC Mode wird der Motor über 2 Phasen angetrieben, die dritte Phase dient zur Ermittlung des Kommutierungszeitpunktes. Dieser Mode ist Standard für die allermeisten Brushless-Umrichter.

Sie können hier zusätzlich wählen, ob Sie einen Betrieb mit oder ohne Hallsensoren wünschen. Auch ein Hybrid-Modus steht zur Verfügung, dh. der Controller erkennt automatisch ob Sensoren angeschlossen sind.



3.2 Feldorientierter Betrieb (FOC)

Im FOC Mode steuert der Controller die Motorphasen sinusähnlich an, berechnet über Last und Motorcharakteristik. Vorteil dieses Betriebsmodus sind die geringen Kommutierungsgeräusche und das hohe Moment bei niedriger Drehzahl. Auch hier können Sie sensored oder sensorless fahren.

3.3 4-Quadrant-Betrieb

Der Motor kann sowohl vorwärts als auch rückwärts betrieben werden. Der Nutzer kann die Beschleunigungsrampen, Bremsströme und auch den Rekuperationsstrom individuell programmieren.

- Unidirektional (nicht rückwärts) ohne Rekuperation/Freilauf
- Unidirektional (nicht rückwärts) mit Rekuperation/aktives Bremsen
- Bidirektional (Rückwärtsmodus möglich) ohne Rekuperation/Freilauf
- Bidirektional (Rückwärtsmodus möglich) mit Rekuperation/ aktives Bremsen

4. Leistungssteuerung/Betriebsmodi

In Abhängigkeit von der Applikation kann der Herkules 5 für verschiedene Betriebsmodi konfiguriert werden. Den gewünschten Modus können Sie über die GUI (grafische Bedienoberfläche) einstellen.

4.1 PWM Mode (Duty-cycle control)

Der empfangene Setpoint wird in ein PWM-Signal mit variablem Duty-Cycle umgerechnet der proportional zum Setpoint ist. Dabei wird die Spannung an der Motorphase verändert und damit die Geschwindigkeit des Motors. Die Motordrehzahl ändert sich dabei unter Last oder auch wenn sich die Eingangsspannung ändert. Die externe Steuerung muss dann entsprechend neue Signale senden um dieses Verhalten zu kompensieren. Dieser Modus ist Standard in den meisten Controllern.

4.2 Stromregelung (Current/Torque-Control)

Das vom Master empfangene Setpoint-Signal wird zu einem Motorstrom Setpoint umgerechnet und in einer direkten Regelschleife gesteuert. Dieser Modus erzeugt eine hohe Linearität zwischen Setpoint und Moment und ermöglicht eine schnelle und direkte Kontrolle über die Motorleistung. Dieser Modus eignet sich in besonderem Maße für Traktionsantriebe bei denen Nutzer das Moment regeln wollen.

4.3 Drehzahlregelung (RPM Mode)

Das vom Master empfangene Setpoint-Signal wird zu einem Zieldrehzahl-Setpoint umgerechnet und über PID Werte gesteuert. Dieser Modus steuert die Motordrehzahl unabhängig von der Last. Je nach verwendetem Motortyp und anliegender Last kann diese



Steuerung träger reagieren als der in 4.2 genannte Current-Mode. Der Nutzer muss zudem die PID Werte sehr sorgfältig einstellen um ein Überspringen zu vermeiden.

5. Kommunikations-Schnittstellen

Die unten aufgeführten Schnittstellen werden über die grafische Bedienoberfläche konfiguriert.

5.1 USB

Der Mikro-USB Anschluss unterstützt eine High-Speed Kommunikation zu einem Host-Computer. Die Schnittstelle wird als virtueller Comport erkannt und ermöglicht die Konfiguration des Controllers, Update der Firmware, Betrieb des Controllers und die Überwachung der Live-Daten am Bildschirm.

Es wird dafür die mitgelieferte GUI benötigt, sowie ein im Handel erhältliches Mikro-USB Kabel.

5.2 PPM1 / PPM2

Der Controller unterstützt zwei voneinander unabhängige R/C –Standard PPM-Eingänge (Puls-Pause-Modulation) Beide Eingänge sind optisch entkoppelt um Störungen durch Mantelströme zu vermeiden. Der Setpoint wird errechnet aus einer Pulslänge zwischen 1 und 2 Millisekunden mit einer maximalen Wiederholrate von 500Hz. Der Nutzer kann dabei die Bandbreite für Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb konfigurieren.

5.3 CAN1 / CAN2

Zwei von einander unabhängige CAN-Schnittstellen erlauben den zuverlässigen Einsatz von bidirektionaler Kommunikation selbst unter komplexen Bedingungen. Neben der Übertragung von Setpoints vom Master zum Controller können detaillierte Telemetriedaten vom System zurückgelesen werden. Dabei erhalten alle angeschlossenen Herkules 5 Controller eine eigene CAN-ID und können so ganz einfach über den CAN-Bus konfiguriert und upgedatet werden. Das CAN-Bus-Protokoll erhalten Sie auf Anfrage.

5.4 MicroSD Datalogger

Die integrierte Micro-SD Schnittstelle ermöglicht ein umfangreiches Datalogging mit wählbaren Datenraten bis zu 200Hz. Sämtliche Systemparameter wie Strom, Drehzahl, Controller-Temperatur, Diagnose und Flags können während des Betriebs mitgeschrieben und in der GUI analysiert werden. Der Speicherort für die Logs kann in der GUI definiert werden .

5.5 I²C

Application Note

Herkules 5 Motor Controller



Der I2C-Bus dient der Kommunikation zwischen dem Herkules 5 und der Master Steuerung. Die Schnittstelle ist ebenfalls optisch entkoppelt. Das Standard UAV-Kommunikations-Protokoll von MIKROKOPTER wird unterstützt sowie ein proprietäres Protokoll. Die Bus-Protokolle erhalten Sie auf Anfrage.

5.6 UART

Die galvanisch/optisch entkoppelte UART Schnittstelle kann mit der Master-Steuerung im – Voll-Duplex-Modus kommunizieren. Die maximale Baudrate ist dabei 115.200bps und ermöglicht die Übertragung von Setpoint-Daten an den Controller sowie eine Rückübertragung von Diagnosedaten an den Master. Das Standard UAV-Kommunikations-Protokoll von MIKROKOPTER wird unterstützt sowie ein proprietäres Protokoll. Die Bus-Protokolle erhalten Sie auf Anfrage.

5.7 Analog1 / Analog2

Statt eines digitalen Signals kann auch eine analoge Spannung zwischen 0...5V an den jeweiligen Anschluss angelegt werden um Setpoint und Bremse (Rekuperation) zu steuern. Dies ermöglicht es insbesondere in Fahrzeugen die Leistung über ein oder zwei Potentiometer (Gas- und Bremspedal) zu steuern.



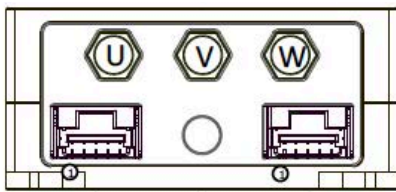
6. Installation und Inbetriebnahme

6.1 Hinweise zur Installation

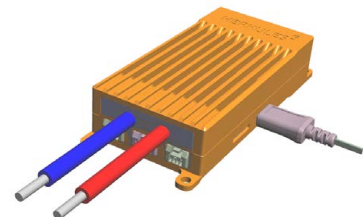
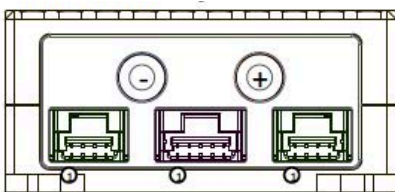
- Stellen Sie sicher, dass der Controller vor Vibrationen geschützt ist. Verwenden Sie wenn notwendig kleine Gummipuffer um ihn zu entkoppeln.
- Stellen Sie sicher, dass der Controller ausreichend gekühlt wird. Gute Belüftung oder ein zusätzlicher Lüfter werden empfohlen. Je kühler der Controller ist, umso effizienter kann er arbeiten.
- Die Verbindung zum Motor als auch zur Spannungsquelle sollten so kurz wie möglich bleiben. Verwenden Sie nur hochwertige Steckverbindungen um Übergangswiderstände zu minimieren.

6.2 Anschluss des Controllers

- Die Verbindung zum Motor als auch zur Spannungsquelle sollten so kurz wie möglich bleiben. Verwenden Sie nur hochwertige Steckverbindungen um Übergangswiderstände zu minimieren.
- Verbinden Sie die Anschlüsse U – V – W mit den 3 Phasen des BLDC Motors



- Verbinden Sie die Plus- und Minusleitungen mit Ihrer Spannungsquelle



6.3 Inbetriebnahme des Controllers

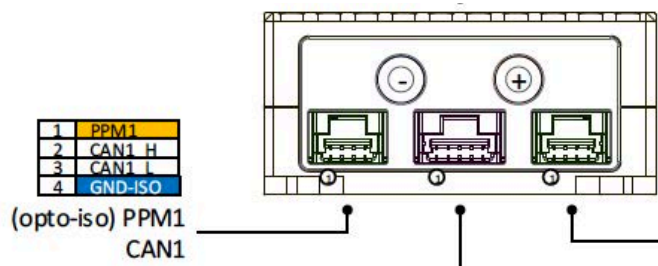
- Für die Inbetriebnahme des Controllers ist folgendes notwendig:
 - o ein Windows Rechner mit installierter GUI (download unter www.hacker-motor.com)
 - o ein USB to Can Adapter von Peak oder HerSi (Treiberdownload unter www.hacker-motor.com)
 - o der Controller muss wie oben gezeigt angeschlossen und mit Spannung versorgt sein, sinnvollerweise zunächst einmal mit 12V. **Die LED an der Motoranschlusseite sollte grün leuchten!**
 - o der Motor sollte sich für den Test frei drehen können

Application Note

Herkules 5 Motor Controller



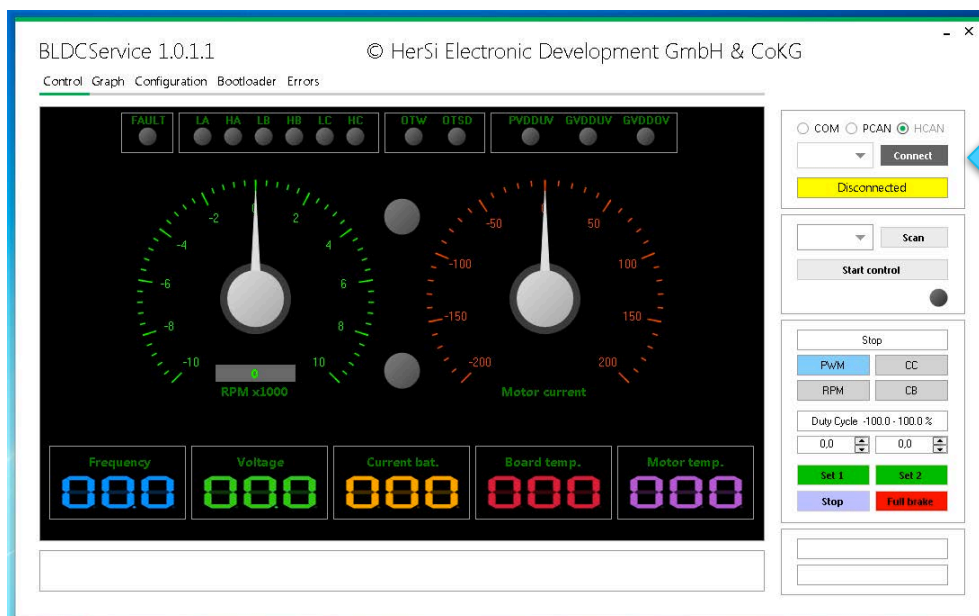
- Verbinden Sie die zwei-adrige CAN-Bus-Leitung (bereits am Controller vorhanden) mit dem USB-to CAN Adapter. (siehe Anleitung des Adapterherstellers)



Hinweis:

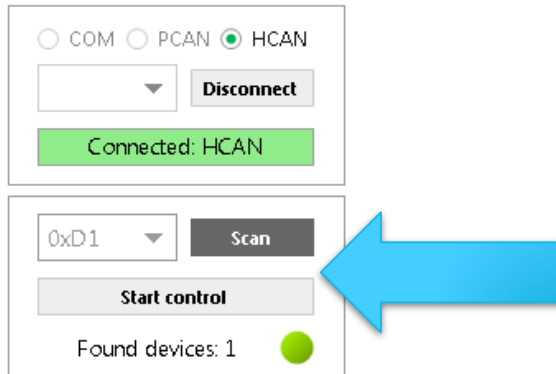
Die nachfolgend dokumentierte Inbetriebnahme wird am Beispiel des HerSi-Can Adapters gezeigt. Für den Peak Adapter verläuft das Prozedere analog.

- Stecken Sie den HerSi-Can Adapter in einen freien USB Steckplatz und installieren Sie den Treiber (download unter: www.hacker-motor.com). Wenn alles einwandfrei installiert ist, leuchtet eine grüne LED am Adapter
- Öffnen Sie nun die GUI (BLDCService.exe / download unter: www.hacker-motor.com), es sollte die nachfolgend gezeigte Bedienoberfläche zu sehen sein
- Stellen Sie nun eine Verbindung zum Controller her, indem Sie zunächst oben rechts den Adapter auswählen mit dem Sie die Verbindung herstellen wollen, hier HCan (HerSi-Can) und klicken Sie auf den „Connect“-Button. Nun sollte zusätzlich eine orange LED am Adapter leuchten.

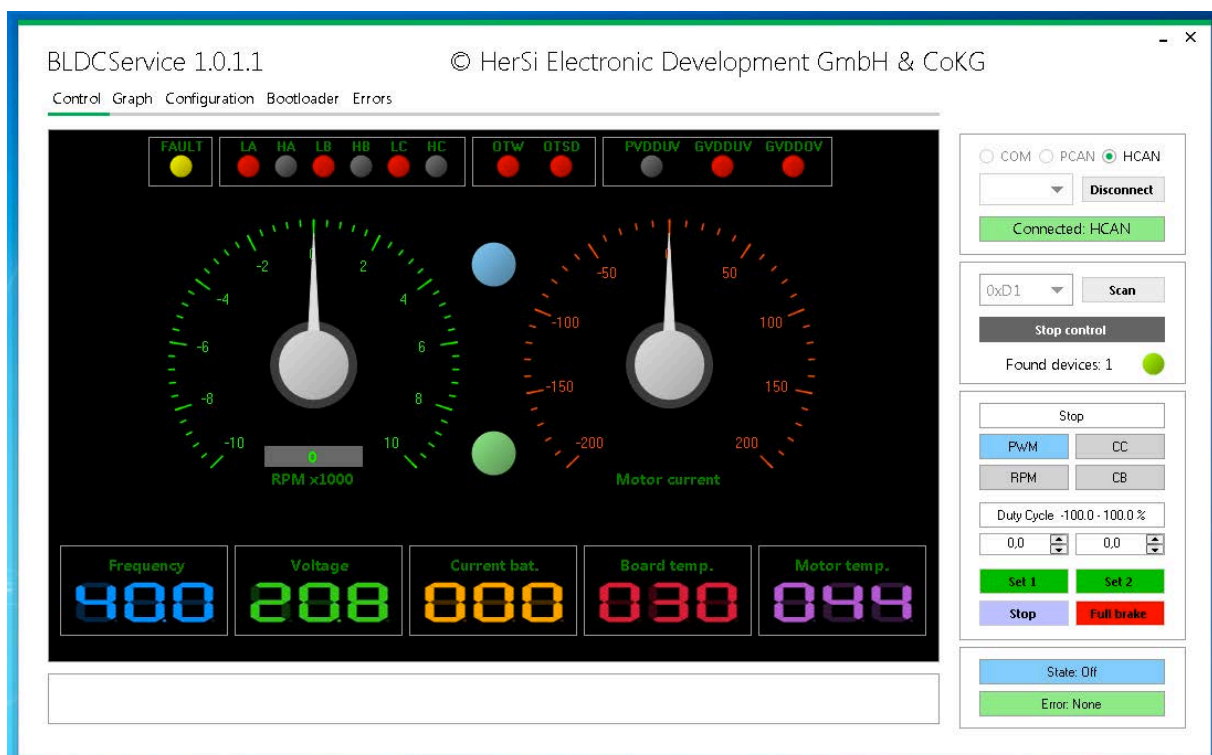




- Um die korrekte Verbindung mit dem Controller zu überprüfen drücken Sie nun auf „Scan“. Die GUI sollte nun die Verbindung zum Controller mit „Found devices: 1“ bestätigen sowie die ID anzeigen. Der grüne Punkt neben „Found devices“ sollte statisch leuchten.
- Der Controller ist nun Betriebsbereit



6.4 Bedienung der grafischen Benutzeroberfläche



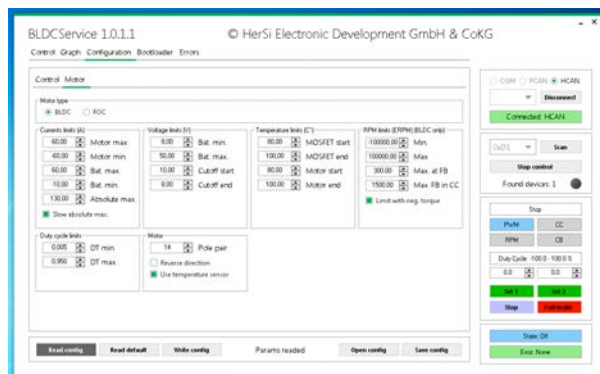
- Nachdem Sie den Controller erfolgreich angeschlossen und in Betrieb genommen haben, können Sie den Motor über die GUI ansteuern. Dazu drücken Sie zunächst den Start Control Button, es sollte sich dann oben gezeigtes Bild darstellen.
- Überprüfen Sie nun zunächst einmal die aktuelle Konfiguration des Systems. Dazu wechseln Sie zum Reiter "Configuration" / "Control" / "General" und drücken dort auf den Button "Read Config".

Application Note

Herkules 5 Motor Controller



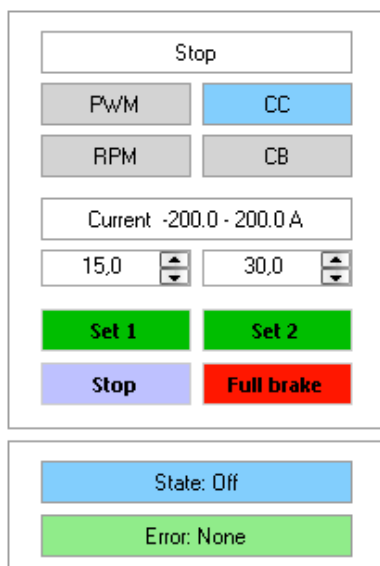
- Stellen Sie sicher, dass unter “Control application” der Punkt CAN1 markiert ist, wenn nicht, markieren Sie diesen und drücken Sie anschließend “Write config”. Damit lässt sich das System nun komplett via CAN-Bus ansteuern.
- Dann wechseln Sie vom Untermenü “Control” auf das Menü “Motor” drücken ebenfalls “Read Config”



In aller Regel haben wir für Sie bereits eine Konfigurationsdatei eingespielt. Wenn nicht, können Sie diese über “Open Config” und anschließend “Write Config” in den Controller einspielen. Überprüfen Sie die eingespielten Daten im Anschluss mit dem Befehl “Read Config” auf Richtigkeit. Das System ist nun für den Betrieb bereit.

Wechseln Sie nun wieder zum Reiter „Control“ um sich einen Überblick über die Motordaten zu verschaffen.

Sie haben nun die Möglichkeit den Motor entsprechend der unter Punkt 4 beschriebenen Modi anzutreiben. Dazu stehen Ihnen am rechten Rand der GUI eine Auswahl von Buttons zur Verfügung.



Im oberen Bereich stellen Sie den Modus ein: Wählbar sind PWM (spannungsgeregt), RPM (drehzahlgeregt), CC (stromgeregt) und CB (Rekuperation). Der vorgewählte Modus wird blau angezeigt.

Entsprechend der Vorwahl, können Sie im Feld darunter den Wert eingeben, mit dem Sie den Motor betreiben wollen.

Hier als Beispiel haben wir für Set 1 15A vorgewählt, für Set 2 30A.

Durch Drücken der jeweiligen Set Taste wird der Motor betrieben.

Beenden können Sie Ihren Test durch drücken der Taste „Stop“, der Motor rollt aus. „Full brake“ erzeugt eine sofortige Bremsung des Motors bis zum Stillstand.

In den Feldern darunter sehen Sie den aktuellen Status des Systems und etwaige Fehlermeldungen.

Application Note

Herkules 5 Motor Controller



Im Bild unten sehen Sie beispielhaft dargestellt, wie in der GUI der Betrieb dargestellt wird. Sie können demnach alle wichtigen Parameter wie Drehzahl, Strom, Spannung, Temperaturen ect. live mitverfolgen.

BLDCService 1.0.1.1

© HerSi Electronic Development GmbH & CoKG

Control Graph Configuration Bootloader Errors





6.5 Aktualisierung der Firmware des Controllers

Da wir einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterliegen, haben wir die Möglichkeit für Firmware-updates geschaffen. Sollten Sie von einem solchen Update betroffen sein, gehen Sie bitte wie folgt vor:

- Wechseln Sie zum Reiter „Bootloader“ und drücken Sie auf „Scan“. Der Controller sollte dann in der Liste der Scanned Devices mit seiner ID aufgeführt werden. Hier z.B. 0xF90BC5E2 an Adresse 0xD1.
- Überprüfen Sie sicherheitshalber über den Button „Get“ im Bereich Device Version die aktuelle FW Version (hier 1.0.0.29)
- Über den Button „Open“ können Sie das neue Image File im Explorer suchen und für das Update auswählen (hier BLDC_1.0.0.29.eff)
- Klicken Sie dann auf „Boot“ → LED wird gelb
- Klicken Sie nun auf „Flash“. Der Fortschrittsbalken wird von links nach rechts laufen und im Anschluss mit „Complete“ quittieren → LED wird grün. Damit ist das Gerät aktualisiert. In aller Regel werden die Konfigurationen nicht überschrieben, überprüfen Sie dies aber sicherheitshalber noch einmal wie unter 6.4 beschrieben.

BLDCService 1.0.1.1

© HerSi Electronic Development GmbH & Co

Control Graph Configuration **Bootloader** Errors

Scan devices

#	UID	Address	Mode
1	0xF90BC5E2	0xD1	Boot

Scan

Set

D1

Normal: 0

Boot: 1

Not set: 0

Total: 1

Image file

Open

File: BLDC_1.0.0.29.eff

Version: 1.0.0.29

Date: 03.03.2017

Data size: 91136

Data blocks: 89

BL version: 1.x

Firmware update

Boot

Flash

8 / 89

Log

#1 - 16:23:13 - Scanning devices...

#2 - 16:23:13 - Scan complete. Found: 1

#3 - 16:25:51 - HW version read complete

#4 - 16:26:32 - Device 1: BootMode

#5 - 16:26:43 - Device 1: StartFlashing

Clear

Device version

Get

Set

Mode: AppMode

BL version: 1.5

SW version: 1.0.0.29

Serial: 2

Date: 08.12.2016

HW version: 1 0



6.6 Bedienung des Controllers ohne Oberfläche

Voraussetzung für die Bedienung des Controllers OHNE die Benutzeroberfläche ist die vorherige Konfiguration des Controllers. Dies geht nur über das User Interface.

Nachdem Sie sich für einen entsprechenden Controllereingang entschieden haben, müssen Sie diesen hardwareseitig via Steckverbindung anschließen (s. Punkt 2.1) und im Anschluss in der GUI im Menüpunkt Configuration/Control/Control application definieren und konfigurieren (s. Punkt 6.4). Die Menüführung ist dabei komplett intuitiv zu bedienen und selbsterklärend.

Control Graph Configuration Bootloader Errors

The screenshot shows the 'Control Motor' configuration window. The 'General' tab is selected, and the 'PPM' sub-tab is active. The 'Control mode' is set to 'Current'. The 'Settings' section includes: 'PID max. ERPM' (15000,00), 'Deadband (ms)' (0,15), 'Minimum pulse width (ms)' (1,00), 'Maximum pulse width (ms)' (2,00), 'Use filter' (checked), and 'Safe start' (checked). The 'Soft RPM limit (current mode only)' section has 'Enable' unchecked, 'ERPM limit start' (150000,00), and 'ERPM limit end' (200000,00). The 'Display' section has 'Enable' unchecked.

Die Abbildung zeigt die Einstellung am Beispiel für den PPM Eingang in Verbindung mit der Stromregelung.

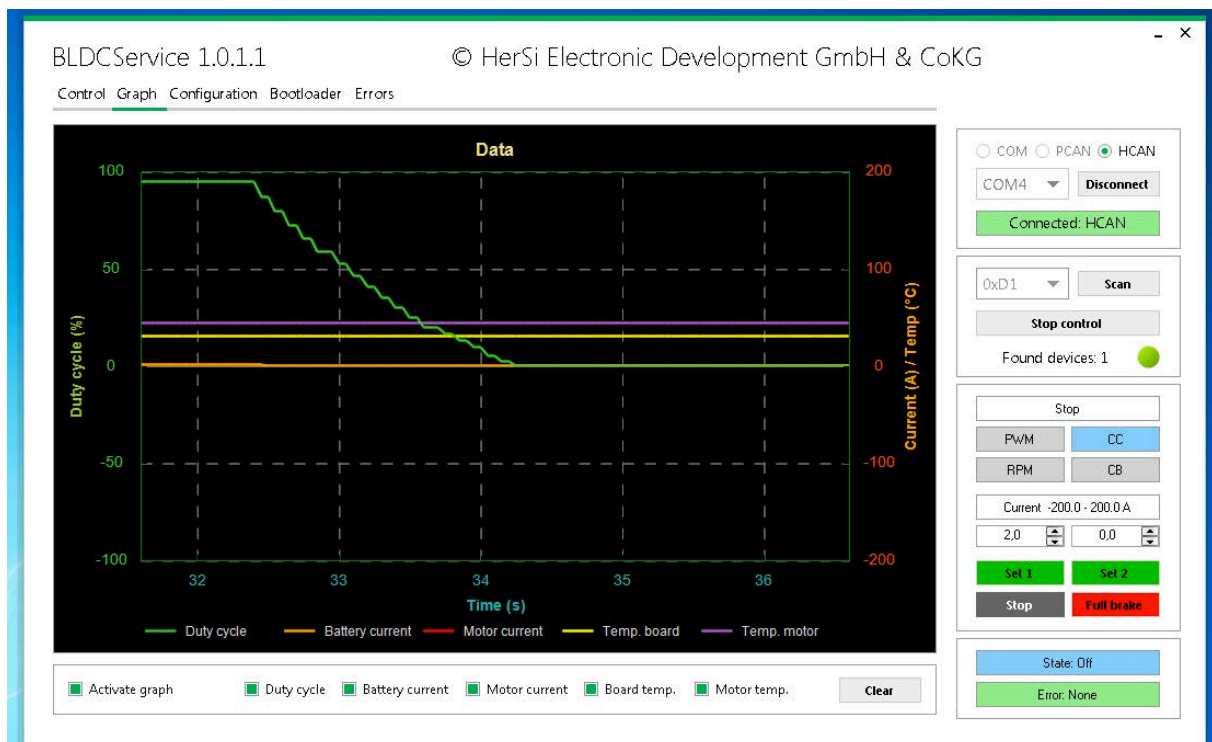
Gerne unterstützen wir Sie aber auch bei der Inbetriebnahme und dem Setup Ihrer Applikation.



6.7 Sonstiges

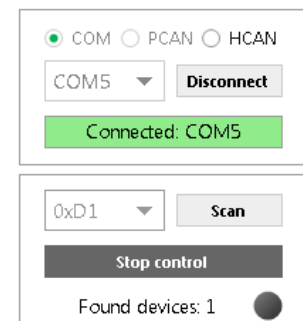
6.7.1 Graph Funktion

Im Funktionsumfang der Bedienoberfläche ist auch eine sehr praktische Graph-Funktion integriert. Diese erlaubt eine live-Beobachtung der Parameter über die Zeit. Sie erreichen diese Funktion über den Reiter „Graph“. Dort müssen Sie die Check-Box „Activate graph“ anklicken um die Aufzeichnung zu starten. Sie können somit die Parameter wie Setpoint, Spannung, Strom, Temperatur überwachen.



6.7.2 Nutzung der USB Schnittstelle

Grundsätzlich haben Sie die Möglichkeit des gesamten Funktionsumfang des User Interfaces auch via USB zu nutzen. Dazu schließen Sie den Controller mittels eines geeigneten USB Kabels an Ihren Rechner an und installieren den Treiber / Virtueller Com-Port (download unter: www.hacker-motor.com). Wählen Sie nun die passende COM Schnittstelle aus und drücken Sie „Connect“. Fahren Sie dann wie in 6.4 beschrieben fort.



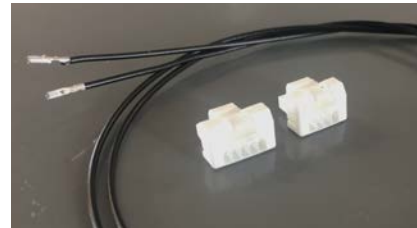
6.7.3 Datalogging

Die Datalogging-Funktion ist im aktuellen FW-Release noch nicht integriert und wird zu einem späteren Zeitpunkt noch ergänzt.



7. Zubehör

Um den erweiterten Funktionsumfang nutzen zu können, benötigen Sie evtl. noch zusätzliche Stecker. Gemäß Punkt 2 werden am Herkules 5 Controller 4-polige und 5-polige Stecker zur Ansteuerung der unterschiedlichen Schnittstellen verwendet. Diese Buchsengehäuse und die passenden Krimpkontakte mit Kabel können separat erworben werden.



Für den Anschluss eines BLDC Motors über die 3 Phasen empfehlen wir den Einsatz von 4mm Goldkontaktsteckern. Diese lassen sich dann direkt in die controllerseitig vorhandenen Buchsen stecken.



Für die Temperaturmessung am Motor empfehlen wir den Einsatz eines PT-1000 Sensors, dieser ist bereits systemseitig parametrierbar. Andere Sensoren werden nur nach vorheriger Anpassung der FW unterstützt.



Für die Kommunikation mit dem Controller empfehlen wir die Verwendung des H-Can USB-Adapters. Dieser ermöglicht die bidirektionale Kommunikation und Steuerung des Controllers über das mitgelieferte Grafische User Interface (GUI).

Application Note

Herkules 5 Motor Controller



CE-Konformitätserklärung

Hiermit erklärt die HerSi Electronic Development GmbH & Co. KG., daß sich dieses Produkt in Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen und den übrigen einschlägigen Bestimmungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU befindet.

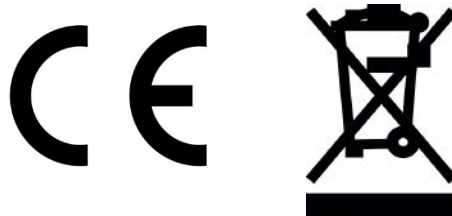
Die Konformitätserklärung zu diesem Produkt können sie hier anfordern

HERSI Electronic Development GmbH & Co. KG

Geschäftsführer Klaus Herdt

Einsteinstr. 9

93055 Regensburg GERMANY



Kontakt

HERSI Electronic Development GmbH & Co. KG

Geschäftsführer Klaus Herdt

Einsteinstr. 9

93055 Regensburg

GERMANY

Phone: +49 941 28092013

Email: herkules@herSi.de

Registergericht: Amtsgericht Regensburg HRA 7014

Technische Änderungen behalten wir uns vor, für Druckfehler wird keine Haftung übernommen.

Vertrieb

Der Vertrieb des Herkules 5 Controllers sowie des Zubehörs erfolgt über die

Hacker Motor GmbH &

Schinderstraße 32

84030 Ergolding

GERMANY

his@hacker-motor.com