

Kurzanleitung Version 1.0.1
Original: de FIR-v2542
Nanotec Electronic GmbH & Co. KG Tel. +49 89 900 686-0
Kapellenstraße 6 Fax +49 89 900 686-50
85622 Feldkirchen, Deutschland info@nanotec.de

Einleitung

Die Produkte der CLC-Baureihe sind kompakte Motorsteuerungen ohne Gehäuse in drei verschiedenen Größen. Die Varianten **CLC3...** und **CLC6...** können sowohl BLDC- als auch Schrittmotoren ansteuern, die **CLC15** ist nur für BLDC-Motoren geeignet.

Dieses Handbuch beschreibt die Funktionen der Steuerung und die verfügbaren Betriebsmodi. Weiterhin wird gezeigt, wie Sie die Steuerung über die Kommunikationsschnittstelle ansprechen und programmieren können.

Weitere Informationen zum Produkt finden Sie auf www.nanotec.com.

Urheberrecht

© 2013 – 2025 Nanotec Electronic GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.



Bestimmungsgemäße Verwendung

Die CLC dient der Steuerung von Schritt- und BLDC-Motoren und findet Verwendung als Komponente von Antriebssystemen in vielfältigen Industrieanwendungen.

Verwenden Sie das Produkt bestimmungsgemäß innerhalb der durch die technischen Daten definierten Grenzen (siehe insbesondere **Zulässige Betriebsspannung**) und unter den freigegebenen **Umgebungsbedingungen**. Dieses Nanotec-Produkt darf unter keinen Umständen als Sicherheitsbauteil in ein Produkt oder eine Anlage integriert werden.

Alle Produkte, in denen eine von Nanotec hergestellte Komponente enthalten ist, müssen bei Übergabe an Endnutzer entsprechende Warnhinweise samt Anleitung für sichere Verwendung und sicheren Betrieb enthalten. Alle von Nanotec bereitgestellten Warnhinweise müssen unmittelbar an den Endnutzer weitergegeben werden.

Zielgruppe und Qualifikation

Das Produkt und diese Dokumentation richten sich an technisch geschulte Fachkräfte wie Entwicklungsingenieure, Anlagenkonstrukteure, Monteure/ Servicekräfte und Applikationsingenieure.

Nur Fachkräfte dürfen das Produkt installieren, programmieren und in Betrieb nehmen. Fachkräfte sind Personen, die

- 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.

Gewährleistung und Haftungsausschluss

Nanotec haftet nicht für Schäden und Fehlfunktion durch Montagefehler, Nichtbeachten dieses Dokuments oder sachwidrige Reparatur. Verantwortlich für Auswahl, Betrieb, Nutzung unserer Produkte sind Anlagenkonstrukteur, Betreiber und Nutzer. Nanotec verantwortet keine Produktintegration im Endsystem. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen auf www.nanotec.de. **Anm.:** Produktumbau / -änderung, sowie das Öffnen sind untersagt.

Mitgeltende Vorschriften

Neben diesem technischen Handbuch sind folgende Vorschriften zu beachten:

- Unfallverhütungsvorschriften
- örtliche Vorschriften zur Arbeitssicherheit

EU-Richtlinien zur Produktsicherheit

Folgende EU-Richtlinien wurden beachtet:

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

Sicherheits- und Warnhinweise



HINWEIS

Beschädigung der Steuerung!
Ein Wechsel der Verdrahtung im Betrieb kann die Steuerung beschädigen.
► Ändern Sie die Verdrahtung nur im spannungsfreien Zustand und warten Sie nach dem Abschalten, bis sich die Kondensatoren entladen haben.



HINWEIS

Beschädigung der Steuerung durch Erregerspannung des Motors!
Während des Betriebs können Spannungsspitzen die Steuerung beschädigen.
► Verbauen Sie geeignete Schaltungen (z. B. Stützkondensator), die Spannungsspitzen abbauen.



HINWEIS

Beschädigung der Elektronik durch unsachgemäßen Umgang mit ESD-empfindlichen Bauteilen!
Das Gerät enthält Bauteile, die empfindlich gegen elektrostatische Entladung sind. Unsachgemäßer Umgang kann das Gerät beschädigen.
► Beachten Sie die Grundprinzipien des ESD-Schutzes beim Umgang mit dem Gerät.



HINWEIS

Beschädigung der Elektronik durch verpolten Anschluss der Versorgungsspannung!
► Installieren Sie eine Leitungsschutzteinrichtung (Sicherung) in der Zuleitung.

Technische Daten und Anschlussbelegung

Umgebungsbedingungen

Umgebungsbedingung	Wert
Schutzklasse	kein IP-Schutz
Umgebungstemperatur (Betrieb)	-10 ... +40°C
Umgebungstemperatur (Lagerung und Transport)	-25 ... +85°C
Rel. Luftfeuchtigkeit (Betrieb), nicht kondensierend	0 ... 95 %
Rel. Luftfeuchtigkeit (Lagerung und Transport), nicht kondensierend	0 ... 90 %
Abs. Luftfeuchtigkeit (Lagerung und Transport), nicht kondensierend	30 g/m³
Max. Aufstellhöhe über NN	1500 m
Max. Aufstellhöhe über NN (Lagerung und Transport)	3000 m

Maßzeichnungen und Montagehinweise

Alle Maße sind in Millimetern.

CLC3

CLC6

CLC15

- Um die Wärmeableitung zu optimieren, bauen Sie das Produkt vertikal ein.
- Befestigen Sie das Produkt mit passender Schrauben und Muttern mittels der vorhanden Bohrungen (3,2 mm Durchmesser). Schneiden Sie kein Gewinde in die Platte ein, damit keine Metallspäne entstehen.

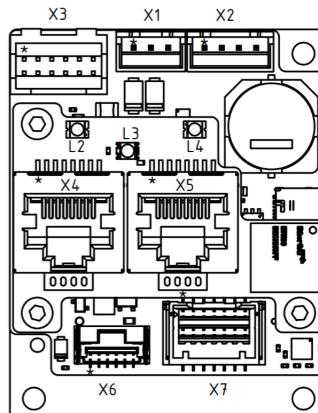
Elektrische Eigenschaften und technische Daten

Eigenschaft

Beschreibung/Wert

Betriebsspannung	12... 57,6 V DC
Nennstrom @40°C	CLC3-...: 3 A _{eff} CLC6-...: 6 A _{eff} CLC15-...: 15 A _{eff}
Spitzenstrom @40°C	• CLC3-1-...: 3 A _{eff} • CLC3-2-...: 9 A _{eff} (für max. 5 Sekunden)

Eigenschaft	Beschreibung/Wert
• CLC6-1-...: 6 A _{eff}	
• CLC6-2-...: 18 A _{eff} (für max. 5 Sekunden)	
CLC15-...: 45 A _{eff} (für max. 5 Sekunden)	
Kommutierung	CLC3-..., CLC6-...: Schrittmotor Open Loop, Schrittmotor Closed Loop mit Encoder, BLDC sinuskommutiert über Hallsensor, BLDC sinuskommutiert über Encoder CLC15-...: BLDC sinuskommutiert über Hallsensor, BLDC sinuskommutiert über Encoder
Betriebsmodi	Profile Position Mode, Profile Velocity Mode, Profile Torque Mode, Velocity Mode, Homing Mode, Interpolated Position Mode, Cyclic Sync Position Mode, Cyclic Sync Velocity Mode, Cyclic Synchronous Torque Mode, Takt-Richtung-Modus
Sollwertvorgabe/ Programmierung	Takt-Richtung, Analog, NanoJ-Programm
Schnittstellen	USB, EtherCAT
Encoder/Hall	1x SSI-Encoder, 1x Hallsensor, 1x inkrementeller Encoder
I/O	6 digitale Eingänge (5/24 V), 2 analoge Eingänge (0-24 V), 2 digitale Ausgänge (5/UB_Logik V) 1 PWM-Bremsenausgang (Pegel = UB_Logik)
Übertemperatur	Abschaltung bei Temperatur > 75 °C
Stützkondensator	Nanotec empfiehlt pro Ampere Nennstrom am Motor eine Kapazität von ca. 1000 µF.



Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X1	Versorgung	1. +UB:12 V - 57,6 V DC 2. +UB_Logic:12 V - 30 V DC 3. GND
X2	Motor	1. A (Schrittmotor) U (BLDC) 2. AI (Schrittmotor) V (BLDC) 3. B (Schrittmotor) W (BLDC) 4. BI (Schrittmotor) nicht benutzt (BLDC)
X7	Ein- und Ausgänge	1. GND 2. Digitaler Eingang 1: 5 V / 24 V, umschaltbar 3. ...2 4. ...3 5. ...4 6. ...5 7. Digitaler Eingang 6: 5 V / 24 V, umschaltbar 8. Analoger Eingang 1: 0 V...+24 V, 12-Bit-Auflösung 9. Analoger Eingang 2: 0 V...+24 V, 12-Bit-Auflösung 10. Digitaler Ausgang 1: 5 / 24 V (UB_Logic) umschaltbar, 100 mA 11. Digitaler Ausgang 2: 5 / 24 V (UB_Logic) umschaltbar, 100 mA 12. Brake+: PWM-gesteuerter Ausgang, gespeist von UB_Logic, bis 20 KHz, max. 1500 mA 13. Brake-: GND für Bremse 14. +UB_Logic:12 V - 30 V DC
X6	SSI-Encoder	1. Vcc: +10 V DC, Ausgangs- und Versorgungsspannung für SSI-Encoder, max. 350 mA 2. CLK A: bis 10 MHz 3. CLK B: bis 10 MHz 4. DATA A 5. DATA B 6. GND
X3	Inkrimentalencoder und Hallsensor	1. GND 2. Vcc: +5 V DC, Ausgangs- und Versorgungsspannung für Encoder / Hall Sensor: max. 350 mA 3. A 4. B 5. AI 6. BI 7. I 8. II 9. Hall 1 10. Hall 2 11. Hall 3 12. Shielding Anschluss für die Schirmung

Anschluss	Funktion	Pin-Belegung / Beschreibung
X5 / X4 RJ45-Buchse	EtherCAT IN / OUT	1. TD+ 2. TD- 3. RD+ 4. n.c. 5. n.c. 6. RD- 7. n.c. 8. n.c.

HINWEIS

EMV: Bei einer DC-Stromversorgungsleitung mit einer Länge von >30 m oder Verwendung des Motors an einem DC-Bus sind zusätzliche Entstör- und Schutzmaßnahmen notwendig.



- Ein EMI-Filter (810911010 von Würth oder äquivalent) ist in die DC-Zuleitung(en) mit möglichst geringem Abstand zur Steuerung/Motor einzufügen.
- Lange Daten- oder Versorgungsleitungen sind durch Ferrite zu führen.
- Motorleitungen sind durch Ferrite zu führen (74271222 von Würth oder äquivalent).

Inbetriebnahme

Die Software *Plug & Drive Studio 3* bietet Ihnen eine Möglichkeit, die Konfiguration vorzunehmen und die Steuerung an den angeschlossenen Motor anzupassen. Weiterführende Informationen finden Sie im Dokument *Plug & Drive Studio: User Manual* auf www.nanotec.com.

Konfiguration über USB

Allgemeines

Es gibt folgende Möglichkeiten, die Steuerung über USB zu konfigurieren:

Konfigurationsdatei

Diese Datei lässt sich mittels dem USB-Anschluss auf die Steuerung speichern. Lesen Sie dazu die Kapitel **USB Anschluss** und **Konfigurationsdatei**.

NanoJ-Programm

Dieses Programm lässt sich mit *NanoJ* programmieren, kompilieren und anschließend über USB auf die Steuerung übertragen. *NanoJ* ist in der Software *Plug & Drive Studio 3* integriert. Weiterführende Informationen finden Sie im Dokument *Plug & Drive Studio 3: User manual* auf www.nanotec.com.

Nach dem Anschließen an eine Spannungsversorgung liest die Steuerung die Konfiguration in folgender Reihenfolge aus:

1. Die Konfigurationsdatei wird ausgelesen und verarbeitet.
2. Das NanoJ-Programm wird gestartet.

USB-Anschluss

HINWEIS

Beschädigung des Produkts und/oder externer Hardware durch Potenzialdifferenzen am USB.

Das Anschließen des USB-Kabels während die Elektronik versorgt wird (Hot-Plugging), führt möglicherweise zu Schäden.

- USB anschließen, bevor Sie die Versorgungsspannung einschalten.
- Wenn möglich, Potentialdifferenzen zwischen PC und Produkt ausgleichen oder USB-Isolator verwenden.
- USB-Kabel zuerst an das Produkt anschließen, dann an den PC.

Wird die Steuerung über ein USB-Kabel mit einem PC verbunden, wird im Windows-Dateiexplorer ein MTP-Gerät angelegt, das einen Datenträger enthält.

Es werden bis zu drei Dateien angezeigt, die Konfigurationsdatei (*cfg*.txt*), die Firmware (**.fw*) und das *NanoJ-Programm* (*nanoj*.usr*), welches sofort nach dem Neustart der Steuerung intern gespeichert und nicht mehr angezeigt wird.

Sie können somit die Konfigurationsdatei oder das *NanoJ-Programm* auf die Steuerung speichern. Die Spannungsversorgung der Steuerung muss beim USB-Betrieb ebenfalls angeschlossen sein.

Konfigurationsdatei

Allgemeines

Die Konfigurationsdatei *cfg.txt* dient dazu, Werte für das Objektverzeichnis beim Start auf einen bestimmten Wert vorzubereiten. Diese Datei ist in einer speziellen Syntax gehalten, um den Zugriff auf die Objekte des Objektverzeichnisses möglichst einfach zu gestalten. Die Steuerung wertet alle Zuweisungen in der Datei von oben nach unten aus.

Lesen und Schreiben der Datei

So erhalten Sie Zugriff auf die Datei:

1. Verbinden Sie die Steuerung mit Ihrem PC über das USB-Kabel.
2. Schließen Sie die Spannungsversorgung an und schalten Sie die Spannungsversorgung ein.
3. Nachdem der PC das Gerät als Wechseldatenträger erkannt hat, navigieren Sie im Explorer das Verzeichnis der Steuerung an. Dort ist die Datei *cfg*.txt* hinterlegt.
4. Öffnen Sie diese Datei mit einem einfachen Text-Editor, wie Notepad oder Vi. Benutzen Sie keine Programme, welche Textauszeichnung benutzen (LibreOffice oder dergleichen).

Nachdem Sie Änderungen an der Datei vorgenommen haben, gehen Sie wie folgt vor, um die Änderungen durch einen Neustart wirksam werden zu lassen:

1. Speichern Sie die Datei, falls nicht schon geschehen.
2. Trennen Sie die Spannungsversorgung der Steuerung für ca. 1 Sekunde, bis die Betriebs-LED aufhört zu blinken.
3. Verbinden Sie die Spannungsversorgung wieder. Mit diesem Start der Steuerung werden die neuen Werte der Konfigurationsdatei ausgelesen und wirksam.

Konfiguration über EtherCAT

Software Verbindung

TIPP

Die nachfolgende Beschreibung geht davon aus, dass ein EtherCAT-Master von Beckhoff mit der Software *TwinCAT* benutzt wird.

1. Verbinden Sie den EtherCAT Master mit der Steuerung, siehe **Anschlussbelegung**.
2. Versorgen Sie die Steuerung mit Spannung.
3. Beschaffen Sie sich die, exakt zur verwendeten **Firmware-Version** passende, *ESI-Datei* unter folgenden Quellen:
 - a. Über die Nanotec Homepage www.nanotec.com. Die aktuelle Version der Firmware und der *ESI-Datei* finden Sie im Download-Ordner von *Plug & Drive Studio*.
 - b. Vom Nanotec-Support.
4. Schließen Sie den System Manager von *TwinCAT* falls er geöffnet ist.
5. Kopieren Sie anschließend die *ESI-Datei* in den Unterordner von *TwinCAT*:
 - Falls Sie *TwinCAT* Version 2 benutzen, verwenden Sie den Ordner <TWINCAT INSTALL DIR>/Io/EtherCAT
 - Falls Sie *TwinCAT* Version 3 benutzen, verwenden Sie den Ordner <TWINCAT INSTALL DIR>/3.1/Config/Io/EtherCAT

Beispiel

Beispiel: Sollte auf Ihrem PC *TwinCAT 2* unter dem Pfad C:\TwinCAT\ installiert sein, kopieren Sie die *ESI-Datei* in den Pfad C:\TwinCAT\Io\EtherCAT\.

6. Öffnen Sie die *ESI-Datei* mit einem Editor. Suchen Sie nach dem Parameter *AddlInfo*. Tragen Sie ein:

- den Wert "2", falls Sie die Steuerung als *Box* einbinden möchten (Werkseinstellung)
 - den Wert "0", falls Sie die Steuerung als *NC-Axis* einbinden möchten
- Speichern und schließen Sie die Datei.

7. Starten Sie jetzt wieder den *TwinCAT* System Manager. Nach einem Neustart werden die *ESI-Dateien* neu eingelesen.

HINWEIS

Die Zykluszeit des Sync-Signals muss immer auf 1ms stehen. Sie können die Bus-Zykluszeit (und entsprechend die Interpolationszeit in **60C2h**) auf ganzzahlige Vielfache von 1 ms setzen.

Motordaten einstellen

Die Steuerung benötigt vor der Inbetriebnahme des Motors einige Werte aus dem Motordatenblatt.

- Polpaarzahl: Objekt **2030h:00h** (Pole pair count) Hier ist die Anzahl der Motorpolpaare einzutragen. Bei einem Schrittmotor wird die Polpaarzahl über den Schrittwinkel berechnet, z.B. $1,8^\circ = 50$ Polpaare, $0,9^\circ = 100$ Polpaare (siehe Schrittwinkel im Motordatenblatt). Bei BLDC-Motoren ist die Polpaarzahl direkt im Motordatenblatt angegeben.
- Objekt **6075h:00h** Nennstrom des Motors in mA (siehe Motordatenblatt)
- Objekt **6073h:00h**: Maximaler Strom (entspricht bei einem Schrittmotor in der Regel dem Nennstrom, Bipolar) in Promille des eingestellten Nennstroms (siehe Motordatenblatt). Werkseinstellung: "1000", was 100% des Wertes in **6075h**, entspricht.
- Objekt **3219h:01h** Maximale Dauer des maximalen Stroms (**6073h**) in ms (für die Erstinbetriebnahme empfiehlt Nanotec einen Wert von 100 Millisekunden; dieser Wert ist später an die konkrete Applikation anzupassen).
- Motortyp einstellen:
 - Schrittmotor:

- Objekt **3202h** (Motor Drive Submode Select): Bit 6 auf "0" für Schrittmotor setzen und über Bit 0 zwischen Open- und Closed-Loop wählen: Wert 0h oder 1h.
- Objekt **3219h:03h** (Open loop idle state current): Effektivwert in Promille angegeben, auf den der Nennstrom reduziert werden soll, wenn die Stromabsenkung im *Open Loop* aktiviert wird.
- BLDC-Motor:
 - Objekt **3202h** (Motor Drive Submode Select): Bit 6 für BLDC, Bit 0 für den empfohlenen *Closed Loop*: 0000041h
- Motor mit Encoder ohne Index: Sie müssen nach dem **Auto-Setup** die Encoder-Parameter einstellen, siehe Kapitel **Konfigurieren der Sensoren** im technischen Handbuch.
- - Schrittmotor, Bremsensteuerung aktiviert: 00000004h
- BLDC-Motor, Bremsensteuerung aktiviert, *Closed Loop*: 00000045h

HINWEIS

Aufgrund der Sinuskommutierung und des sinusförmigen Stromverlauf, kann der Strom einer Motorwicklung einen Wechselstromwert erreichen, der kurzfristig größer (um maximal $\sqrt{2}$ -mal) ist, als der eingestellte Strom.



Bei besonders langsam Drehzahlen oder im Stillstand mit voller Belastung kann deshalb eine der Wicklungen für längere Zeit überbelastet werden. Berücksichtigen Sie dies bei der Auslegung des Motors und wählen Sie ggf. einen Motor mit größerer Drehmoment-Reserve, falls die Anwendung das fordert.

Motor anschließen

Nach der Einstellung der Motorparameter, siehe **Motordaten einstellen**, schließen Sie den Motor und ggf. die vorhandenen Sensoren (Encoder/Hallsensoren) und die Bremse an.

HINWEIS

Beschädigung der Elektronik durch falschen Anschluss des Motors!

- Beachten Sie die PIN-Belegung im Kapitel **Anschlussbelegung** und dem Motordatenblatt.

Motor anschließen:

- an den Anschluss **Motoranschluss**
- Encoder/Hallsensoren anschließen:
 - an den Anschluss **Inkrimentalencoder/Hall-Sensoren**
 - bzw. an **SSI-Encoder**
- Bremse anschließen:
 - an den Anschluss **Ein- und Ausgänge**

Im Kapitel **Automatische Bremsensteuerung** wird beschrieben, wie die automatische Bremsensteuerung aktiviert werden kann.

Auto-Setup

Um einige Parameter mit Bezug zum Motor und den angeschlossenen Sensoren (Encoder/Hall-Sensoren) zu ermitteln, müssen Sie ein Auto-Setup durchführen.

TIPP

Solange sich der an der Steuerung angeschlossene Motor oder die Sensoren für die Rückführung (Encoder/Hall-Sensoren) nicht ändern, ist das Auto-Setup nur einmal bei der Erstinbetriebnahme durchzuführen.

HINWEIS

Beachten Sie die folgenden Voraussetzungen für das Durchführen des Auto-Setups:

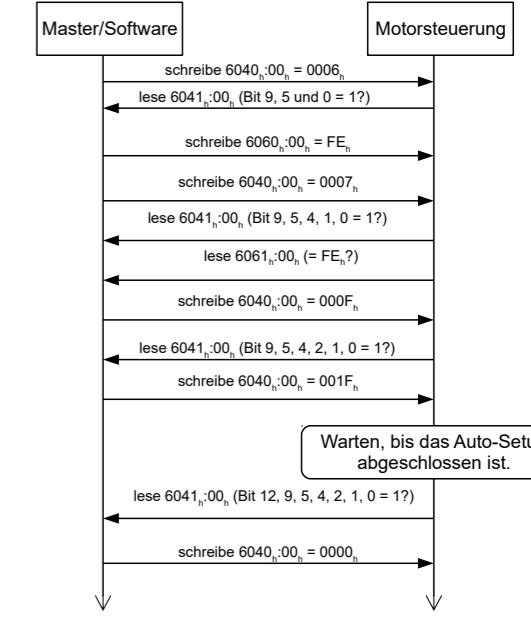
- Der Motor muss lastfrei sein.
- Der Motor darf nicht berührt werden.
- Der Motor muss sich frei in beliebige Richtungen drehen können.
- Es darf kein NanoJ-Programm laufen (Objekt 2300h:00h Bit 0 = "0", siehe **2300h NanoJ Control**).

Durchführung

1. Zum Vorwählen des Betriebsmodus **Auto-Setup** tragen Sie in das Objekt 6060h:00h den Wert "-2" (=FEh) ein. Die **Power state machine** muss nun in den Zustand **Operation enabled** versetzt werden.
2. Starten Sie das **Auto-Setup** mit Setzen von Bit 4 OMS im Objekt 6040h:00h (Controlword).

Zum Ermitteln der Werte wird die Richtung des Messverfahrens reversed und die Flankenerkennung erneut ausgewertet.

Der Wert 1 im Bit 12 OMS im Objekt 6041h:00h (Statusword) zeigt an, dass das Auto-Setup vollständig durchgeführt und beendet wurde. Zusätzlich kann über das Bit 10 TARG im Objekt 6041h:00h abgefragt werden, ob ein Encoder-Index gefunden wurde (= "1") oder nicht (= "0").



VORSICHT!



Unkontrollierte Motorbewegungen!

Das interne Koordinatensystem ist nach dem Auto-Setup nicht mehr gültig. Es kann zu unvorhersehbaren Reaktionen kommen.

- Starten Sie das Gerät nach einem Auto-Setup neu. Homing alleine genügt nicht.