

BTL6-V1_E-...
Konfigurationshandbuch



www.balluff.com

1	Benutzerhinweise	4
1.1	Verwendete Symbole und Konventionen	4
1.2	Abkürzungen	4
2	Geräteeigenschaften	4
3	Systembeschreibung	5
3.1	EtherCAT®-Grundlagen	5
3.2	Funktionsprinzip	5
3.3	Protokoll	5
3.3.1	Topologie	5
3.3.2	Performance	5
4	Inbetriebnahme	6
4.1	Statusverwaltung	6
5	Software-Beispiel in TwinCAT®	7
5.1	Begriffe und Definitionen zu TwinCAT®	7
5.2	EtherCAT® State Machine	7
6	Beispielprojekt	8
6.1	Bedienung des TwinCAT®-Systems	8
6.2	Ein kleines Beispielprogramm	9
6.3	Installation der Device Description Datei (XML- Datei)	9
6.4	Hardwarekonfiguration im System Manager	9
6.4.1	Remote System wählen	9
6.4.2	Geräte suchen	9
6.5	Verknüpfung zum SPS-Programm	11
7	Anhang	12
7.1	PDO Struktur	12

1

Benutzerhinweise

1.1 Verwendete Symbole und Konventionen

Handlungsanweisungen werden durch ein vorangestelltes Dreieck angezeigt. Das Resultat einer Handlung wird durch einen Pfeil gekennzeichnet.

- ▶ Handlungsanweisung 1
⇒ Resultat Handlung

Handlungsabfolgen werden nummeriert dargestellt:

1. Handlungsanweisung 1
2. Handlungsanweisung 2

Tasten werden in spitze Klammern gesetzt, z. B. „Mit <Enter> bestätigen“.

Tastenkombinationen sind Tasten, die gleichzeitig gedrückt werden. Sie werden mit einem Pluszeichen verbunden, z. B. <Strg> + <O>.

Schaltflächen werden in Kapitälchen geschrieben, z. B. WEGAUFNEHMER AKTUALISIEREN.

Menübefehle werden mit einem Größerzeichen verbunden, z. B. „Einstellungen > Optionen“ steht für den Menübefehl „Optionen“ aus dem Menü „Einstellungen“.

Hexadezimalzahlen werden entweder in C-Syntax geschrieben oder durch ein in Klammern geschriebenes (Hex) gekennzeichnet. Um Missverständnisse zu vermeiden, werden in Ausnahmefällen Dezimalzahlen zusätzlich durch ein (Dez) markiert.
12345 = 12345 (Dez) = 0x3039 = 3039 (Hex)



Hinweis, Tipp

Dieses Symbol kennzeichnet allgemeine Hinweise.

1.2 Abkürzungen



Eingetragene Marke und patentierte Technologie. Lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.

TwinCAT®

Eingetragene und lizenzierte Marke der Beckhoff Automation GmbH. Es ist eine Software-SPS, die unter Windows auf einem PC läuft.

2

Geräteeigenschaften

Micropulse Wegaufnehmer BTL6-V1_E-... können in einem EtherCAT®-Bussystem konfiguriert werden:

- Parametrierung siehe Tabelle 7-1 auf Seite 12.

Konstante BTL-Parameter:

- Hersteller-ID: 0x010000E8
- Produkt-ID: 0x11 für BTL6-V11E...;
0x12 für BTL6-V12E...
- Name des Herstellers: Balluff GmbH
- Geräte-Name: z. B. BTL6-V1_E-M_ _ _ _A1-S115
- Seriennummer: yyymmdd000xxxxx ZZ
 - yy/mm/dd: Produktionsdatum (Jahr/Monat/Tag)
 - xxxxx: Unterserie
 - ZZ: Herkunftsland
DE = Deutschland
HU = Ungarn
.
.
.
.



Systembeschreibung

3.1 EtherCAT®-Grundlagen

EtherCAT® ist ein von der Firma Beckhoff initiiertes, Ethernet-basierter Feldbus. Das offengelegte Protokoll eignet sich für harte wie weiche Echtzeitanforderungen in der Automatisierungstechnik.

Die Schwerpunkte der Entwicklung von EtherCAT® lagen auf extrem kurzen Zykluszeiten ($\leq 100 \mu\text{s}$), niedrigem Jitter für exakte Synchronisierung ($\leq 1 \mu\text{s}$) und niedrigen Hardwarekosten.

Seit der Veröffentlichung 2003 existiert die mittlerweile größte Industrial Ethernet EtherCAT® Technology Group als eine Vereinigung von Interessenten, Herstellern und Anwendern (November 2010: über 1500 Mitglieder aus 52 Ländern). Die Mitglieder tragen in technischen Arbeitskreisen (z. B. Working Groups) zur Weiterentwicklung der Technologie bei.

3.2 Funktionsprinzip

Der vom Master versendete Standard Ethernet Frame (gemäß IEEE 802.3) wird nicht wie bei anderen Industrial Ethernet Lösungen in jeder Anschaltung zunächst empfangen, dann interpretiert und die Prozessdaten weiterkopiert. Die EtherCAT® Slave-Geräte entnehmen die für sie bestimmten Daten, während das Telegramm das Gerät durchläuft. Ebenso werden Eingangsdaten im Durchlauf in das Telegramm eingefügt. Dabei wird ein Rahmen nicht vollständig empfangen, bevor er verarbeitet wird, sondern die Bearbeitung wird so früh wie möglich begonnen. Das Versenden erfolgt ebenso mit einem minimalen Versatz von wenigen Bit-Zeiten.

3.3 Protokoll

Versendet wird das für Prozessdaten optimierte EtherCAT®-Protokoll innerhalb eines Standard Ethernet Frames unter Verwendung eines eigenen Ethertypes (0x88A4). Das EtherCAT®-Telegramm kann aus mehreren Subtelegrammen (EtherCAT®-Kommandos) bestehen, die jeweils einen Speicherbereich des bis zu 4 Gigabyte großen logischen Prozessabbildes bedienen.

Die datentechnische Reihenfolge ist dabei unabhängig von der physikalischen Reihenfolge der Teilnehmer im Netz, es kann wahlfrei adressiert werden. Broadcast, Multicast und Querkommunikation zwischen Slaves sind möglich.

3.3.1 Topologie

EtherCAT® ermöglicht eine große Vielfalt von Topologien wie Linie, Baum, Ring, Stern und deren Kombinationen. Damit verknüpft sind unterschiedliche Kommunikationseigenschaften wie Leitungsredundanz, Hot Connect von Segmenten, Gerätetausch bei laufendem Netzwerk oder auch Master-Redundanz mit Hot Stand-by.

Durch die Kombination von Topologievarianten mit verschiedenen Netzwerkarchitekturen wie etwa unterlagerten oder benachbarten Steuerungssystemen mit durchgängiger Synchronisation ergeben sich damit viele Möglichkeiten.

Da bis zu 65535 Teilnehmer angeschlossen werden können, ist die gesamte Netzausdehnung nahezu unbeschränkt.

3.3.2 Performance

Aufgrund der Hardware-Integration im Slave und DMA-Zugriff auf die Netzwerkkarte im Master erfolgt die gesamte Protokollbearbeitung in Hardware und ist damit unabhängig von der Laufzeit des Protokollstacks, der CPU-Performance oder Software-Implementierung.

Prozessdaten	Update-Zeit
256 verteilte digitale E/A	11 μs – 0,01 ms
1000 verteilte digitale E/A	30 μs
200 analoge E/A	50 μs bei 20 kHz
100 Servoachsen, je 8 Byte Ein- und Ausgangsdaten	100 μs
1 Feldbus Master Gateway (1486 Byte Eingangs- und 1480 Byte Ausgangsdaten)	150 μs

Tab. 3-1: Update-Zeiten

Die Bandbreitenausnutzung wird maximiert, da nicht für jeden Teilnehmer und jedes Datum stets ein eigener Rahmen benötigt wird. Damit ergeben sich extrem kurze Zykluszeiten von $\leq 100 \mu\text{s}$. Durch die Nutzung der Voll-Duplex Eigenschaften von 100BASE-TX können effektive Datenraten von über 100 Mbit/s (> 90 Prozent Nutzdatenrate von 2 x 100 Mbit/s) erreicht werden.

4

Inbetriebnahme

Der Micropulse Wegaufnehmer BTL6-V1_E-... wird fertig konfiguriert ausgeliefert. Es sind keine Einstellungen nötig. Vor dem Anschluss an ein EtherCAT®-System muss in den meisten Fällen die EtherCAT® Device Description Datei (XML- Datei) auf den Master / Konfigurator geladen werden. Details entnehmen Sie bitte der Beschreibung des entsprechenden Herstellers.

Nach dem Anschluss an ein EtherCAT®-System kann im Allgemeinen das Gerät automatisch gesucht werden. Die neue Konfiguration muss mitunter in die Steuerung geladen werden, damit diese auf die Daten des BTL6-V1_E-... zugreifen kann.

4.1 Statusverwaltung

Der USINT Status enthält 8 Bits, über die der Betriebszustand des BTL6-V1_E-... ausgewertet werden kann.

Beschreibung der Bits

- **Bit 0: Error**
Dieses Bit ist gesetzt, wenn die detektierte Anzahl der Positionsgeber kleiner ist als die erwartete Anzahl.
Diese ist bei BTL6-V11... ein Positionsgeber und bei BTL6-V12... zwei Positionsgeber.

Dieses Bit wird auch gesetzt, wenn das BTL6-V11... keinen Positionsgeber erkennt, bzw. beim BTL6-V12... keiner oder nur ein Positionsgeber erkannt werden.
- **Bit 1...3**
Diese Bits sind für zukünftige Verwendung reserviert und sollten nicht ausgewertet werden.
- **Bit 4...6: Number of magnets detected**
000: Kein Positionsgeber;
001: Ein Positionsgeber;
010: Zwei Positionsgeber;
011: Drei Positionsgeber;
100 ... 111: Nicht verwendet.
- **Bit 7: Too many magnets detected**
Dieses Bit ist gesetzt, wenn die detektierte Anzahl der Positionsgeber größer als die Anzahl der erwarteten Positionsgeber ist.

5

Software-Beispiel in TwinCAT®



Dieses Kapitel ist für Anwender ohne Erfahrung mit TwinCAT® gedacht. Fortgeschrittene Anwender können das Kapitel 5 auslassen.



GEFAHR

Unkontrollierte Systembewegungen

Bei der Inbetriebnahme und wenn die Wegmesseinrichtung Teil eines Regelsystems ist, dessen Parameter noch nicht eingestellt sind, kann das System unkontrollierte Bewegungen ausführen. Dadurch können Personen gefährdet und Sachschäden verursacht werden.

- ▶ Vor der Konfiguration muss die Anlage außer Betrieb genommen werden.
- ▶ Personen müssen sich von den Gefahrenbereichen der Anlage fernhalten.
- ▶ Inbetriebnahme nur durch geschultes Fachpersonal.
- ▶ Sicherheitshinweise des Anlagen- oder Systemherstellers beachten.

TwinCAT® ist eine Software SPS, die unter Windows auf einem PC läuft. Es handelt sich um ein Multi SPS-System mit bis zu vier voneinander unabhängigen SPS, NC-Achsregelung, Programmierumgebung und Bedienstation. TwinCAT® substituiert herkömmliche SPS- und NC/CNC-Steuerungen sowie Bediengeräte. Dabei kann die Programmierumgebung auf dem gleichen PC, wie die SPS laufen. Als SPS-PC eignen sich auch spezielle Industrie-PC-Module mit einer entsprechenden Lizenz. Das TwinCAT®-System ist ausführlich auf der Beckhoff Internetseite (www.beckhoff.de) beschrieben. Dort kann auch das Beckhoff Information System eingesehen oder heruntergeladen werden, eine Referenz über das TwinCAT®-System und alle Beckhoff-Produkte.

5.1 Begriffe und Definitionen zu TwinCAT®

TwinCAT® System Manager ist die Programmiersoftware zum Konfigurieren der Hardware.

TwinCAT® PLC Control ist die Programmiersoftware zum Erstellen und Debuggen der SPS Software.

Als *Programmier-PC* wird der PC bezeichnet, auf dem die Programmiersoftware (System Manager und System PLC Control) bedient wird (Programmiergerät).

Als *Zielsystem* wird der PC bezeichnet, auf dem die TwinCAT® Software SPS läuft. Das Zielsystem kann vom Programmiergerät getrennt sein. Dies ist in der Praxis üblicherweise der Fall, da als Zielsystem meist ein 19" Industrie-PC mit TwinCAT® Runtime Lizenz (ohne Entwicklungsumgebung) verwendet wird. Es können auch Programmiergerät und Zielsystem auf demselben PC laufen. Diese Konfiguration wird üblicherweise unter Laborbedingungen verwendet.

Überprüfen Sie, ob ihr Zielsystem die Anforderungen der TwinCAT® SPS erfüllt, da sonst kein störungsfreier Echtzeitbetrieb gewährleistet ist!

Das *Zielsystem* unterteilt sich in die System Konfiguration, die SPS Konfiguration und die E/A Konfiguration.

In der *System-Konfiguration* werden grundsätzliche Betriebseinstellungen der TwinCAT®-Software SPS eingestellt, wie z. B. die Echtzeit Einstellungen.

Die *SPS-Konfiguration* enthält im Wesentlichen die SPS-Programme, die mit dem Programm System PLC Protokoll geschrieben werden.

Unter der *E/A-Konfiguration* werden die Geräte (Schnittstellen), und die Boxen (u.A. das BTL) eingefügt. Alle im folgendem beschriebenen Eingaben und Aktionen werden vom Programmier PC ausgeführt, unabhängig vom Zielsystem. Die Steuerung des Zielsystems erfolgt remote vom Programmiergerät

5.2 EtherCAT® State Machine

Über die EtherCAT® State Machine wird der Zustand des EtherCAT®-Slaves gesteuert. Je nach Zustand sind unterschiedliche Funktionen im EtherCAT®-Slave zugänglich bzw. ausführbar. Insbesondere während des Hochlaufs des Slaves müssen in jedem State spezifische Kommandos vom EtherCAT®-Master zum Gerät gesendet werden. Regulärer Zustand eines jeden EtherCAT®-Slaves nach dem Hochlauf ist der Status OP (Operational). Das BTL6-V1_E-... folgt und bestätigt automatisch jeden angeforderten Zustandswechsel. Es gibt keine spezifischen zustandsbedingten Änderungen im Verhalten des Slaves.

6

Beispielprojekt

Ein kleines Beispielprojekt soll die Installation und Programmierung unter TwinCAT® verdeutlichen. In diesem Beispiel werden je ein BTL6-V11E-... mit einem Positionsgeber und ein BTL6-V12E-... mit zwei Positionsgebern verwendet. Das Programm prüft erst, ob beide BTL6-V1_E-... fehlerfrei sind. Dabei werden die Bits 1..3 ignoriert, wie im Anhang beschrieben. Liegt kein Fehler vor, dann wird ermittelt, ob die Position des Positionsgebers des BTL6-V11E-... zwischen den Positionen der beiden Positionsgeber des BTL6-V12E-... liegt. Trifft dies zu, dann wird b_Match auf TRUE gesetzt. In allen anderen Fällen bleibt es FALSE.

Als Steuerung wird in diesem Beispiel ein Beckhoff C6925 verwendet, der über eine Ethernet-Verbindung mit dem Programmierrechner verbunden ist. Die zweite Ethernet-Schnittstelle der C6925 ist als EtherCAT®-Gerät konfiguriert. An dieser ist ein Buskoppler EK1100 von Beckhoff mit einem EtherCAT®-Abzweiger EK1122 angeschlossen. Am Ausgang X1 des Abzweigers ist das BTL6-V11E..., am Ausgang X2 das BTL6-V12E... angeschlossen.

Das Beispielprojekt funktioniert aber genauso gut auf einem normalen PC mit TwinCAT®-Lizenz und geeigneter Netzwerkkarte. Auch der beschriebene Buskoppler mit dem Abzweiger kann durch eine geeignete andere Lösung ersetzt werden.

6.1 Bedienung des TwinCAT®-Systems

Man kann TwinCAT® über das TwinCAT®-Symbol in der Taskleiste steuern. Hierzu klickt man mit der linken Maustaste auf das TwinCAT®-Symbol, worauf das Menü erscheint. Alternativ können die Programme auch über das Windows Startmenü gestartet werden.

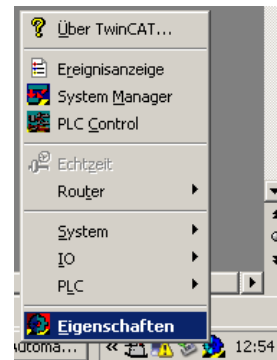


Bild 6-1: TwinCAT®-Eigenschaften

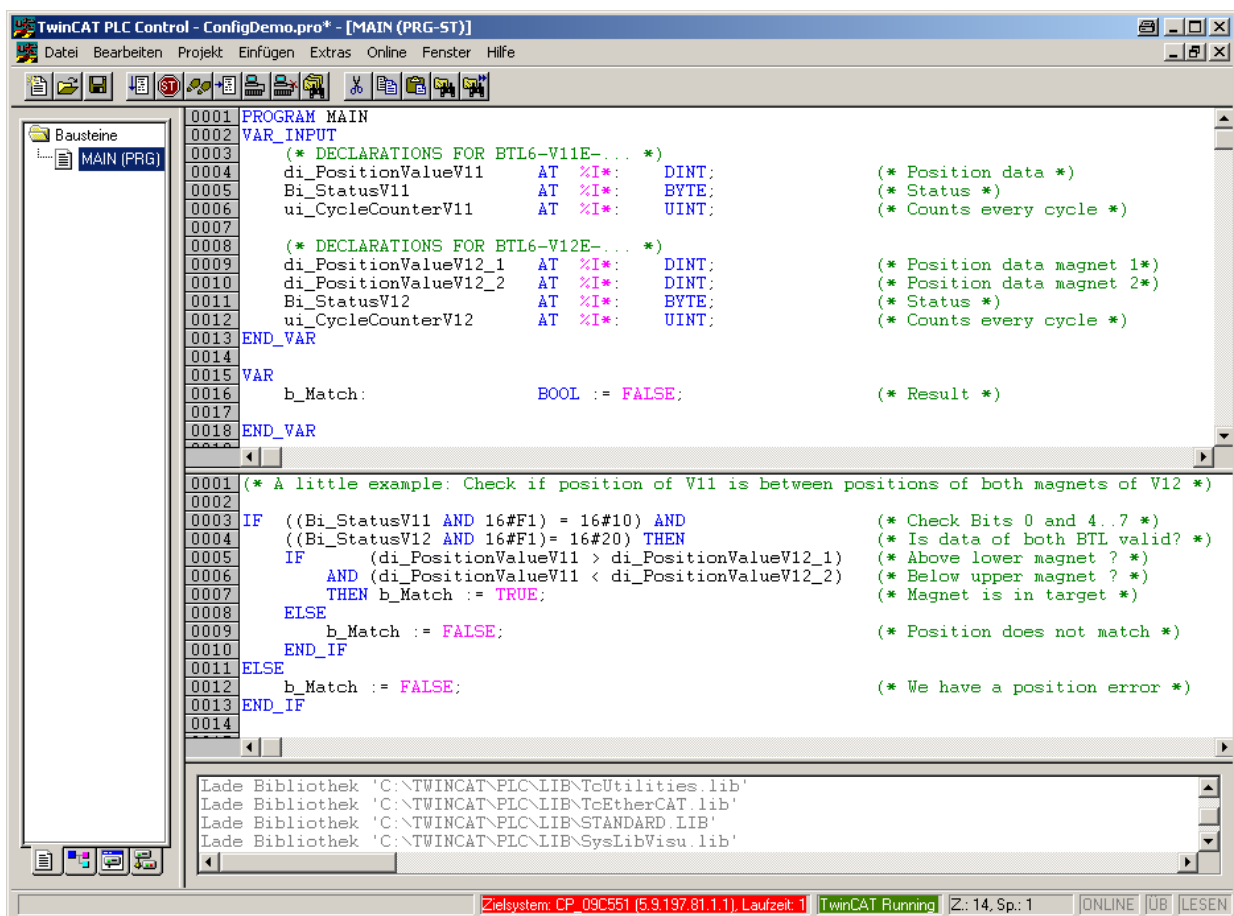


Bild 6-2: Beispielprogramm

6

Beispielprojekt (Fortsetzung)

6.2 Ein kleines Beispielprogramm

Ein Beispielprogramm wird im TwinCAT® PLC Control eingegeben. Dort kann mit dem Menüpunkt „Datei > Neu“ ein neues Programm begonnen werden.

Im oberen Fenster ist die Deklaration der Variablen. Die unter VAR_INPUT deklarierten Variablen müssen später im System Manager den Eingängen der Sensoren zugewiesen werden. Auch die Lokalisierung im Speicher wird dem System Manager überlassen, da anstelle einer Adresse das Wildcardzeichen „*“ eingesetzt ist.

Bild 6-2 zeigt das eigentliche Programm. Es handelt sich um zwei ineinander verschachtelte IF-Abfragen. Weitere Details zu der Bedienung des TwinCAT® PLC Control und zur Syntax finden Sie im Beckhoff Information System.

Wenn das Programm erfolgreich gespeichert und übersetzt wurde (Menü „Projekt > Übersetzen“), wird automatisch eine Projekt Info Datei (*.tpy) erzeugt. Mit dieser können im System Manager die Eingangsvariablen der Hardware zugeordnet werden.

6.3 Installation der Device Description Datei (XML- Datei)

Damit der System Manager die BTLs richtig erkennt, muss eine Device Description Datei installiert sein. Die XML-Datei kann von **www.balluff.de** heruntergeladen werden. Sie wird auf dem Programmier PC im TwinCAT® Installationsverzeichnis in das Unterverzeichnis „\Io\EtherCAT“ kopiert.

6.4 Hardwarekonfiguration im System Manager

Für die Hardwarekonfiguration muss das TwinCAT®-System im Config Mode sein. Dies erkennt man an dem blau hinterlegten Feld in der rechten unteren Ecke. Sollte das System nicht im Config Mode sein, kann man dies über das Menü „Aktionen > Starten/Restarten von TwinCAT® im Config-Modus“ umstellen.

6.4.1 Remote System wählen

Wenn Zielsystem und Programmier PC identisch sind, dann lesen Sie im Abschnitt 6.4.2 Geräte suchen weiter. Handelt es sich um zwei verschiedene Systeme, dann muss zuerst das Zielsystem mit dem Menü „Aktionen > Auswahl des Zielsystems“ ausgewählt werden.

Im Bild 6-3 symbolisiert die obere Zeile den Programmier-PC und die untere Zeile einen Remote-PC. Nachdem dieser ausgewählt wird, sieht man in der Statuszeile am unteren Fensterrand rot hinterlegt die Adresse des Remote Systems und daneben den Betriebszustand der TwinCAT® SPS. Wenn diese nicht im Config Mode ist, dann muss sie über das im Bild 6-4 eingekreiste Icon in den Config Mode geschaltet werden, um die Geräte suchen zu können.

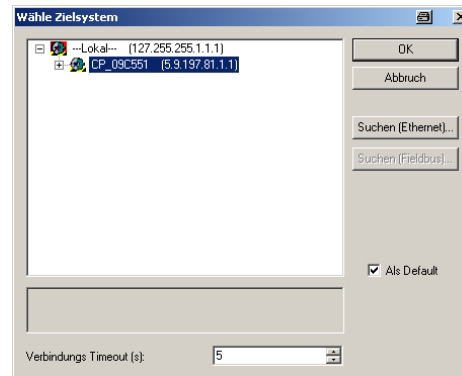


Bild 6-3: Auswahl Zielsystem

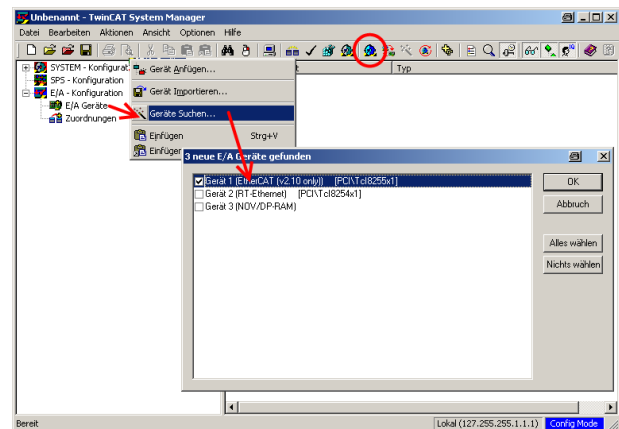


Bild 6-4: Gerät suchen

6.4.2 Geräte suchen

Zuerst muss man die Schnittstelle zum EtherCAT® (ein Gerät) einbinden. Dies kann auf einem PC eine Netzwerkkarte sein oder eine andere, von TwinCAT® unterstützte Schnittstelle. Details finden Sie im Beckhoff Information System. Am einfachsten lässt man alle Schnittstellen vom System Manager suchen. Hierzu müssen alle Komponenten abgeschlossen und betriebsbereit sein. Es erscheint noch ein Hinweis, dass nicht alle Gerätetypen automatisch erkannt werden. Dieser wird mit OK bestätigt. Es erscheint eine Liste mit allen erkannten Geräten (Schnittstellen). Hier wird die EtherCAT®-Schnittstelle gewählt, an die das BTL angeschlossen ist.

6

Beispielprojekt (Fortsetzung)

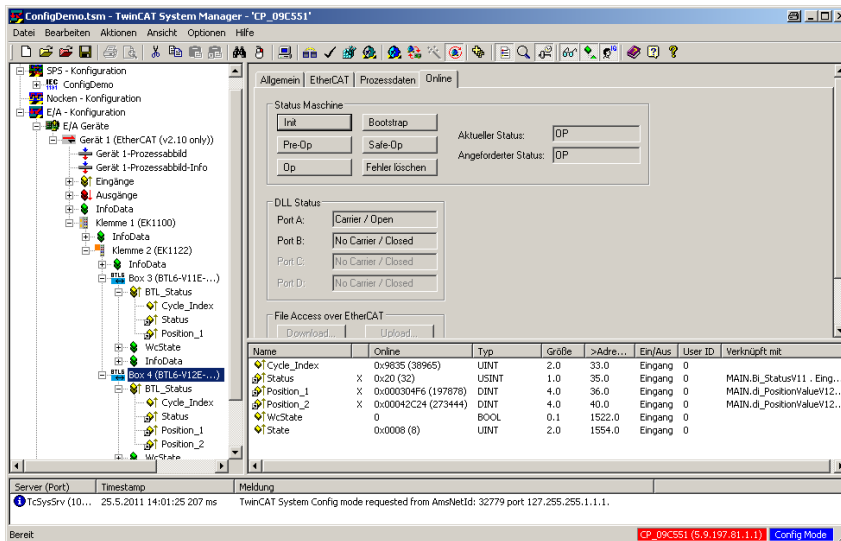


Bild 6-5: Box auswählen

In unserem Beispiel wird eine geeignete Netzwerkkarte (Gerät 1) gefunden, siehe Bild 6-4. Nachdem man diese mit OK bestätigt hat, erscheint die Abfrage „Nach neuen Boxen suchen“. Wenn man hier „Ja“ wählt, dann werden alle im System erkannten Komponenten den E/A Geräten hinzugefügt. In Bild 6-5 ist das BTL6-V11E... als Box 3 und das BTL6-V12E... als Box 4 erkannt worden. Beide sind über Klemme 1 und Klemme 2 mit dem EtherCAT®-Netzwerk verbunden.

Es erscheint die Abfrage „Aktiviere Free Run“. Nachdem man sich überzeugt hat, dass die Maschine im sicheren Zustand ist, kann man hier mit Ja bestätigen. Im Free Run Betrieb können die Sensordaten überprüft werden.

Nach Klick auf „Box 3 (BTL6-V11E...)“ oder „Box 4 (BTL6-V12E...)“ erscheint in der oberen rechten Fensterhilfe ein Menü, in dem man weitere Einstellungen vornehmen kann (siehe Bild 6-5). Im Fenster rechts unten werden die Online-Werte der Prozessdaten des Slaves angezeigt, hier kann man den aktuellen Positionswert sehen. Im Reiter „Allgemein“ kann man den Gerätenamen „Box 3 (BTL6...)“ ändern und einen Kommentar hinzufügen. Im Reiter EtherCAT® kann man weitere Einstellungen vornehmen, unter anderem die EtherCAT®-Adresse ändern. Unter „Erweiterte Einstellungen“ kann man das Verhalten einstellen, z. B. Prüfungen und Watchdog. Im Reiter Online kann man den Betriebszustand des Gerätes einstellen. Im Normalbetrieb wird ein Slave durch die Steuerung automatisch in den OP (Operational) versetzt (siehe Kapitel 5.2 EtherCAT® State Machine auf Seite 8).

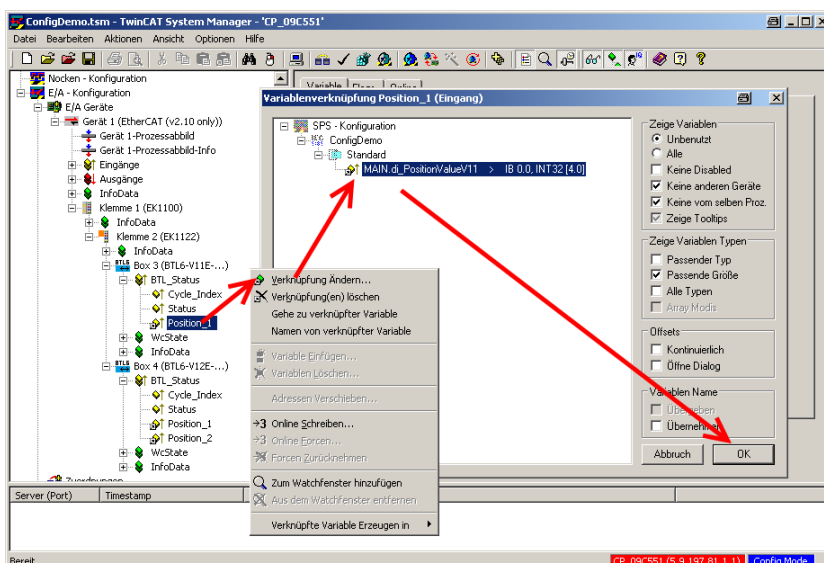


Bild 6-6: Variablenverknüpfung

6

Beispielprojekt (Fortsetzung)

6.5 Verknüpfung zum SPS-Programm

Die Verbindung zwischen Hardware und dem zuvor geschriebenen SPS-Programm entsteht, indem man mit der rechten Maustaste auf „SPS Konfiguration“ klickt und dann auf „SPS Projekt Anfügen...“. Man selektiert die Projekt Info Datei (*.TPY), die vom PLC Control Programm beim Übersetzen erzeugt wurde.

Jetzt kann man die Variable verknüpfen. Man klickt mit der rechten Maustaste auf Position 1, selektiert „Verknüpfung Ändern...“ und wählt die Zielvariable aus, siehe Bild 6-6.

Weitere Variablen können auf gleiche Weise verknüpft werden.

Hat man alle benötigten Variablen verknüpft, wählt man im Menü „Aktionen“ den Menüpunkt „Aktiviert Konfiguration“ und bestätigt die folgenden Abfragen. Dadurch wird eine Download-Informationen Datei mit der Endung *.ri erzeugt, die die Verknüpfungen enthält.

Die Download-Informationen Datei im PLC Control Programm liest man manuell im Menü „Projekt > Download-Informationen laden“ ein. Dann wählt man „Online > Einloggen“. Hat man die Download-Informationen noch nicht geladen, dann erscheint eine Abfrage zum Laden der neuen Variablenzuordnung. Mit „Online > Start“ kann man das Programm starten und die Variablen beobachten, siehe Bild 6-7.

Für weitere Verarbeitung der Daten oder deren Visualisierung lesen Sie bitte das Beckhoff Information System.

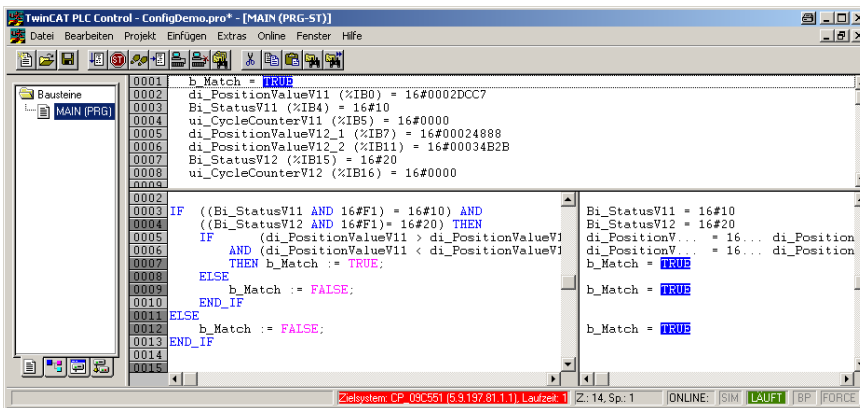


Bild 6-7: Variablen

7

Anhang

7.1 PDO Struktur

Name	PDO Inhalt (0x1A00)	Datentyp	Index	Erläuterung
Cycle Index	Cycle Index	UINT	0x6000:01	Wird in jedem Zyklus hochgezählt. Nach 65535 springt der Zähler wieder auf 0.
Status	Status	USINT	0x6000:02	Bit 0: Error 0 = OK 1 = Keine oder zu wenig Positionsgeber erkannt Bit 1 ... 3: Do not care (Nicht verwenden) Bit 4 ... 6: Number of magnets detected 000 = Kein Positionsgeber erkannt 001 = Ein Positionsgeber erkannt 010 = Zwei Positionsgeber erkannt 011 ... 111 = Nicht verwendet Bit 7: Too many magnets detected 0 = OK 1 = Zu viele Positionsgeber erkannt
Position 1	Position 1	DINT	0x6000:03	Positionswert in µm
WcState		BOOL		Working counter state 0 = Daten gültig, 1 = Daten ungültig Zeigt an, dass ein Befehl zum Datenupdate einen ungültigen Zähler hat. Damit sind die Daten ungültig. Da ein Befehl mehrere Slaves adressieren kann, können verschiedene Slaves betroffen sein.
State		UINT		Zustand des Slaves: 0x__1: INIT, 0x__2: PREOP, 0x__3: BOOT, 0x__4: SAVEOP, 0x__8: OP, 0x001_: Fehler, 0x002_: ungültige Herstellerkennung/ Produktcode gelesen

Tab. 7-1: PDO Struktur



Headquarters

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone + 49 7158 173-0
Fax +49 7158 5010
balluff@balluff.de

Global Service Center

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone +49 7158 173-370
Fax +49 7158 173-691
service@balluff.de

US Service Center

USA

Balluff Inc.
8125 Holton Drive
Florence, KY 41042
Phone (859) 727-2200
Toll-free 1-800-543-8390
Fax (859) 727-4823
technicalsupport@balluff.com

CN Service Center

China

Balluff (Shanghai) trading Co., Ltd.
Room 1006, Pujian Rd. 145.
Shanghai, 200127, P.R. China
Phone +86 (21) 5089 9970
Fax +86 (21) 5089 9975
service@balluff.com.cn

BTL6-V1_E-...
Configuration Manual



www.balluff.com

1	Notes to the user	4
1.1	Symbols and conventions	4
1.2	Abbreviations	4
2	Device properties	4
3	System description	5
3.1	EtherCAT® fundamentals	5
3.2	Functional principle	5
3.3	Protocol	5
3.3.1	Topology	5
3.3.2	Performance	5
4	Startup	6
4.1	Status administration	6
5	Software example in TwinCAT®	7
5.1	Terms and definitions related to TwinCAT®	7
5.2	EtherCAT® State Machine	7
6	Example project	8
6.1	Operation of the TwinCAT® system	8
6.2	A small example program	9
6.3	Installation of the Device Description file (XML file)	9
6.4	Hardware configuration in the System Manager	9
6.4.1	Selecting the remote system	9
6.4.2	Searching for devices	9
6.5	Linking to the PLC program	11
7	Appendix	12
7.1	PDO structure	12

1

Notes to the user

1.1 Symbols and conventions

Instructions are indicated by a preceding triangle. The result of an action is indicated by an arrow.

- ▶ Instruction 1
- ⇒ Action result

Action sequences are numbered consecutively:

1. Instruction 1
2. Instruction 2

Keys are set in angle brackets, e.g. "Confirm by pressing <Enter>".

Key combinations are buttons which are pressed simultaneously. These are joined by a plus sign, e.g. <Ctrl> + <O>.

Buttons are written in small caps, e.g. UPDATE TRANSDUCER.

Menu commands are joined with a greater-than sign, e.g. "Settings > Options" stands for the menu command "Options" from the "Settings" menu.

Hexadecimal numbers are either written in C syntax or are indicated by (hex). To avoid misunderstandings, decimal numbers are additionally identified by (dec) in isolated cases.

12345 = 12345 (dec) = 0x3039 = 3039 (hex)



Note, tip

This symbol indicates general notes.

1.2 Abbreviations



Registered trademark and patented technology. Licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

TwinCAT®

Registered and licensed trademark of Beckhoff Automation GmbH. It is a software PLC that runs on a Windows PC.

2

Device properties

BTL6-V1_E-... micropulse transducers can be configured in an EtherCAT® bus system:

- See Table 7-1 on page 12 for more information on parameterization.

Constant BTL parameters:

- Manufacturer ID: 0x010000E8
- Product ID: 0x11 for BTL6-V11E...;
0x12 for BTL6-V12E...
- Manufacturer name: Balluff GmbH
- Device name: e.g. BTL6-V1_E-M_ _ _ -A1-S115
- Serial number: yymmdd000xxxx ZZ
 - yy/mm/dd: Production date (year/month/day)
 - xxxxx: Sub-series
 - ZZ: Country of origin
 - DE = Germany
 - HU = Hungary
 - .
 - .
 - .



System description

3.1 EtherCAT® fundamentals

EtherCAT® is an Ethernet-based field bus initiated by Beckhoff. The open protocol is suitable for hard and soft real-time requirements in automation technology. The main focus during EtherCAT® development was on extremely short cycle times ($\leq 100 \mu\text{s}$), low jitter for exact synchronization ($\leq 1 \mu\text{s}$), and low hardware costs. Since its release in 2003, the Industrial Ethernet EtherCAT® Technology Group has grown to become one of the largest groups of interested parties, manufacturers, and users (as of November 2010: over 1500 members from 52 countries). Members assist in advancement of EtherCAT® by actively participating in technical working groups.

3.2 Functional principle

In contrast to other Industrial Ethernet variants, the standard Ethernet frame sent by the master (acc. to IEEE 802.3) is not first received, then interpreted, and finally copied as process data at every node. The EtherCAT® slave devices read the data addressed to them while the telegram passes through the device. Similarly, input data are inserted while the telegram passes through. A frame is not received in full before it is processed, but processing will be initiated as soon as possible. It will be sent with a minimum offset of a few bit times.

3.3 Protocol

The EtherCAT® protocol is optimized for process data and is transported directly within a standard Ethernet frame using Ethertype 0x88A4. The EtherCAT® telegram may consist of several sub-datagrams (EtherCAT® commands), each serving a particular memory area of the logical process image that can be up to 4 gigabytes in size. The data sequence is independent of the physical order of the participants in the network; addressing can be in any order. Broadcast, multicast and communication between slaves are possible.

3.3.1 Topology

EtherCAT® enables a large range of topologies, such as line, tree, ring, star, and combinations thereof. This links various communication features such as line redundancy, hot connect of segments, hot swap of devices, or even master redundancy with hot stand-by. The combination of topology variants with various network architectures, such as subordinate or adjacent control systems with consistent synchronization result in many options. Since up to 65535 participants can be connected, the overall extent of the network is almost unlimited.

3.3.2 Performance

Thanks to hardware integration in the slave and DMA access to the network card in the master, the entire protocol can be processed in the hardware, making it independent of the protocol stack runtime, CPU performance, or implemented software.

Process data	Update time
256 distributed digital I/Os	11 μs – 0.01 ms
1000 distributed digital I/Os	30 μs
200 analog I/Os	50 μs at 20 kHz
100 servo axes, 8 bytes input and output data each	100 μs
1 field bus master gateway (1486 bytes input data and 1480 bytes output data)	150 μs

Tab. 3-1: Update times

The bandwidth utilization is maximized, since a separate frame is not always required for each participant and each data item. This results in extremely short cycle times of $\leq 100 \mu\text{s}$. Effective data rates of over 100 Mbit/s (> 90 percent useful data rate of $2 \times 100 \text{ Mbit/s}$) can be achieved through the use of the full-duplex features in 100BASE-TX.

4

Startup

The BTL6-V1_E-... micropulse transducer is supplied fully configured. No settings are required. In most cases, the EtherCAT® Device Description file (XML file) must be loaded in the master/configurator before connected to an EtherCAT® system. For further details, please see the descriptions from the respective manufacturers. After connecting to an EtherCAT® system, it is usually possible to search for the device automatically. The new configuration may have to be loaded in the controller so it can access the data for the BTL6-V1_E-...

4.1 Status administration

The USINT status contains 8 bits that can be used to assess the operating state of the BTL6-V1_E-...

Description of the bits

- **Bit 0: Error**
This bit is set if the number of detected magnets is less than the expected number of magnets. In the BTL6-V11... this is one magnet and in the BTL6-V12... two magnets.
This bit is also set if the BTL6-V11... does not detect a magnet or if the BTL6-V12... does not detect a magnet or only detects one.
- **Bit 1 to 3**
These bits are reserved for future use and should not be evaluated.
- **Bit 4 to 6: Number of magnets detected**
000: No magnet;
001: One magnet;
010: Two magnets;
011: Three magnets;
100 ... 111: Not used.
- **Bit 7: Too many magnets detected**
This bit is set if the detected number of magnets is larger than the number of expected magnets.

5

Software example in TwinCAT®



This chapter is intended for users who do not have any experience with TwinCAT®. Advanced users can skip Chapter 5.



DANGER

Uncontrolled system movement

When starting up, if the position measuring system is part of a closed loop system whose parameters have not yet been set, the system may perform uncontrolled movements. This could result in personal injury and equipment damage.

- ▶ The system must be taken out of operation before configuration.
- ▶ Persons must keep away from the system's hazardous zones.
- ▶ Startup must be performed only by trained technical personnel.
- ▶ Observe the safety instructions of the equipment or system manufacturer.

TwinCAT® is a software PLC that runs on a Windows PC. It is a multi-PLC system with up to four independent PLCs, NC axis control, programming environment, and operator station. TwinCAT® substitutes for common PLC and NC/CNC controllers, as well as operating units. The programming environment may run on the same PC as the PLC. Special industry PC modules with an appropriate license may also be used as the PLC-PC. The TwinCAT® system is described in detail on the Beckhoff website (www.beckhoff.de). There, you can also browse or download the Beckhoff Information System, which is a reference for the TwinCAT® system and all Beckhoff products.

5.1 Terms and definitions related to TwinCAT®

TwinCAT® System Manager is the programming software to configure the hardware.

TwinCAT® PLC Control is the programming software to create and debug the PLC software.

The *programming PC* is the PC (programming device) used to work with the programming software (System Manager and System PLC Control).

The *target system* is the PC on which the TwinCAT® Software PLC is running. The target system can be separate from the programming device. This is usually the case, since the target system is often a 19" industrial PC with TwinCAT® runtime license (without development environment). The programming device and target system can also run on the same PC. This configuration is usually used under laboratory conditions.

Check whether your target system fulfills the requirements of the TwinCAT® PLC, otherwise trouble-free real-time operation cannot be ensured!

The *target system* is subdivided into the system configuration, PLC configuration, and I/O configuration.

Basic operation settings for the TwinCAT® software PLC are made in the *system configuration*, such as the real-time settings.

The *PLC configuration* mainly contains the PLC programs that are written using System PLC Protocol.

The devices (interfaces) and boxes (including the BTL) are inserted in the *I/O configuration*. All of the entries and actions described in the following are done in the programming PC, independent of the target system. The target system is controlled remotely by the programming device.

5.2 EtherCAT® State Machine

The state of the EtherCAT® slave is controlled via the EtherCAT® State Machine. Different functions are accessible or executable in the EtherCAT® slave, depending on its state. In particular, when the slave is being run-up, specific commands must be sent by the EtherCAT® master to the device in every state. OP (operational) status is the regular state of an EtherCAT® slave after it has been run up.

The BTL6-V1_E-... automatically tracks and confirms each required state change. There is no specific state-related changes to the slave's behavior.

6

Example project

A small example project will explain installation and programming with TwinCAT®. This example uses one BTL6-V11E-... with one magnet and one BTL6-V12E-... with two magnets. The program first checks whether both BTL6-V1_E-... are working without any errors. Here, bits 1 to 3 are ignored, as described in the appendix. If there is no error, the system determines whether the position of the BTL6-V11E-... magnet is between the positions of the two BTL6-V12E-... magnets. If this is the case, b_Match will be set to TRUE. It will remain FALSE in all other cases. In this example, the controller is a Beckhoff C6925 that is connected to the programming computer via an Ethernet connection. The second Ethernet interface of the C6925 is configured as an EtherCAT® device. An EK1100 bus coupler from Beckhoff with an EK1122 EtherCAT® splitter is connected to it. The BTL6-V11E... is connected to output X1 of the splitter, and the BTL6-V12E... is connected to output X2. However, the example project works just as well on a normal PC with TwinCAT® license and suitable network card. Even the bus coupler with splitter described can be replaced using a different suitable solution.

6.1 Operation of the TwinCAT® system

TwinCAT® can be controlled using the TwinCAT® icon in the taskbar. The menu appears if you left-click on the TwinCAT® icon. The programs can also be opened via the Windows start menu as an alternative.

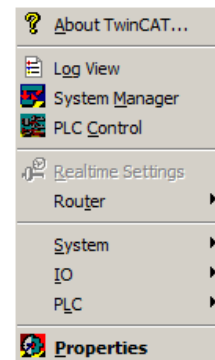


Fig. 6-1: TwinCAT® features

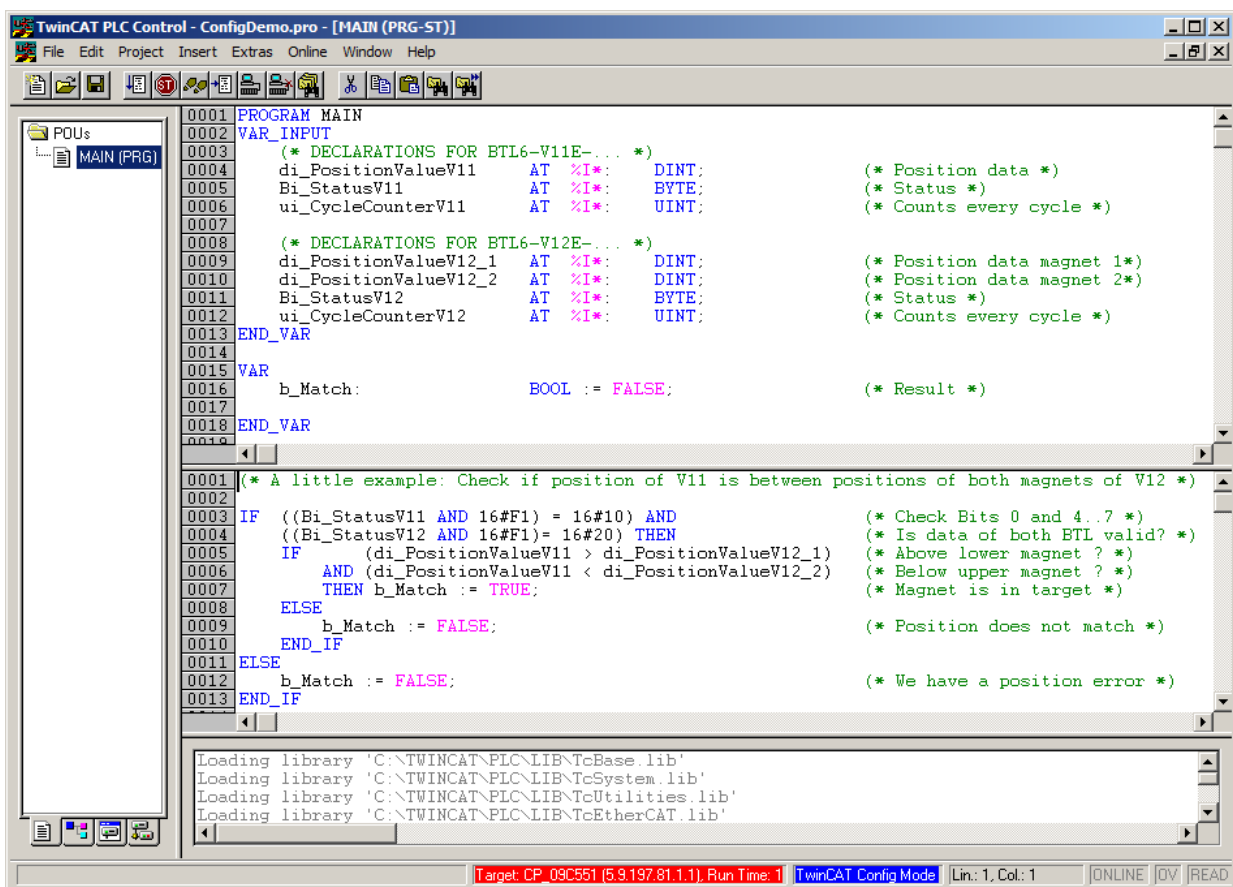


Fig. 6-2: Example program

6

Example project (continued)

6.2 A small example program

An example program is entered in the TwinCAT® PLC Control. A new program can be started there with the menu items “File > New”.

The declaration of variables can be found in the top window. The variables declared under VAR_INPUT must be assigned to the sensor inputs in the System Manager later on. The System Manager is also responsible for localization in the memory, since a wildcard symbol “*” is used instead of an address.

Figure 6-2 shows the actual program. It consists of two nested IF inquiries. Further details on how to operate the TwinCAT® PLC Control and syntax can be found in the Beckhoff Information System.

If the program has been successfully saved and compiled (menu “Project > Build”), a project info file (*.tpy) will be automatically generated. This can be used to assign the input variables of the hardware in the System Manager.

6.3 Installation of the Device Description file (XML file)

A Device Description file must be installed in order for the System Manager to correctly recognize the BTLs. The XML file can be downloaded from **www.balluff.de**. It is copied to the TwinCAT® installation directory in the sub-folder “\Io\ EtherCAT” in the programming PC.

6.4 Hardware configuration in the System Manager

The TwinCAT® system must be in config mode in order to configure the hardware. This can be recognized by the blue field in the bottom right corner. If the system is not in config mode, it can be changed to this mode using the menu “Actions > Set/Reset TwinCAT® to Config mode...”.

6.4.1 Selecting the remote system

If the target system and programming PC are identical, please continue with section 6.4.2 Searching for devices. If you are using two different systems, the target system must first be selected in the menu “Actions > Choose Target System...”.

In Figure 6-3, the top line represents the programming PC and the bottom line a remote PC. Once this has been selected, you can see the address of the remote system and operating state of the TwinCAT® PLC in red at the bottom edge of the window. If it is not in config mode, it must be switched to config mode using the icon circled in Figure 6-4 in order to be able to search for devices.

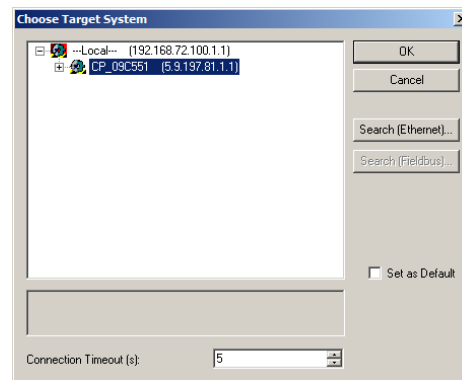


Fig. 6-3: Target system selection

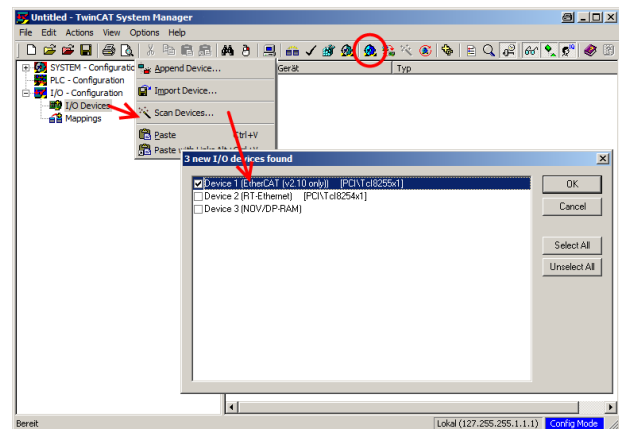


Fig. 6-4: Search for device

6.4.2 Searching for devices

First, the interface to EtherCAT® (one device) must be integrated. In a PC, this may be a network card or other interface supported by TwinCAT®. For details, please refer to the Beckhoff Information System. It is easiest if you let the System Manager search for all interfaces. To do this, all components must be connected and ready for operation. A message will appear stating that not all device types have been automatically detected. Acknowledge this message with OK.

A list will appear with all of the detected devices (interfaces). Select the EtherCAT® interface the BTL is connected to.

6

Example project (continued)

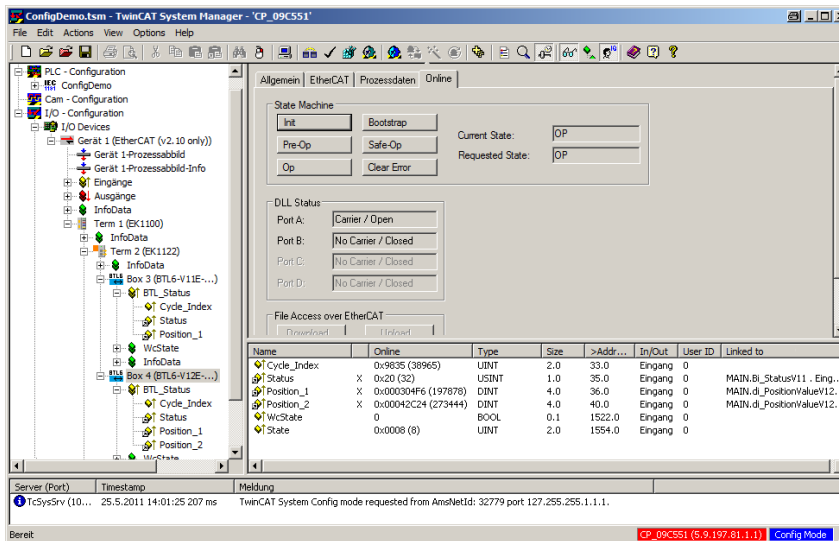


Fig. 6-5: Select box

A suitable network card (device 1) has been found in the example, see Figure 6-4. After this is confirmed with OK, “Scan for new boxes?” will appear. If you select “Yes” here, all of the components detected in the system will be added to the I/O devices. In Figure 6-5, the BTL6-V11E... has been detected as box 3 and the BTL6-V12E... as box 4. Both are connected to the EtherCAT® network via Term 1 and Term 2.

The “Activate Free Run” prompt appears. Once you are certain that the machine is in a safe state, this can be confirmed with “Yes”. The sensor data can be checked in free run operation.

After clicking on “Box 3 (BTL6-V11E...)” or “Box 4 (BTL6-V12E...)”, a menu will appear in the top right of the help window where you can make further settings (see Figure 6-5). The online values of the slave’s process data are shown in the bottom right of the window. The current position value can be seen here.

You can change the device name “Box 3 (BTL6...)” and add a comment in the “General” tab.

Further settings can be made, including changing the EtherCAT® address, in the EtherCAT® tab. The behavior, e.g. tests and watchdog, can be set under “Advanced Settings...”.

The operating state of the device can be set in the Online tab. In normal operation, a slave is automatically set to OP (operational) by the controller (see section 5.2 EtherCAT® State Machine on page 8).

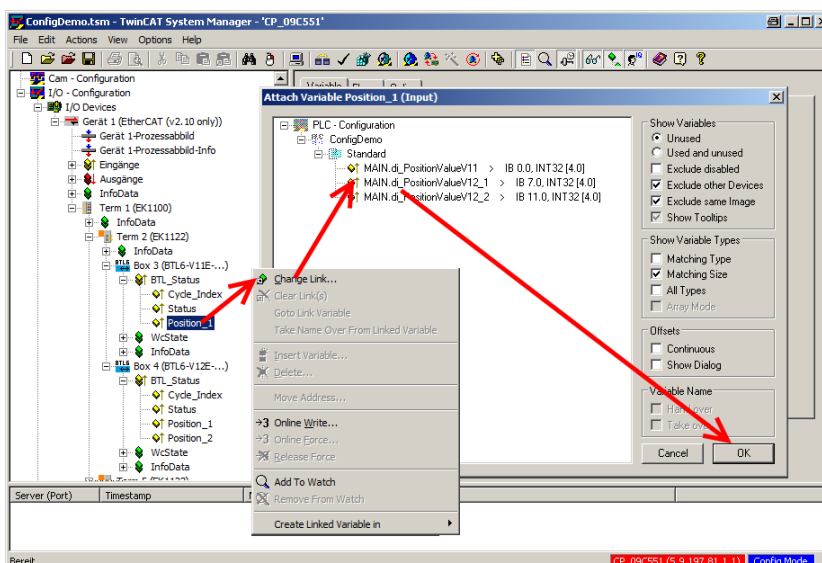


Fig. 6-6: Variable linking

6

Example project (continued)

6.5 Linking to the PLC program

The connection between the hardware and previously described PLC program is established by right-clicking on "PLC - Configuration" and then on "Append PLC project...". Select the project info file (*.TPY) that was generated by the PLC Control program during translation. The variable can now be linked. To do this, right-click on position 1, select "Change Link..." and select the target variable, see Figure 6-6.

Further variables can be linked in the same manner. Once all of the required variables have been linked, select the menu item "Activate Configuration..." in the "Actions" menu and confirm the prompts that follow. This will generate a download information file ending with *.ri that includes the links.

The download information file in the PLC Control program is read in manually in the "Project > Load download information" menu. Then select "Online Login". If the download information has not been loaded yet, a prompt will appear asking if you want to load the new variable assignment. The program is started with "Online Run" and the variables can be observed, see Figure 6-7.

For more information on further data processing or visualization thereof, please see the Beckhoff Information System.

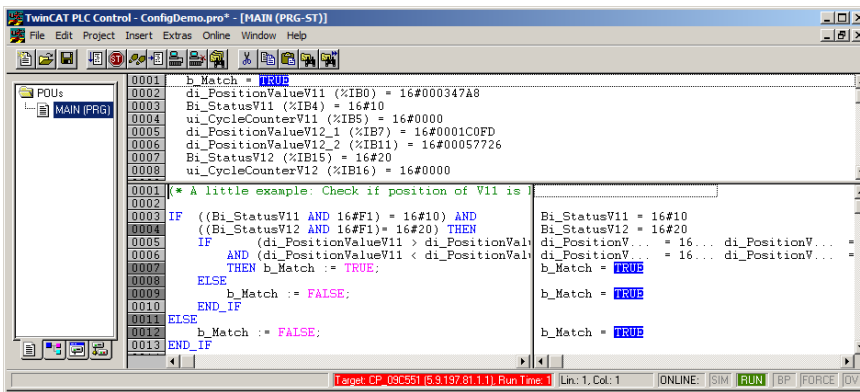


Fig. 6-7: Variables

7

Appendix

7.1 PDO structure

Name	PDO contents (0x1A00)	Data type	Index	Explanation
Cycle index	Cycle index	UINT	0x6000:01	Is counted up in each cycle. The counter goes back to 0 after 65535.
Status	Status	USINT	0x6000:02	Bit 0: Error 0 = OK 1 = No or too few magnet(s) detected Bits 1 to 3: Do not care (do not use) Bits 4 to 6: Number of magnets detected 000 = No magnet detected 001 = One magnet detected 010 = Two magnets detected 011 ... 111 = Not used Bit 7: Too many magnets detected 0 = OK 1 = Too many magnets detected
Position 1	Position 1	DINT	0x6000:03	Position value in µm
WcState		BOOL		Working counter state 0 = Data valid 1 = Data invalid Shows that a command for a data update has an invalid counter. As a result, the data is invalid. As a command can address several slaves, various slaves may be affected.
State		UINT		State of the slave: 0x__1: INIT, 0x__2: PREOP, 0x__3: BOOT, 0x__4: SAVEOP, 0x__8: OP, 0x001_: Error, 0x002_: Invalid Manufacturer ID/product code read

Tab. 7-1: PDO structure



www.balluff.com

Headquarters

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone + 49 7158 173-0
Fax +49 7158 5010
balluff@balluff.de

Global Service Center

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone +49 7158 173-370
Fax +49 7158 173-691
service@balluff.de

US Service Center

USA

Balluff Inc.
8125 Holton Drive
Florence, KY 41042
Phone (859) 727-2200
Toll-free 1-800-543-8390
Fax (859) 727-4823
technicalsupport@balluff.com

CN Service Center

China

Balluff (Shanghai) trading Co., Ltd.
Room 1006, Pujian Rd. 145.
Shanghai, 200127, P.R. China
Phone +86 (21) 5089 9970
Fax +86 (21) 5089 9975
service@balluff.com.cn