

Motor Steuerungen – TASCA Experiment



Motor Steuerungen mit Beckhoff-Klemmen
SEI Tagung 2011

27/04/2011

Autor: Tanya Torres



1

Einleitung:

Projekte:

- Motor Steuerung für das 8-Target-Rad. (310 mm Durchmesser)
- Motor Steuerung für das 4-Target-Rad. (100 mm Durchmesser)
- Schlitzsteuerung. (150mm Strecke)

Komponenten:

- Servomotoren
- Servoverstärker
- Schrittmotor (Nanotec)
- Schrittmotorklemme
- Industrie PC
- EtherCAT – Koppler
- I/O Klemmen
- Optokoppler und Photosensoren
- Konfiguration und Steuersoftware
- u.s.w.



27/04/2011

Autor: Tanya Torres

2

Alle die hier genannten Projekte sind ein Teil des TASCA Experiments.

Beim TASCA Experiment handelt sich um einen Separator für die Forschung von Schwerionen.

Die Steuerung des 8 Target Rad und des 4 Target Rad sind im Prinzip oder nach der Spezifikation sehr ähnlich. Die Hauptunterschiede liegen in der Größe des Rads, der Art des Motors (Servo und Schrittmotor) und an den Geschwindigkeiten, die gefahren werden sollen.

Bei der Schlitzsteuerung werden vier Servomotoren eingesetzt und es handelt sich um eine Streckensteuerung.

Die Komponenten die hier aufgeführt sind, sind die Hauptdarsteller der Steuerungen, zusätzlich dazu wurden Teile wie Schienenklemmen, Netzteile, Verkabelungselemente, Sicherungen eingesetzt.

Beschreibung der 4-Target-Rad und der 8-Target-Rad Systeme

Anforderungen und Ähnlichkeiten der Systeme:

- Motorsteuerung für fortlaufende Bewegung ein Target-Rad.
- Die Bewegung soll mit der Netzfrequenz 50 Hz (HEAG) synchron laufen.
- Kontrollierte Beschleunigungsbewegung mit einer Rampenfunktion von Stillstand bis zur Zielgeschwindigkeit und beim Bremsen bis zum Stillstand. (schützt das Target)
- Synchronisierung des Target zum Strahl; der Strahl soll immer zentriert im der Target-Fenster auftreffen.
- Das Steuerungssystem soll in der Lage sein, eine Änderung an der Pulsbreite des Strahls und der Bewegung des Systems an die neuen Bedingungen anpassen.
- Feedback-Signale: Synchronität, aktuelle Position oder Target Nummer.

27/04/2011

Autor: Tanya Torres



3

Da die beiden Steuerungen so ähnlich sind, werden sie zusammen beschrieben über ihre gemeinsamen Anforderungen und über die Parameter, die sie voneinander unterscheidet.

Es handelt sich um eine fortlaufende und unendliche Bewegung; unter unendlicher Bewegung ist zu verstehen, dass das Rad nicht zu einer bestimmten Position gefahren wird und dann angehalten wird, sondern dass es sich so lange dreht, wie es das Experiment erfordert.

Unter Netzfrequenz synchron ist zu verstehen, dass die Geschwindigkeit des Rads zu jeder Änderung an der Netzfrequenz angepasst wird. Hier wurde von mir die passende Mathematik entwickelt, es gibt aber auch die Möglichkeit bei der Firma Beckhoff Bibliotheken mit passenden Funktionen zu erwerben.

Sehr wichtig für das Experiment ist, dass der Strahl genau zentriert im Target-Fenster getroffen wird; dafür wurde im Programm eine zusätzliche Steuerungskette eingebaut. Hier wird die Position des Rads zu einem bestimmten Zeitpunkt überprüft, mit dem Strahl verglichen und der Bewegung des Rads angepasst. Zu diesem Zweck wurden Eingansklemmen mit Zeitstempel benutzt.

Als Ausgangssignale dienen das Synchronsignal (als Hinweis aller Regelungsketten schon statt gefunden haben und das System bereit zum Experimentieren ist) und die Positionsausgabe des Rads.

Beschreibung der 4-Target-Rad und der 8-Target-Rad Systeme

Unterschied zwischen den Systemen:

- Es handelt sich um ein 8-Target-Rad, Durchmesser 310 mm und Target-Länge von 119.4 mm.
- Das andere ist ein 4-Target-Rad, Durchmesser 100 mm und 74.15 mm Target Länge.
- Das 8Target-Rad erreicht eine Endgeschwindigkeit von 18.75 r/s (1125 rpm oder 6750°/s).
- Das 4-Target-Rad erreicht eine Endgeschwindigkeit von 37.5 r/s (2.250 rpm oder 13.500°/s oder 15.000 step/s)
- Für das 8-Target-Rad-System wurde ein Servomotor und Servoverstärker mit Encoder Feedback benutzt.
- Das 4-Target-Rad-System wurde mit einem Schrittmotor und einer Schrittmotorklemme, ohne Encoder Feedback implementiert.



Wie bereits erwähnt unterscheiden sich die Systemen durch die Größe des Rads, die Geschwindigkeit, und der Art des Motors.

Bei dem 4 Target – Rad ist das auch noch anzumerken, dass 2.250 rpm eine ganz außergewöhnliche und an die Grenzen stoßende Geschwindigkeit für einen Schrittmotor ist. Für gewöhnlich werden Schrittmotoren für exakte Positionierungs-Aufgaben über kurze Strecken eingesetzt.

Da für den Schrittmotor keine Encoder benutzt wird, wurde eine zusätzliche Elektronik und Logik implementiert um die Position des Rads zu erkennen.

Beschreibung der Schlitzsteuerung

Konzept:

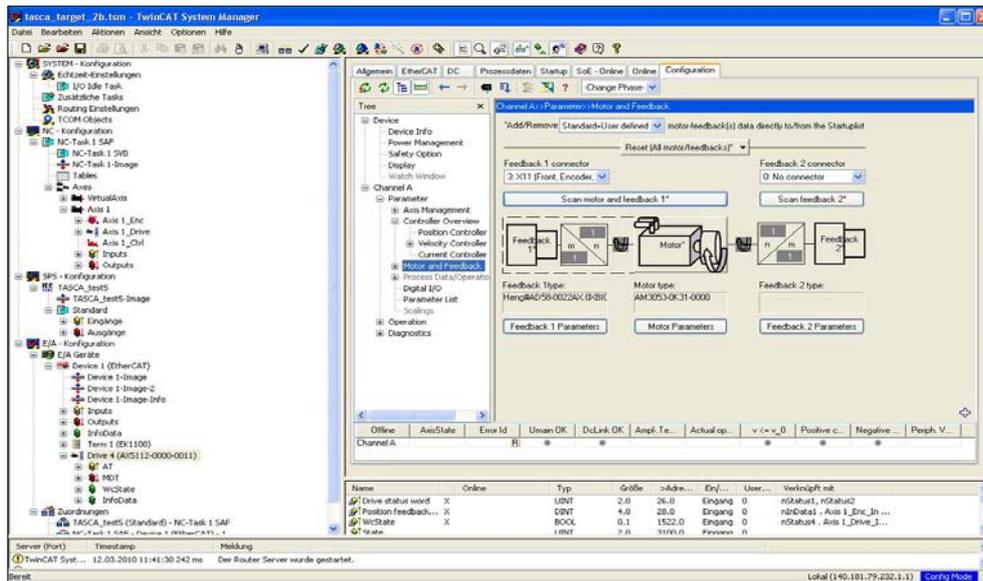
- Steuerung von 4 Servomotoren mit Resolver Feedback über 2 Servoverstärker
- Translatorische Bewegung mit einer endlichen Verfahrestrecke von 150 mm
- Endschalter für die Referenzfahrt
- Keine Synchronisierung notwendig
- Zwei der Motoren sollen nach Anfrage auch kleine Strecken fahren können (Millimeter Bereich).
- Position Feedback (nur als Anzeige) und System Status.

Software Grundteile: TwinCAT

- **TwinCAT System Manager:**
 - zentrales Konfigurationswerkzeug des Systems
 - Verwaltung der Software Tasks (Programme)
 - Verwaltung der angeschlossenen E/A Komponenten
 - Verknüpfung der im Tasks definierten Variablen mit den dazugehörigen physikalischen E/A Komponenten
 - logische Verbindung zu anderen Variablen in anderen Tasks
- **TwinCAT PLC Control:**
 - Programmier und Entwicklungsumgebung für die Steuerung
 - Editor stellt mehrere Programmiersprachen zur Verfügung (AWL, ST, FUP, AS, CFC und KOP)
 - Debugging und Aufzeichnung – Funktionen für Fehleranalyse

Als Software Komponente des System wurde das TwinCAT Version 2 Software der Firma Beckhoff eingesetzt. Davon als Konfigurations-Software der TwinCAT System Manager und für die Programmierung der TwinCAT PLC Control.

TwinCAT System Manager:



27/04/2011

Autor: Tanya Torres

7

Dieses Bild ist ein Beispiel von der Konfigurations-Umgebung des TwinCAT System Manager. Unter E/A werden alle Klemmen und andere Teile wie der Servoverstärker, zuerst erkannt und dann konfiguriert. Bei der NC Konfiguration werden die Parameter des Motors und seine Bewegung eingegeben. Und bei der SPS Konfiguration wird das SPS Programm geladen.

Alle Parameter unter diesen Konfigurationen werden mit einander kommunizieren und haben eine Bedeutung während der Steuerungsaufgabe.

TwinCAT System Manager:

NC configuration:

Allgemein	Einstellungen	Global	Dynamik	Online	Funktionen	Kopplung	Kompensation
		-93269.6089		Soll-Position: [mm]		-93269.6089	
Schleppabstand (min/max): [mm]		Ist-Geschwindigkeit: [mm/s]		Soll-Geschwindigkeit: [mm/s]		1850.4990	
0.0000 (0.000, 0.000)		1850.4990		1850.4990			
Override: [%]		Gesamt-/Reglerausgabe [%]		Fehler:		0 (0x0)	
100.0000 %		84.11 / 0.00 %					
Status (log.)		Status (phys.)		Freigaben			
<input checked="" type="checkbox"/> Betriebsbereit		<input type="checkbox"/> Gekoppelt		<input checked="" type="checkbox"/> Regler		Set	
<input type="checkbox"/> Referenziert		<input type="checkbox"/> In Zielposition		<input checked="" type="checkbox"/> Vorschub +			
<input checked="" type="checkbox"/> Hat Auftrag		<input type="checkbox"/> In Pos.Bereich		<input checked="" type="checkbox"/> Vorschub -			
<input type="checkbox"/> Fahrt NICHT							
<input type="checkbox"/> Fahrt größer							
<input type="checkbox"/> Fahrt kleiner							
Regler Kv-Faktor: [mm/s/mm]		Bezugs-Geschwindigkeit: [mm/s]					
0.1		2200					
Ziel-Position: [mm]		Fahr-Geschwindigkeit: [mm/s]					
-12345.456		1850.5					
-- F1		- F2		+ F3		++ F4	
		F5		F6		F8	
						F9	



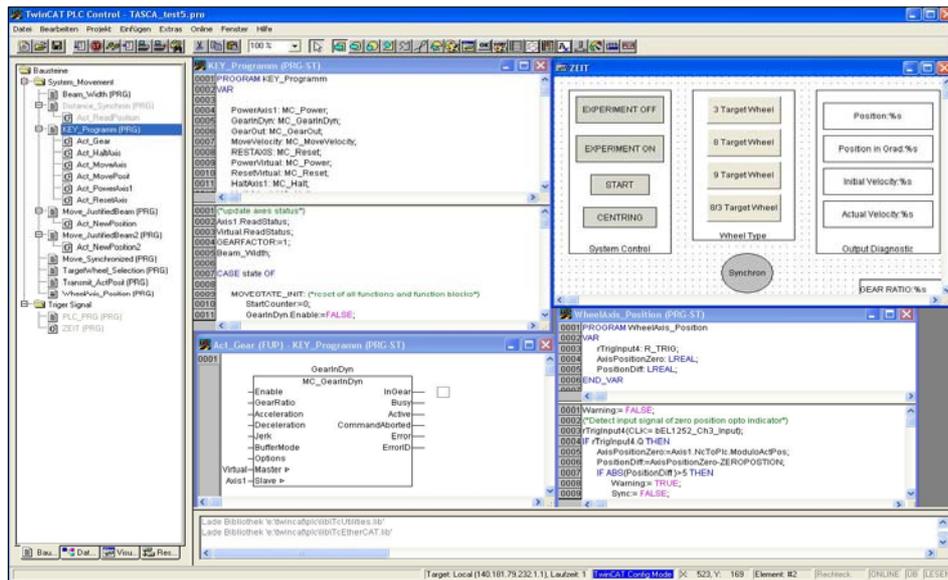
27/04/2011

Autor: Tanya Torres

8

Unter der NC Konfiguration gibt es die Online Fenster , die sehr wichtig für die Inbetriebnahme eines System ist. Hier kann man die Bewegung des Motor überprüfen , ohne dafür eine Zeile Programm schreiben zu müssen.

TwinCAT PLC Control:



27/04/2011

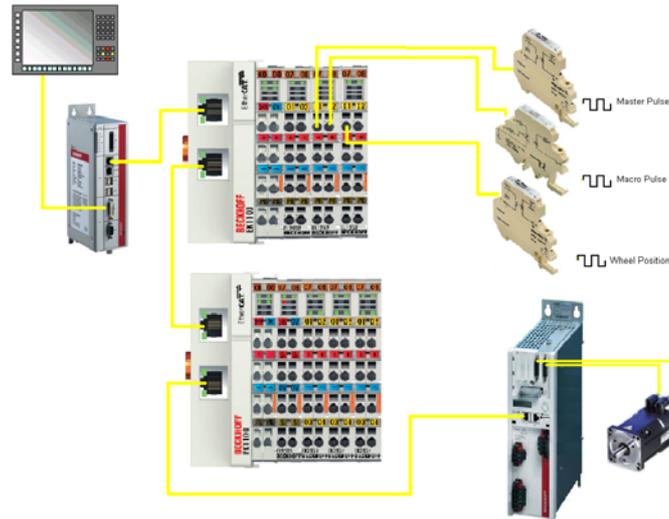
Autor: Tanya Torres

9

Hier ein Beispiel des PLC Control. Dieses Programm unterstützt mehrere Programmiersprachen, wie Anweisungsliste, Strukturierter Text, Funktionsplan, Kontaktplan, Ablaufsprache und Freigrafischer Funktionsplaneditor.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit eine Bedienoberfläche in eine grafische Form zu programmieren, als Entwicklungs-Werkzeug oder als endgültige Bedienoberfläche.

Hardware Architektur des 8-Target-Rad Systems



27/04/2011

Autor: Tanya Torres

GSII

10

Das Bild zeigt die Teile des System: Steuer PC, Eingang und Ausgangsklemmen, Servoverstärker, Servomotor und Optokoppler zum Wandeln des 5V Signale in 24V Signale.

Hier sollten die Schaltzeiten des Koppler berücksichtigt werden für die Eingangsklemmen mit Zeitstempel.

Bedienoberfläche des 8-Target Systems

The interface is divided into two main sections:

- Left Panel (System Control):**
 - Buttons: EXPERIMENT OFF, EXPERIMENT ON, START, Synchron.
 - Status: Actual State: MOVESTATE_ZEROPOSITION, Actual Velocity: 0.000 Hz, Selected Wheel: 8 TARGET WHEEL.
 - Warning: Wheel position not according with axis position.
 - Position Difference Wheel to Axis: 0.000 *.
 - Beam Width: ACTUAL BEAM width: 0.000 ms, LAST BEAM width: 5.000 ms, New Position: 0.000 *.
 - Go to Service button.
- Right Panel (Wheel Configuration & Diagnostics):**
 - Wheel Type selection: 3 Target Wheel, 8 Target Wheel, 8/3 Target Wheel.
 - Position and Velocity: Position: 0, Position in Grad: 0.000, Selected Velocity: 0 Hz, Actual Velocity: 0.000 Hz.
 - Gear Ratio: GEAR RATIO: 1.
 - Output Diagnostic: -180°, -22.5°, 22.5°, 180°.
 - Beam Width: ACTUAL BEAM width: 0.000 ms, LAST BEAM width: 5.000 ms, New Position: 0.000 *.
 - Buttons: CENTRINO, Go to Operation.

27/04/2011

Autor: Tanya Torres



11

Die Bedienoberfläche ist in zwei geteilt; die linke Seite ist der Teil für die Experimentatoren, der es erlaubt das System zu starten und anhalten und stellt einige Diagnosekomponente zur Verfügung. Der rechte Teil nur über Passwort erreichbar. Der sollte bei der Montage des Rads benutzt werden und zur Auswahl zwischen 8 Target Rad und 8/3 Target Rad Konfiguration; bei der 8/3 Konfiguration handelt es sich um das gleiche Rad mit 1/3 der Geschwindigkeit und einer anderen Target Einordnung (Siehe Bild unten)

8-Target-Rad



27/04/2011

Autor: Tanya Torres

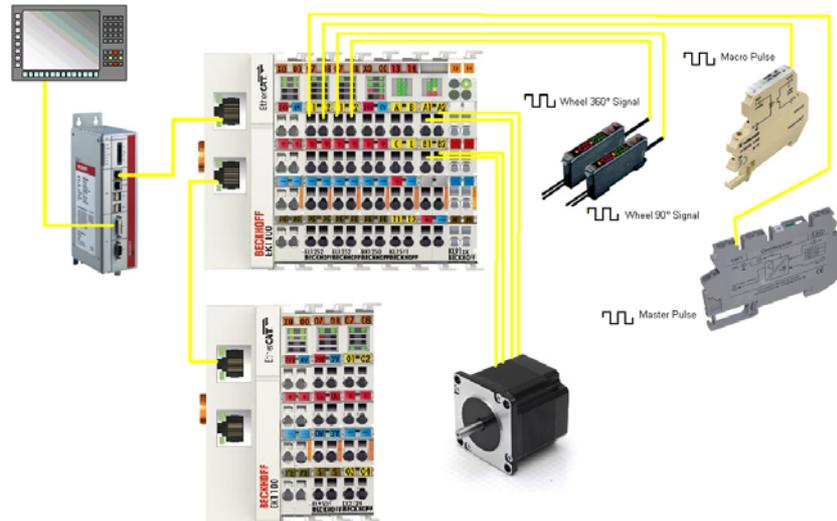
GSI

12

An der linken Seite ist das Rad in seiner Kassette (Einbau ohne Targets). Rechts oben das Rad vor und nach der Strahlung. Man kann die Brennsuren erkennen, die genau zentriert zum Target Fenster sind.

Rechts unten das 8/3 Target Rad nach der Strahlung .

Hardware Architektur des 4-Target-Rad Systems



27/04/2011

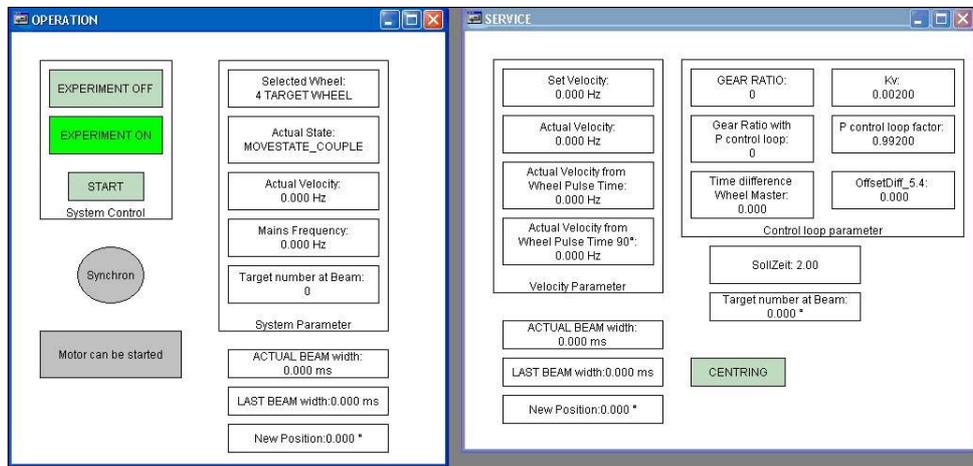
Autor: Tanya Torres

GSII

13

Hier sind die Teile der 4 Target Rad Steuerung: PC, Eingang und Ausgangsklemmen, Schrittmotorklemme, Schrittmotor, Opto-Koppler für die Eingangssignale und optische Sensoren, um die Position des Rad zu erkennen.

Bedienoberfläche 4-Target System



27/04/2011

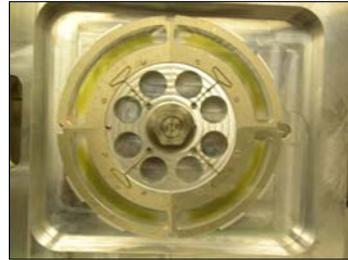
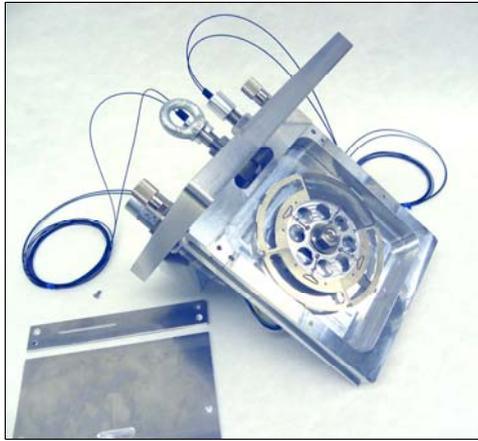
Autor: Tanya Torres



14

Vergleichbar mit dem 8 Target Rad, ist die Bedienoberfläche für das 4 Target Rad; auf der linken Seite ist die Oberfläche für die Experimentatoren und auf der rechten Seite die Oberfläche, die in laufe der Entwicklungsarbeiten benutzt wurde.

4-Target-Rad



27/04/2011

Autor: Tanya Torres

GSI

15

Kassette Einbau des 4 Target Rad und die Ergebnisse nach der Strahlung.

