

CNC & RoBo-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

INTERPOLIERENDE BAHNSTEUERUNG FÜR SERVOS UND STEPPER

TEACH-IN FÜR CNC MEHR-ACHSER UND ROBOTER

Manual

Version 12_7

CNC-mac & RoBo-mac

arbeiten nach derselben System-Philosophie, einer auf Hard- Firm- und Software verteilten Intelligenz zur
Achssteuerung von CNC Systemen und Robotern

Die System-Philosophie des Multi-Achs-Controllers CNC & RoBo-mac ermöglicht zwei Betriebsmodi

- Kombination aus Hardware und PC-Software zur Generierung der Bahnkurven und Systemparametrierung mit den Funktionen des Control-Centers
- Hardware Stand Alone Variante zur Abarbeitung bereits erfaßter Bahnbewegungen

Dieses Konzept verbindet die mathematisch mächtigen Möglichkeiten EXCEL's® zur Entwicklung und Test des 3D-Bahnverlaufes mit einem kostengünstigen, industriellen Einsatz.

Schwerpunktmäßig zielt

- CNC-mac, die 4-Achs Version in den klassischen CNC-Markt der 3 bis 4 Achser
- RoBo-mac, die 8 Achs Version in den Roboter-Markt mit der Möglichkeit komplexer Bewegungen im Raum, - ähnlich einer Hand am Arm oder der "Beinsteuerung" einer Stewart-Plattform auf Linear Aktuatoren.

Haftungsbeschränkung & Sicherheitshinweis

Die Multi-Achs-Controller CNC-mac & RoBo-mac sind kein eigenständiges in sich funktionsfähiges Produkt, sondern Komponente eines übergreifenden Systems. Die Komponente ist nicht für den Einsatz in Sicherheitssystemen geeignet, die mittelbar oder unmittelbar Einfluß auf menschliches Leben und Gesundheit haben. Einsatz und Verwendung dieser Komponente unterliegen einer Lizenzvereinbarung, die die Einschränkungen zu Gewährleistung und Produkthaftung regelt (vgl. Lizenz- und Gewährleistungsvereinbarung).

Der Errichter / Betreiber dieses Systems trägt die Systemverantwortung sowie die Verantwortung dafür, die System-Komponente bestimmungsgemäß einzusetzen und nur innerhalb ihrer technischen Grenzwerte sowie innerhalb der gesetzlichen Vorschriften zu betreiben. Des weiteren obliegt ihm die Einhaltung sämtlicher einschlägigen Sicherheits-Vorschriften.

- Alle Angaben zu Technik und Funktion der Multi-Achs-Controller CNC & RoBo-mac verstehen sich als rein informative Beschaffenheitsangaben; sie sichern keinerlei Eigenschaften zu. Technische Änderungen sind ausdrücklich und ohne Vorankündigung vorbehalten.
- Dieses Manual verweist auf die Kompatibilität mit Produkten anderer Hersteller. Die hierzu verwendeten Produktbezeichnungen sind Markennamen und Warenzeichen dieser Produkte im Eigentum ihrer Hersteller.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

INTERPOLIERENDE BAHNSTEUERUNG FÜR SERVOS UND STEPPER

TEACH-IN FÜR CNC MEHR-ACHSER UND ROBOTER

Version 12_6

4 Achsen nach den Takt- Richtungsverfahren interpoliert der CNC-mac
8 Achsen der RoBo-mac synchron aus Windows online
- ohne die Windows üblichen Stolper-Schritte;
der Algorithmus ist auf höhere Achs-Zahl erweiterbar.

Stolper-Schritte sind bei einer Direkt-Taktung für ein Multitasking Betriebssystem letztendlich normal. Sie entstehen, weil das Betriebssystem "zwischen- durch anderes erledigt" – und sind nur zu vermeiden, wenn das Betriebssystem seine Multitasking Funktion de facto verliert.

CNC & RoBo-mac verarbeitet bis zu 65535 Digits je Datensatz,
dies ermöglicht hoch präzise Bewegungsabläufe im Mikroschrittbetrieb.
Die Übertragung und Auswertung des Datensatzes erfolgt online während der Achs-Bewegung. Datenvolumen unbegrenzter Größe sowie eine Roboter-Arm Steuerung mittels "Joystick" werden so möglich.

**Die Pin-Belegung der Hardware und das Logik-System
sind per Software parametrierbar,**
dies macht beide Controller mit nahezu allen gängigen Systemen kompatibel.

Last not least, CNC & RoBo-mac verfügt über eine eigene Intelligenz,
- dynamisch variable Arbeitsgeschwindigkeit
- dynamische Rampenberechnung
 in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Drehrichtung
- Nullpunkt-Automatik
- Überwachung der Not-aus und Endschalter
- Restart aus Not-Aus ohne Daten und Positionsverlust
- Sleep / Boost Automatik für hochdynamische Achsen
- Umkehrspiel Kompensation
- Zu- und Abschalten beliebiger Steuer-Signale während des Programmlaufes
- LCD-Statusanzeige
Die Programmierung kann sich so auf die eigentliche Achs-Bewegung, die "Bahnsteuerung" beschränken.

**Alle Bedienfunktionen, Parametrierungen und Teach-In werden über eine
'intelligente' Maske per Maus-Click gesteuert.**
Teach-In programmiert Online und bietet zusätzliche Offline Optimierung!

Das Datentransfer Protokoll ist offengelegt.
Zum Lieferumfang gehört ein EXCEL®-VBA Programm, das Datensatz und Protokollstruktur erläutert. Grundsätzlich kann an Stelle der EXCEL® Software jedes andere Programm eingesetzt werden.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Der Multi-Achs-Controller

- übernimmt den Fahrauftrag online vom PC in Form eines Ziffern-Datensatzes und interpoliert hieraus die Bahn-Bewegung mehrerer Motore bzw. Achsen unterschiedlicher Drehzahl (z.Z. 4 bzw. 8 Achsen).
- speichert rollierend 250 Datensätze und berechnet aus "vorherigem, jetzigem und nächstem" ob die Motorgeschwindigkeit über eine Rampe hochgefahren, bzw. abgesenkt werden muß.
- generiert eine "asymptotische Geschwindigkeitssteuerung"; schnell wie eine Linear-Rampe und in den Übergängen weich wie eine Sinus-Rampe.
- gibt ergänzend ein BOOST-Signal während der Rampenfahrt ab.
- kompensiert das Umkehrspiel einer "betagten" Mechanik.
 - Jede Achse ist unabhängig parametrierbar.
- prüft unmittelbar nach dem Einschalten, vor Beginn und während der Achsbewegungen
 - ob Not-Stop oder Achs-Endschalter betätigt sind,
 - meldet dies ggf. akustisch und über das LCD.
 - Eine zusätzliche Info-Meldung erfolgt auf dem PC.
- zeigt den aktuellen Systemstatus in einem 4-zeiligen LCD Display.
- gibt ein "SLEEP" Signal ab, wenn kein Fahrauftrag vor liegt.

Endschalter und Not-Aus werden je Achse nach Betriebsart ausgewertet:

- Inbetriebnahme: Sonderfunktion / Hardware-Parametrierung.
- Normal-Programm: Achs-Endschalter haben Not-Aus Funktion.
- Nullpunktsuche: Achs-Endschalter werden zur Null-Positionierung an- und mit parametrierbarem Offset freigegeben.

Nach "allgemeinem Not-Aus" kann das Normal-Programm ohne Datenverlust
- über eine Rampe - wieder angefahren oder endgültig abgebrochen werden.

SoftWare

- Lieferbestandteil der Voll-Version ist eine spezielle EXCEL[®]-Datei,
 - die ein VBA Programm für den Datenaustausch mit der Hardware,
 - ein *Control-Center* mit *Masken-Direktzugriff* per 'Maus-Click'
 - sowie die Tabellen MA-Parameter / MA-Step enthält.
- Ein leistungsfähiges *Teach-In* System ermöglicht die Programmierung komplexer Bahnbewegungen ohne Kenntnis einer Programmiersprache.
- Grundsätzlich kann an Stelle der EXCEL[®] Software jedes andere Programm eingesetzt werden, CodeStruktur und Datentransfer Protokoll sind OEM-Lizenznehmern offen gelegt.
- OEM-Lizenznehmer können ihr eigenes Pass-Wort-System etablieren.

HardWare

- Das System baut auf Funktionsmodulen auf, die individuell kombiniert werden. Dies ermöglicht kompakte Bauformen im Grundmaß einer halben Europakarte (80 x 100mm), alternativ Europakarten für 19 Zoll Einschübe.
- Stromversorgung:
 - wahlweise AC oder DC ca. 8-12 V
 - Ungeregeltes Steckernetzteil, bzw. aus der zu steuernden Hardware.

FirmWare

- Das Industriekonzept ermöglicht den Betrieb ohne PC.
Die Bewegungsdaten werden seitens der Hardware direkt vom Wechsel-Datenträger gelesen.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Themenübersicht

• Kinematik und Dynamik	7
- (an Stelle eines Vorwortes)	
Bahnsteuerung & Continuous Path	
Bahnsteuerung & Bahnkorrektur	
8 Achsen für 3D	
Direkte und Inverse Kinematik	
• System-Philosophie	9
HardWare	
SoftWare	
Control-Center	
Industrie Konzept	
Teil I	
Bediener-Information	10
Teach-In & Kopier-Fräsen	
Programmierung komplexer Bahnverläufe ohne Programmierkenntnis	
• Control-Center / Teach-In	11
Maskenstruktur (am Beispiel Teach-In)	
Bahn-Nullpunkt & Bahn-Kontur	
Absolute und relative Koordinaten	
Teach-In Online	
Teach-In Offline	
Zoom-Faktor	
• Control-Center / Start	15
Benutzersprache	
Lizenz-Code	
Teil II	
Supervisor-Information	16
• Control-Center / Set-Up mech.	17
Umkehrspiel	
Nullpunkt-Offset	
Koordinate (max-Wert)	
Maschinenfaktor	
• Control-Center / Set-Up el.	20
Datentransfer und Pin-Kompatibilität	
Parametrierung der Logiksysteme	
Logik-System Hardware Reset	
Sleep / Boost / Rampe / Restart	
• Datenstruktur	23
Lese / Schreibzugriff des Control-Centers	
Mathematische Bahn Programmierung	
Schleifen & Sprung	

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

• Hardware	24
Basis Baustein, compact / long	
Ausgang Achse 1-4 / 5-8	
Ein-Ausgangsebene Peripherie	
Eingangsbaustein	
19-Zoll Frontplatte	
Optokoppler und galvanische Trennung	
System-Kompatibilität	
• Inbetriebnahme, Hardware Parametrierung & Test-Modus	26
LCD-Display / Benutzersprache	
Stromversorgung	
Datenübertragung LPT / COM / USB	
Logik-System Not-Aus	
Test-Modus: Not-Aus und Endschalter	
Test-Modus: Nenndrehzahl	
• Systemgeschwindigkeit und Taktung	30
Rampen-Steuerung	
Master-Geschwindigkeit	
Optimale Arbeitsgeschwindigkeit	
Virtuelle Achse und Master-Geschwindigkeit	
Grenzfrequenz	
• Betriebsstörung und Fehlermeldung	33
• Software Installation	34
Passwort	
• Supervisor: 4711	
• Inbetriebnahme-Schlüssel und Lizenz-Code	
siehe Lizenz- und Gewährleistungsvereinbarung	

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Anhang

- **Datentransfer**

Diese Hintergrundinformationen sind für Betrieb und Inbetriebnahme des Multi-Achs-Controllers nicht unbedingt erforderlich, sie können aber hilfreich sein, das Eine oder Andere besser zu verstehen.

Code-Struktur Parametrierung und Initialisierung
Code-Struktur Fahrauftrag

Dateneingang und Datentransfer
Transferprotokoll Multi-Achs-Controller
Serieller Datentransfer COM / USB
Paralleler Datentransfer LPT

- **Lizenz- und Gewährleistungsvereinbarung**

Den *Inbetriebnahme-Schlüssel und Lizenz-Code* finden Sie hier

Tutorials

- **Stepmotore und deren Ansteuerung**
- **Servomotore und deren Ansteuerung**
- **Bezier Hermite & Spline**
- **Inverse Kinematik**

erhalten ihn im Download direkt von meiner Website: <http://www.cnc-mac.de/html/download.html> .

Hinweis für Spione und Piraten

Die Hardware der 4 und 8-Achs Versionen sind ähnlich.

Wenngleich die hier beschriebene Technologie den Schluß nahelegt, die 8-Achs Version könne per Parametrierung aus der 4-Achs Version gewonnen werden, so ist dies nicht so - weil ich nicht in irgendeinem Internet-Forum lesen möchte, *wie's geht*. Die Quellcode-Dateien unterscheiden sich!

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Kinematik und Dynamik

– (an Stelle eines Vorwortes)

beschreiben Ursache und Wirkung einer bahngesteuerten Bewegung – und sie erklären auch, warum einige Bewegungen nicht möglich sind:

Nehmen wir das simple Beispiel eines Radfahrers; er kann nicht rechtwinklig um die Ecke fahren und gleichzeitig seine Geschwindigkeit beibehalten:

- Bei einer winkligen Kontur muß eine beliebige Geschwindigkeit in X-Richtung zunächst '0' (Null) werden, bevor die Geschwindigkeit in Y-Richtung wirksam werden kann. Das ist normal und einleuchtend – aber ausgesprochen hinderlich, wenn eine bestimmte Menge Material pro sec. aus einer Düse fließt:
 - Der Materialauftrag nimmt mit abnehmender Geschwindigkeit zu !!!

Mag sein, daß einige Bewegungsmuster hilfreich wären, wenn sich eine Bewegungskomponente 'von 0 auf 100' ändern könnte ohne mit den Problemen der Beschleunigung in Konflikt zu geraten.

- Beschleunigt eine Komponente, während die andere ihre Geschwindigkeit unverändert beibehält, so ergibt sich eine Bahn, die nicht der Soll-Kontur entspricht. Um die Soll-Kontur sicher zu stellen, muß jeder Bahnpunkt zeitgleich aus seinen Einzel-Komponenten erzeugt werden. Dies ist jedoch nur erreichbar, wenn die Geschwindigkeiten aller Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Wohl oder übel muß hierzu die eigentlich kontinuierliche Geschwindigkeit der einen Achse synchron mit der zu Beschleunigenden ebenfalls beschleunigt werden – und das geht nur, wenn die eigentlich kontinuierliche Geschwindigkeit hierzu zuvor abgesenkt wurde. Die Umkehrspiel-Kompensation ist ein markantes Beispiel für diese Crux!

CNC & RoBo-mac bietet mehrere Lösungsansätze:

- "Asymptotische" Rampe;
 - schnell wie eine Linear-Rampe und in den Übergängen weich wie eine Sinus-Rampe.
- Individuelle Geschwindigkeitssteuerung je Datensatz (Auflösung < 1%).
- "Virtuelle-Achse" – mehr hierüber weiter unten im Manual
- und natürlich ist auch der Anpreß- bzw. Dosierdruck als Achse steuerbar!

Bahnsteuerung & Continuous Path (CP)

Die CNC Technik verwendet den Begriff 'Bahnsteuerung', die Robotic kennt ergänzend 'Continuous Path' – gemeint ist dasselbe, eine 4D Bewegung, wobei die 4te Dimension die Zeitachse darstellt. Eine Bahnsteuerung bewegt das Werkzeug frei im Raum (3D) und fährt diese Bewegung in reproduzierbarer Zeit. Eine Bahnsteuerung hat also immer eine Zeitachse.

Kennzeichen einer Bahnsteuerung ist es, daß sich alle beteiligten Bewegungsträger (Achsen) zeitgleich und zeitlich aufeinander abgestimmt bewegen. Um eine gewünschte Bewegung zu realisieren wird die Bahnkurve über Stützpunkte definiert. Diese Stützpunkte müssen von allen beteiligten Achsen zeitgleich erreicht und wieder verlassen werden, ist die Zeitbedingung nicht erfüllt, so entspricht die gefahrene Bahn nicht der Soll-Bahn!

Die Bahnsteuerung sorgt nun dafür, daß die beteiligten Achsen sich mit jeweils erforderlicher Individual-Geschwindigkeit von Stützpunkt zu Stützpunkt bewegen.

- Jeder Achs-Antrieb (Motor) erbringt also eine individuell unterschiedliche Winkelgeschwindigkeit, wobei die jeweilige Winkelgeschwindigkeit zwischen den Stützpunkten konstant bleibt.
- Wird die Winkelgeschwindigkeit geändert (Beschleunigungs-/Verzögerungsrampe), so müssen alle beteiligten Achsen ihre Winkelgeschwindigkeit im entsprechenden Verhältnis zeitgleich ändern, sonst entspricht die gefahrene Bahn nicht der Soll-Bahn!

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Die Abschnitte zwischen den Stützpunkten können als "Bahnsegmente" erachtet werden. Die Anweisung ein einzelnes Bahnsegment abzufahren, wird hier als "Fahrauftrag" definiert. Der Controller interpoliert hieraus die individuelle Winkelgeschwindigkeit und taktet die Motore.

Jeder einzelne Fahrauftrag verbindet also je zwei Bahnpositionen. Um eine kontinuierliche Bewegung zu erhalten ändern sich Winkel bzw. Geschwindigkeit von Bahnposition zu Bahnposition. Je dichter diese aneinander liegen, je gleichmäßiger, kontinuierlicher wird die Bahn (Continuous Path).

Der Multi-Achs-Controller CNC & RoBo-mac interpoliert Online: Während der Schrittpause der jeweils schnellsten Achse wird errechnet, ob und welche langsameren Achsen am nächsten Schritt teilnehmen oder nicht. Zeitgleich wird während der Abarbeitung eines Fahrauftrages der Folgende für die Interpolation "aufbereitet".

Bahnsteuerung & Bahnkorrektur / Lage- bzw. Positionserkennung.

Um im Ergebnis die Soll-Bahn als Ist-Bahn zu erhalten, muß das Gesamtsystem stabil und verzerrungsfrei arbeiten. Es liegt auf der Hand, daß eine Mechanik, die Motorbewegungen nicht präzise überträgt, zu Bahnabweichungen führt. Um dieses Problem in den Griff zu bekommen wird im klassischen Maschinenbau verwindungssteif konstruiert.

Nicht desto trotz schwingt und federt nahezu jede mechanische Konstruktion, hinzu kommt das Umkehrspiel. Theoretisch kann aus einer Soll-/Ist Abweichung ein Steuerungskorrekturwert errechnet werden. Für eine einzelne Bewegungsachse ist dies verhältnismäßig unproblematisch. Setzt sich eine Bewegung jedoch aus mehreren Achsen zusammen, so beeinflusst die Abweichung einer Achse die Ansteuerung aller - und dies unter den oben erläuterten 4D Gesichtspunkten. Der Rechenaufwand für eine Mehrachs-Bahnkorrektur-Reglung steigt exponentiell.

Hilfsweise wird an Stelle einer 4D Bahnkorrektur-Reglung jede Einzelachse für sich korrigiert. Dies ist zwar keine echte Bahnkorrektur führt aber zumindest zu einem recht genauen Anfahren der Stützpunkte. Der Multi-Achs-Controller CNC & RoBo-mac bietet unter Kostengesichtspunkten eine Umkehrspielkompensation.

8 Achsen für 3D

Selbst bei einfachen Pick and Place Prozessen entstehen bereits erhöhte Anforderungen an die Roboterfunktion: Die 3D Orientierung einer Roboterhand im Raum setzt sich aus 8 Freiheitsgraden bzw. Drehachsen zusammen:

Legen wir den klassischen Gelenkroboter mit 5-Achsen zu Grunde, so verbleiben dem RoBo-mac 3 Freiheitsgrade zur Steuerung der Effektor- (Werkzeugträger) Bewegungen (UVW), um so den eigentlichen Werkzeug Eingriffspunkt (Tool Center Point TCP) in Position zu bringen.

Manuelle Korrekturen erlauben es, Bewegungsabläufe "weicher" zu gestalten und die Kinematik wie auch die Dynamik zu optimieren, denn:

- Die Bewegungskomponenten aus allen 8 Achsen sind im Fahrauftrag überschaubar gelistet.
- Jeder Fahrauftrag kann um eine individuelle Geschwindigkeitskomponente ergänzt werden.
- Die Teach-In Funktion hat direkten (Korrektur-) Zugriff auf mathematisch berechnete Bewegungen.

Direkte und Inverse Kinematik

Aus der Aufgabe, anwenderorientiert und Hardware neutral

- Rotations- und Teleskopachsen für Knickarm-Robotersysteme beliebiger Bauart & Geometrie - ggf. auf Portal verfahrbar - mathematisch zu simulieren,
- Gelenk-Winkel und XYZ-Koordinaten wahlweise *direkt* oder *invers* zu berechnen und
- das Roboter-System im 3D-Raum zu visualisieren.

ist ein *Mathematischer 3D Gelenk-Baukasten für Rotations- & Teleskope-Achsen* entstanden. Sie erhalten ihn im Download als *kostenloses Test-Paket* direkt von meiner Website: <http://www.cnc-mac.de/html/download.html> .

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

System-Philosophie

Die System-Philosophie des Multi-Achs-Controllers CNC & RoBo-mac ermöglicht zwei Betriebsmodi

- Hardware Stand Alone Variante
zur Abarbeitung bereits erfaßter Bahnbewegungen
- Kombination aus Hardware und PC-Software
zur Erfassung und Bearbeitung von Bahnbewegungen sowie der Systemparametrierung

Hardware

Die Hardware arbeitet unabhängig von den Betriebsmodi, sie

- interpoliert die Achsbewegungen zur Bahnbewegung.
- überwacht die Eingangsperipherie wie Not-Aus und Endschalter
- steuert die Motor-Leistungsstufen
- sowie Ausgangsperipherie individueller Schaltsignale

Software

Multi-Achs / Prozeß Steuerung unter EXCEL®

Lieferbestandteil der Voll-Version ist eine spezielle EXCEL®-Datei, die

- ein VBA Programm für den Datenaustausch mit der Hardware,
 - ein 'Control-Center per Maus-Click' (*Teach-In, Bedien- und Parametrier-Masken im Direktzugriff*) sowie
 - die Tabellen MA-Parameter / MA-Step für die 4- bzw. 8-Achs Variante des Multi-Achs-Controllers enthält;
- somit eine optimale Basis zur Gestaltung eigener Programmabläufe.

Hinweis

Grundsätzlich kann an Stelle EXCELS® jedes andere Programm eingesetzt werden,
CodeStruktur und Datentransfer Protokoll sind OEM-Lizenznehmern offen gelegt.

Control-Center

- Teach-In, Bedien- und Parametriermasken bilden das Control-Center mit Direktzugriff per Maus-Click.
- Die Funktionen verteilen sich auf "Karteikarten" die alle und jederzeit einsichtlich sind, aber nur dann geändert werden können, "wenn dies sinnvoll und richtig" ist.
- Jede Karteikarte zeigt mehrere Bereiche, die durch Rahmen gekennzeichnet sind, Schieber und Wahltasten beziehen sich auf den jeweiligen Bereich.
- Im Sinne einer übersichtlichen Bedienerführung schaltet das Programm aus einer Vielzahl von Buttons jeweils die verfügbar, die sinnvoll nutzbar sind.
- Die Struktur des Control-Centers ist durchgängig. Nahezu alle Funktionen sind über diese "Oberfläche" mit intuitiver Führung per 'Maus-Click' direkt ansprechbar;
- Eingaben werden auf Plausibilität geprüft, erkannte Eingabe-Fehler ggf. 'rot' kommentiert!

Industrie-Konzept

Die PC-Software generiert und testet mit den Funktionen des Control-Centers das Daten-File.

Dieses wird entweder

- Online vom PC zur Hardware transferiert
- oder auf Datenträger gespeichert und seitens der Hardware direkt gelesen.

Dieses Konzept verbindet die mathematisch mächtigen Möglichkeiten EXCEL's® zur Entwicklung und Test des 3D-Bahnverlaufes mit einem kostengünstigen, industriellen Einsatz.

CNC & RoBo-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Teil I

Bediener-Information

Die CNC & RoBo-mac Software läuft unter EXCEL®.

- Laden Sie EXCEL®
- rufen Sie das Controller-Modul (XLA-Datei)
"CNC+RoBo_mac_..._Controller_rel_... .xla" und
- das Master-Modul (XLS- / ab EXCEL® Version 2007: XLSM-Datei) oder ein hieraus erstelltes Programm-File
"CNC+RoBo_mac_... .xls / xlsx" auf.
- Bestätigen Sie jeweils die Makro-Aktivierung.

Beide Dateien sind aufeinander gepaart und erwarten sich gegenseitig; ist eine der Dateien nicht geladen, so meldet dies die andere. Werkseitig ist bei Auslieferung der Demo-Modus voreingestellt.

Im Demo-Modus steht Ihnen bereits nahezu die gesamte Funktionalität des Control-Centers zur Verfügung; der Multi-Achs-Controller arbeitet im Demo-Modus – zur Vorab Info – ohne Hardware.

Teach-In steht beispielhaft für die intuitive Bedienung des Gesamtsystems; wir überspringen zunächst die Hardware-Installation und Parametrierung – die in Teil II, Supervisor-Information – detailliert beschrieben wird.

Teach-In

ist eine Programmierungsart, die zum einen keine Kenntnis einer Programmiersprache erfordert, zum anderen Bahnbewegungen ermöglicht, die mathematisch nur schwer beherrschbar sind. Bei der Teach-In Programmierung wird die Maschine von Hand gesteuert, die Koordinaten werden hierbei 'On-line' aufgezeichnet. CNC & RoBo-mac bietet zusätzlich eine Teach-In ähnliche 'Off-line' Programmierung zur Korrektur und Ergänzung bereits vorhandener Programme. Beide Prozesse sind im Wechselspiel aus der Teach-In Maske aufrufbar.

Teach-In & Kopier-Fräsen

Kopierfräsen war die Technologie der 50iger des vorigen Jahrhunderts: Die Form eines bereits bestehenden Werkstückes wurde mechanisch abgetastet und zeitgleich parallel auf derselben Maschine ein identisches Werkstück gefertigt, – kopiert. Teach-In ermöglicht eine moderne Form des KopierfräSENS. Hierzu wird ein vorhandenes Werkstück abgetastet, das 'ge-teachte' Programm fertigt sodann das Werkstück!

Kennzeichnend für Teach-In ist, daß 'markante' Bahnpunkte zunächst manuell, also mit der Handsteuerung angefahren werden, die die Steuerung sich merkt und zu einem späteren Zeitpunkt automatisch abfährt. Je mehr Teach-In Punkte die Bahn bestimmen, je feiner wird die Bahnkurve aufgelöst, je weicher/eleganter wird sie.

Prinzipiell funktioniert Teach-In bei RoBo-mac wie folgt:

- Per Maus Click werden die Stützstellen einer mehrachsigen Bahn – für jede Achse getrennt – 'ge-teacht'. Um eine Stützstelle zu finden, werden im Wechselspiel die jeweiligen Achsen Inkrement weise 'im Zickzack-Kurs Step by Step' (Try and Error) bewegt; ist eine Stützstelle gefunden, so wird die Koordinaten-Position aller beteiligten Achsen abgespeichert.
- Unabhängig vom Zickzack-Kurs der Teach-In Fahrt interpoliert die Bahnsteuerung die 'ge-teachten' Stützstellen für eine 3D-Fahrt von Stützstelle zu Stützstelle (derzeit linear, in Entwicklung: Bezier-Kurven Interpolation).
- Die jeweils bereits erfaßten Stützstellen können jederzeit in einem Probelauf abgefahren bzw. korrigiert, des weiteren zwischen bereits erfaßten Stützstellen zusätzliche beliebig eingefügt werden. Die abzufahrende Bahn wird hiermit bewegungs-optimiert.

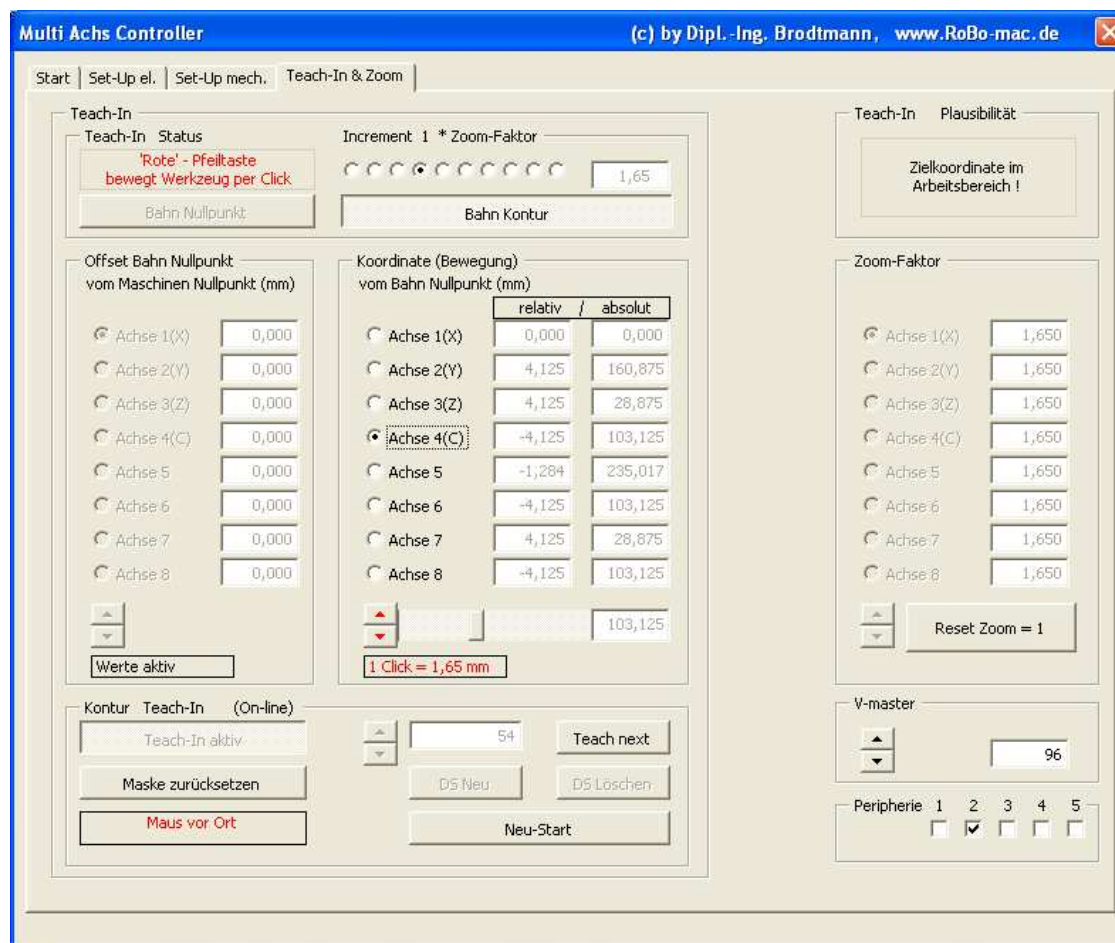
Im Rahmen des Teach-In Prozesses werden die Programm datensätze ergänzt und geändert. Diese Modifikationen werden während der Sitzung im Arbeitsspeicher gehalten, jedoch nicht automatisch auf Datenträger (Diskette / Festplatte / CD-Rom etc.) gespeichert. Sie können so jederzeit einen vorherigen 'besseren' Entwicklungsstand wieder aufrufen / aktivieren. Speichern Sie bewußt Ihre Zwischen- und Endergebnisse.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Control-Center 'Teach-In'

- Im Sinne einer übersichtlichen Bedienerführung schaltet das Programm aus einer Vielzahl von Buttons jeweils die verfügbar, die sinnvoll nutzbar sind – Bedienfehler werden so möglichst vermieden, sind jedoch nicht vollständig auszuschließen!



Das Bild zeigt 'Teach-In On-Line', Datensatz 54, Achse 4 im Focus

ACHTUNG

Teach-In protokolliert Ihre Eingaben und Korrekturen On-line – dies gilt auch für Ihre Fehler! Bemerken Sie ihre Fehleingabe sofort, so können Sie diese mit der gegenläufigen Pfeiltaste sofort korrigieren. Und natürlich eine frühere Eingabe gezielt aufrufen und ebenfalls überarbeiten. Wenn Sie etwas Komplexes erarbeiten, empfiehlt es sich, das Zwischenergebnis – ggf. mit Back-Up Dateien – regelmäßig zu speichern, um so auf Basis des vorletzten Schritts weiter zu arbeiten.

Wenn Sie sich jetzt mit der Teach-In Funktion vertraut machen, sollten Sie hierzu die Kopie einer vorhandenen Datei verwenden; laden sie diese Kopie. Wählen Sie die 'Karteikarte' Teach-In, und klicken Sie 'Bahn-Nullpunkt' oder 'Bahn-Kontur', im unteren Bereich klappt ein weiteres Fenster auf. Stöbern Sie zunächst, da Sie mit einer Kopie arbeiten, können Sie diese schlimmsten falls unsinnig verstümmeln.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Aufbau und Funktion des Control-Centers:

Jede Maske zeigt mehrere Bereiche, die durch Rahmen gekennzeichnet sind, Schieber und Wahltasten beziehen sich auf den jeweiligen Maskenbereich.

Maske 'Teach-in & Zoom'

- Im Maskenbereich oben links wählen Sie, ob Sie den Nullpunkt oder die eigentliche Bahn 'teachen' wollen.
 - Die Bewegungsschrittweite hierzu ist im zugehörigen Feld oben rechts frei wählbar (ganz links 0,001 mm, nach rechts dekadisch steigend). Mit z.B. 5 Clicks können Sie also 1,013 m 'teachen'. Ob und was hier sinnvoll ist, hängt von Ihrer Maschine und der Aufgabe ab.
- Der mittlere Maskenbereich zeigt getrennt für 'Bahn-Nullpunkt' und 'Bahn-Kontur' die Koordinaten des jeweils aktiven Datensatzes als Absolutwert. Zusätzlich wird für die 'Bahn-Kontur' der Relativwert angezeigt; dieser Relativwert gibt die Bewegung gegenüber dem vorhergehenden Datensatz an; ausgesprochen hilfreich bei der Off-line-Korrektur.
- Der untere Maskenbereich führt durch die Teach-In Programmierung.
- Im rechten Drittel finden Sie ganz oben eine Plausibilitätskontrolle zu Ihren Eingaben, darunter den Zoom Faktor. Für die Bewegungssteuerung der Bahn-Kontur wird die gewählte Teach-In Schrittweite mit dem Zoom-Faktor multipliziert, gespeichert wird die Kontur im Maßstab 1 : 1. Hierdurch wird es möglich, ein Modell, das nicht im Maßstab 1:1 erstellt wurde maßgenau abzutasten. Der Zoom-Faktor ist für den 'Null-Punkt' nicht wirksam.
- Im rechten Drittel unten wählen Sie individuell je Datensatz die 'Mastergeschwindigkeit' und ob 'Periphere Signale' gesetzt / zurückgesetzt werden sollen.

Button / Befehlstasten

Die Befehlstasten werden im Funktionskontext erläutert, das Masken-Layout ändert sich in Abhängigkeit hiervon.

- Button 'Bahn-Nullpunkt'
 öffnet die Teach-In Maske zur Erfassung des Bahn-Nullpunktes,
 ein als 'Bahn-Kontur' erfaßtes Programm bezieht sich in allen Daten auf diesen Nullpunkt – die Kontur kann also per Nullpunkt-Offset verschoben werden!
 - Fehlermeldung
 Falls der Nullpunkt-Offset die aktive Bahn-Kontur über die Maschinengrenze hinaus führt, wird dies optisch akustisch als Fehler signalisiert.
- Button 'Bahn-Kontur'
 öffnet die Teach-In Maske zur Erfassung der Bahn-Kontur,
 diese wird Datensatz für Datensatz erfaßt.
- Button 'Maske reset / Maske zurücksetzen'
 beendet die aktive Erfassung, alle Daten bleiben erhalten.
 Die Erfassungsmaske kehrt (zum Test der bisherigen Programmierung) in das Ausgangs-Lay-Out zurück.
- Button 'Run to / Abfahren bis'
 - fährt den Bahn-Nullpunkt an
 - bzw. die Bahn-Kontur bis zum aufgerufenen Datensatz ab.
 - Der zu aktivierende Datensatz ist mit seiner Ordnungsnummer im Feld direkt aufzurufen oder mit den Pfeiltasten anzuwählen.
 - Der Button 'Abfahren bis' leitet 'Teach-In On-line' ein und führt sodann den Titel: 'Teach-In aktiv'.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Teach-In On-Line

- Die Pfeiltasten und die gewählte Schrittweite färben sich 'rot', jede Änderung eines Datensatzes wird in entsprechende Werkzeugbewegung umgesetzt.

Die Achse bewegt sich, wenn Sie eine der 'roten Pfeil-Tasten' klicken. Wählen Sie eine andere Achse, so wird diese 'auf Click' bewegt und unabhängig von den anderen in Position gebracht.

- Mit 3 verschiedenen Maus-Funktionen wird die 'Bahn-Kontur' ge-teacht:
 - Der Doppelpfeil zählt per Click hoch oder runter, das Werkzeug bewegt sich schrittweise 'step by step'.
 - Der Schieber ermöglicht eine kontinuierliche Fahrt; er zeigt im Zielfeld die ggf. anzufahrende Koordinate. Der Wert kann zunächst beliebig korrigiert werden, ohne daß sich das Werkzeug bewegt. Sobald die Maustaste losgelassen wird, fährt das Werkzeug die gewählte Koordinate an.
 - Das Feld '*Maus vor Ort*' hat eine Teach-In *Fernsteuerfunktion*.
Sobald Sie eine Maus hochheben, verliert sie ihren Bodenkontakt - der Cursor bewegt sich nicht; die Click-Funktion bleibt jedoch erhalten. Positionieren Sie den Cursor im Feld '*Maus vor Ort*'; er verwandelt sich in einen horizontalen Doppelpfeil, linke und rechte Maustaste bewirken unterschiedliche Fahrtrichtung. Gehen Sie mit der Maus vor Ihre Maschine, die Achse läßt sich beobachten und vor/zurück 'clicken'; besonders effizient mit 2 Mäusen: Zunächst die "vor Ort Maus" anheben, mit der zweiten den Cursor im Feld '*Maus vor Ort*' plazieren und stehen lassen - so verschiebt sich der Cursor nicht ungewollt. Alle drei Methoden führen letztendlich zum selben Teach-In Ergebnis und sind im Wechselspiel einsetzbar.
- Button 'Teach next'
 - speichert die aktive Position aller Achsen und verläßt den aktiven Datensatz;
 - fährt den nächsten Datensatz an und zeigt dessen DS-Nr. Der nun aktive Datensatz kann beliebig On-line (mit Werkzeugbewegung) geändert werden.

Während der On-line Programmierung werden die Datensätze entsprechend der Werkzeugbewegung in ihrer Aufrufreihenfolge durchlaufen. Ist das Ende der Datensätze erreicht, wird automatisch ein neuer angefügt.

Sobald Sie 'Teach-Next' klicken, wird die Bahnpunkt Position im aktiven Datensatz abgelegt (unabhängig davon, mit welchen 'Bewegungshumplern' vorwärts/rückwärts) er erreicht wurde. Das Ergebnis können Sie sofort testen. Klicken Sie 'Neu-Start'.

- Button 'Neu-Start'
Alle Achsen fahren auf dem kürzesten Weg in den Nullpunkt und die Maschine bewegt sich über die bereits erfaßte Bahnkurve in die gewählte Bahnposition. Aus der Neu-Start Funktion ist jeder beliebige Datensatz gezielt aufrufbar.
- Vorherigen Datensatz bearbeiten
Vor Aufruf des Buttons 'Abfahren bis' kann jeder beliebige Datensatz zur Off-line Bearbeitung / Korrektur frei gewählt werden. Da der Teach-In Prozeß nicht rückwärts durchfahren werden kann, ist entweder die Neu-Start Funktion oder 'Maske reset' aufzurufen und der zu korrigierende Datensatz anzuwählen. 'Teach next' erleichtert das Aufsuchen.

Tips für die ersten 'On-line' Schritte

Arbeiten Sie mit einer Kopie der Demo-Programme

- Wählen Sie einen Datensatz aus, den es gibt. Falls Sie z.B. 105 wählen, die max. Datensatz-Nr. aber nur 100 beträgt, wird das Programm genauso abgearbeitet, als ob Sie (aus Karteikarte 'Start') den Button 'System Start' geklickt hätten. Wählen Sie also z.B. 95 und klicken Sie 'Run to'; die Koordinatenposition (versetzt um den Offset des 'Werkstück-Nullpunktes' wird angefahren.
 - 'Abfahren bis' wechselt in 'Teach-In aktiv',
 - 'DS-Neu' und 'DS-Löschen' werden inaktiv.
- Falls Sie die Datensatz-Nr der gesuchten Position nicht genau wissen, können Sie sich herantasten.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Teach-In Off-line

- Pfeil-Paar und Incrementwert werden schwarz angezeigt.
unmittelbar nach Click der Buttons 'Bahn-Nullpunkt' / 'Bahn-Kontur' ist die Maske zur Off-line Dateneingabe bereit.

Die Off-line Datenerfassung entspricht dem On-line Prozeß.

Bereits erfaßte Daten können in beliebiger Reihenfolge korrigiert, Datensätze der Bahn-Kontur an beliebiger Stelle zusätzlich eingefügt oder gelöscht werden - ohne das das Werkzeug sich bewegt.

- Button 'DS neu'
ein neuer Datensatz wird unter dem aktiven
 - angefügt oder
 - eingefügt, die folgenden Datensätze werden jeweils 'nach unten' verschoben.
Ggf. werden hierzu Optionen im Dialog angeboten.

Wollen Sie eine Bahnkontur feiner abfahren, so können an jeder beliebigen Stelle Datensätze eingefügt werden. Der eingefügte Datensatz erhält automatisch die absoluten Koordinatenwerte des vorhergehenden, die relativen Koordinatenwerte sind Null (0). Es können so zusätzliche Bahnpunkte mit geringstem Aufwand (On-line / Off-line) 'ge-teacht' werden.

- Button 'DS löschen'
der aktive, angezeigte Datensatz wird (unwiederbringlich) gelöscht.
Die Funktion prüft, ob der Datensatz leer ist und warnt vor dem Löschen aktiver Koordinaten.

HINWEIS

EXCEL® fügt (mit dem Befehl 'Einfügen Zeile') eine Leerzeile vor der aktuellen Zelle ein. 'DS neu' bearbeitet den nachfolgenden Datensatz.

Während bei EXCEL® das Löschen von Quell-Daten, zu Bezugsfehlern führen kann, überwachen die Funktionen 'DS neu' und 'DS löschen' das Formelsystem, sie warnen vor Fehlern und unterbreiten Vorschläge. Falls sich unter dem aktiven, zu löschenden Datensatz weitere befinden, so schließen die Folgenden nach oben auf. Ggf. werden hierzu Optionen im Dialog angeboten.

Zoom-Faktor

Die Bahn-Kontur ist über den Zoom-Faktor beliebig skalierbar; hierbei wird die Bewegung zwischen den Bahn-Stützpunkten jeweils neu interpoliert und die Impulszahl der Bahnsteuerung achs-unabhängig erhöht oder reduziert. Eine vorhandene Kontur kann somit beliebig vergrößert, verkleinert oder verzerrt werden.

Der Zoom-Faktor ist für die Bahn-Kontur, nicht aber den Nullpunkt wirksam. Dies unabhängig davon, ob eine vorhandene Kontur gefertigt werden soll oder im Rahmen des Teach-In Prozesses neu programmiert wird.

V-master

Je Datensatz ist die Systemgeschwindigkeit individuell wählbar (vgl. *Systemgeschwindigkeit und Taktung*).

Peripherie

Als Peripherie werden die Signale bezeichnet, die nicht direkt mit der Achsenbewegung zu tun haben; je Datensatz sind 5 Ausgänge für beliebige Signale individuell ansteuerbar (vgl. Hardware / Control-Center 'Set-Up el.').

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Die Teach-In Maske gab einen Einblick in die System-Philosophie .

Falls Sie den Multi-Achs-Controller im Rahmen eines Maschinenkaufs erworben haben, sind die Steuerungsparameter bereits seitens Ihres Maschinenlieferanten optimiert, Sie arbeiten im Wesentlichen mit der 'Start' sowie der 'Teach-In & Zoom' Maske.

Control-Center 'Start'

- Nach Erst-Einschalten des Systems ist einzig und allein die Wahl der Sprache möglich.
 - Die gewählte Sprache kann jederzeit per Click geändert werden, alle erfaßten Werte bleiben erhalten.
 - Zur Zeit installiert: Deutsch / Englisch; Französisch in Vorbereitung.
 - Der Katalog ist für weitere Sprachen problemlos ergänzbar.
- Nach Wahl der Sprache werden Sie aufgefordert, den Lizenz-Code einzugeben. Ist der Lizenz-Code vollständig eingegeben, so ist das Control-Center voll einsehbar. Ob dieser Lizenz-Code richtig ist, prüft das System im Verbund mit der Hardware.
- Klicken Sie den Button *System Start*

Das integrierte VBA Programm überträgt die 'Sende'-Werte Ihres Anwenderprogramms zur CNC & RoBo-mac Hardware, die die Leistungsendstufen der Step- bzw. Servo Motore Windows-unabhängig steuert. Der 'Sende'-Wert entspricht der Impulszahl, mit der dieser Motor am Fahrauftrag teilnimmt. Nach Abarbeitung eines Fahrauftrages haben alle Motore ihren Anteil am Bahnsegment der "4D-Kurve" erbracht.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Teil II

Supervisor-Information

- Sie können bereits im Control-Center stöbern ohne 'den richtigen' Lizenz-Code einzugeben. Um sich zunächst einen Überblick zu verschaffen ohne Gefahr zu laufen, Fehlfunktionen versehentlich auszulösen, geben Sie in jedes Feld eine Null (0) ein.
- Wenn Sie den Multi-Achs-Controller auf Ihre Maschine parametrieren wollen, müssen Sie der Steuerung Ihre Maschinen-Daten mitteilen. Falls Sie Hard und Software erstmalig in Betrieb nehmen, ist es erforderlich,
 - zunächst die Hardware in Betrieb zunehmen; vgl. → **Inbetriebnahme, Hardware Parametrierung**
 - sowie die Software auf Ihrem PC zu installieren; vgl. → **Software Installation**
 Nach diesen Vorbereitungen laufen alle weiteren Schritte über das Control-Center.

Das Control-Center baut auf optisch ähnlichen Funktionsbausteinen auf. Jeder Baustein ist an einem Rahmen erkennbar, dessen Überschrift die Funktion beschreibt. Bei den meisten Rahmen können Sie die Achse 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 anklicken. Hierbei ist es egal, ob Sie auf den Beschriftungspunkt oder das zugehörige Zahlenfeld klicken. Die angeklickte Achse ist gewählt.

Supervisor-Paßwort

Haben Sie die Supervisor-Berechtigung nicht, so können Sie die voreingestellten Werte lediglich einsehen. Falls Sie versuchen, diese zu ändern, erscheint ein entsprechender Hinweis, bzw. der Cursor-Pfeil verändert sich in einen "durchgestrichenen Kreis".

Wenn Sie als Supervisor Werte eingeben wollen, klicken Sie auf Karteikarte 'Start' den Button 'Supervisor', der Rahmen wird aktiviert, wählen Sie:

- 'Paßwort eingeben' bzw.
- 'Paßwort ändern', → Ihr eigenes Paßwort wird sodann gültig.

Als Supervisor haben Sie die Möglichkeit, das Lay-Out der EXCEL[®] Arbeitsblätter zu beeinflussen.

Nach Eingabe des Supervisor-Paßwortes können Sie alle Werte verändern; nun haben Sie 2 Möglichkeiten: Drücken Sie die Pfeiltaste "oben/unten" innerhalb des Rahmens, so wird der gewählte Achswert um einen Schritt hoch oder runter gezählt; die Pfeiltasten wählen nur zulässige Werte. Geben Sie einen Zahlenwert in das Feld ein, so wird geprüft, ob dieser Wert "sein kann". Falls er außerhalb zulässiger Werte liegt, werden Sie zur Korrektur aufgefordert.

- Beide Eingaben sind im Ergebnis absolut gleichwertig.
- Zwischen den Rahmen können Sie beliebig hin und her springen, der letzte ist aktiv.

Wenn Sie als Supervisor Änderungen vorgenommen haben und das Control-Center verlassen, ist es nur wieder "als vom Benutzer einsichtbar" zu öffnen – es sei denn, Sie wollen weitere Änderungen vornehmen und geben hierzu das Supervisor- Paßwort erneut ein.

Bitte beachten Sie:

- Das Control-Center für die 4-Achs und 8-Achs Version ist gleich. Die Achsen 5 bis 8 werden in der 4-Achs Version ausgeblendet. Wählen Sie Ihrer Lizenz entsprechend, die HardWare prüft Ihre Lizenz bei Systemstart.
- Welche Werte Sie eingeben liegt in Ihrer vollen Verantwortung. Einige Ihrer Eingaben werden auf Plausibilität geprüft. Plausible Eingaben können jedoch trotzdem falsch sein. Ihrer Eingaben können gravierende Folgefehler und Schäden hervorrufen. Bitte beachten Sie in diesem Zusammenhang die *Lizenz- und Gewährleistungs-Vereinbarung*. Sie haben diese mit Eingabe des Paßwortes akzeptiert.
- Sie finden im Manual eine Vielzahl von Hinweisen zu einer sinnvollen Parametrierung.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Control-Center 'Set-Up mech.'

Multi Achs Controller (c) by Dipl.-Ing. Brodtmann, www.RoBo-mac.de

Start | Set-Up el. | **Set-Up mech.** | Teach-In & Zoom

Maschine / Umkehrspiel Step (Impulse)	Maschine / Nullpunkt Drehrichtung (+/-) Offset (Step)	Maschine / Koordinate (max.) (mm)	Maschinenfaktor Drehrichtung (+/-) (Impulse/mm)
<input checked="" type="radio"/> Achse 1(X) 0	<input checked="" type="radio"/> Achse 1(X) 30	<input checked="" type="radio"/> Achse 1(X) 266	<input checked="" type="radio"/> Achse 1(X) 24,280
<input type="radio"/> Achse 2(Y) 0	<input type="radio"/> Achse 2(Y) 30	<input type="radio"/> Achse 2(Y) 266	<input type="radio"/> Achse 2(Y) 24,280
<input type="radio"/> Achse 3(Z) 0	<input type="radio"/> Achse 3(Z) 30	<input type="radio"/> Achse 3(Z) 266	<input type="radio"/> Achse 3(Z) 24,280
<input type="radio"/> Achse 4(C) 0	<input type="radio"/> Achse 4(C) 30	<input type="radio"/> Achse 4(C) 266	<input type="radio"/> Achse 4(C) 24,280
<input type="radio"/> Achse 5 0	<input type="radio"/> Achse 5 30	<input type="radio"/> Achse 5 266	<input type="radio"/> Achse 5 24,280
<input type="radio"/> Achse 6 0	<input type="radio"/> Achse 6 30	<input type="radio"/> Achse 6 266	<input type="radio"/> Achse 6 24,280
<input type="radio"/> Achse 7 0	<input type="radio"/> Achse 7 30	<input type="radio"/> Achse 7 266	<input type="radio"/> Achse 7 24,280
<input type="radio"/> Achse 8 0	<input type="radio"/> Achse 8 30	<input type="radio"/> Achse 8 266	<input type="radio"/> Achse 8 24,280

Hardware Parameter
Systemtakt: 12,5 kHz

Motor 1:	3,76	A / 8
Motor 2:	3,76	A / 8
Motor 3:	3,76	A / 8
Motor 4:	3,76	A / 8
Motor 5:	3,76	A / 8
Motor 6:	3,76	A / 8
Motor 7:	3,76	A / 8
Motor 8:	3,76	A / 8

Maschine / Umkehrspiel (Karteikarte 'Set-Up mech.')

Das Umkehrspiel entsteht letztendlich aus "betagten" bzw. abgenutzten Lagern und Führungen der Mechanik. Wenngleich eine gute Mechanik Voraussetzung für einwandfreie Ergebnisse ist, besteht die Möglichkeit Probleme aus dem Umkehrspiel zu minimieren.

Der Multi-Achs-Controller fügt bei Drehrichtungswechsel einer Achse automatisch zusätzliche Kompensations-Schritte ein und "dreht hiermit das Spiel zurück". Der Kompensationswert liegt im Byte-Bereich (max. 255 Digits); er bezieht sich auf die zusätzlich generierten Impulse (Micro-Schritte). Die erforderliche Schritt-Zahl wird vom Zustand der Mechanik bestimmt und hierzu für jede Achse getrennt in der Systeminitialisierung hinterlegt. Die Kompensation arbeitet vom Anwenderprogramm unabhängig, so daß Alters-Verschleiß über die System Parametrierung nachgeführt werden kann.

Die folgende Betrachtung am Beispiel eines Kreises (der aus der Überlagerung sinus- und cosinus förmiger Geschwindigkeitsänderung von X- und Y- Achse entsteht) zeigt jedoch, das Probleme aus einer "ausgeleiarten" Lage- rung nur bedingt kompensierbar sind.

Um saubere Konturen zu erreichen ist eine möglichst kontinuierliche Bewegung beider Achsen erforderlich. Das Rückdrehen des Umkehrspieles unterbricht jedoch diese kontinuierliche Bewegung: Die eigentlich schnell laufende Achse muß warten, bis die andere zurückgedreht ist. Würde hingegen die schnelle Achse weiter laufen, so würde das Werkzeug nicht im Kreis, sondern gradlinig bewegt.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Das Umkehrspiel wird zwar mit hoher Geschwindigkeit (Nennzahl) heraus gedreht, eine kontinuierliche Werkzeugbewegung ist aber nur bei geringer Arbeitsgeschwindigkeit erreichbar.

Über die Parametrierung wird festgelegt, ob das Umkehrspiel *ohne Rampe* oder *mit Rampe* generiert – also die Arbeitsgeschwindigkeit aller Achsen für das Umkehrspiel abgesenkt wird. Ein geringes Umkehrspiel läßt sich so in der Schrittphase einer schnellen, aber abgesenkten Achse verstecken.

Als Richtwert gilt: 2,5 facher Wert des Umkehrspieles = min. Rampenwert + / -.

Hinweis

Die Umkehrspiel Kompensation mit Rampe kann bei höheren Geschwindigkeiten zu einem sehr unruhigen Lauf und Schwingen des Gesamtsystems führen. Nutzen Sie diese Möglichkeit mit Vorsicht!

Kompensations-Schritte

- werden bei Wechsel von negativer Drehzahl auf positive und umgekehrt generiert.
- Stoppt eine Achse (Drehzahl = 0), so werden keine Kompensations-Schritte vor dem Anlauf aus Null generiert.

Die binäre Logik kennt 2 Zustände (+ und -) aber nicht "+/-" für die drehzahlneutrale 0. Der rechentechnische Aufwand zur Drehrichtungsanalyse mit "dazwischen liegender 0" wäre Zeit intensiv und einer schnellen Umkehrspiel-Kompensation abträglich.

Um das Umkehrspiel - z.B. nach einer Kette von Bohrungspositionen – zu aktivieren wird im Anwenderprogramm vor Drehrichtungswechsel ein zusätzlicher Einzelschritt "bisheriger Drehrichtung" erforderlich, der ggf. mit einem zusätzlichen Schritt "neuer Drehrichtung" kompensiert werden kann.

Keine Kompensations-Schritte werden ebenfalls vor dem ersten Datensatz eingefügt. Um eindeutige Startvoraussetzungen zu erhalten, wird das Umkehrspiel mit der "Nullpunkt-Automatik" heraus gefahren.

Maschine / Nullpunkt (Karteikarte 'Set-Up mech.')

Der Maschinen-Nullpunkt wird mit frei wählbarer Verfahrensgeschwindigkeit (Schnell- oder Schleichgang) angefahren. Wird der Endschalter betätigt, so ändert sich die Drehrichtung; der Endschalter wird - mit halber Verfahrensgeschwindigkeit - frei gefahren und die Achse sofort oder nach einem Offset gestoppt.

Der Offset liegt im Byte-Bereich (max. 255 Digits); er dient primär dafür, die Endschalter sicher frei zu fahren. Ein weiter entfernt liegender "Bahn-Nullpunkt" wird über die gleichnamige 'Teach-In' Funktion bestimmt.

- Wird für die Offset-Parametrierung der Wert '0' angegeben, so nimmt die Achse an der Nullpunktsuche nicht teil, (ggf. Inbetriebnahme-Modus). Der Betriebs- 'min-Wert' beträgt also '+/- 1'.
- Das Vorzeichen der Parametrierung bestimmt, welche Achsen mit welcher Start-Drehrichtung teilnehmen. Die sich an der Maschine ergebende Drehrichtung wird durch die Software Parametrierung und die el. Polung der Motore bestimmt. Es ist zweckmäßig die Motore el. so zu polen, daß Fahraufträge mit negativem Vorzeichen die Achsen in Richtung mech. Nullpunkt bewegen.
- Wird der Nullpunkt im Schleichgang angefahren, so listet das LCD-Display die jeweiligen Endschalter auf einer Skala in der betätigten Reihenfolge.

Maschine / Koordinate (Karteikarte 'Set-Up mech.')

Hier wird der max. Verfahrensweg je Achse hinterlegt; 2 Nullpunkt- bzw. Wertebereichssysteme sind wählbar:

- Für CNC Systeme beträgt der zulässige Wertebereich '0 bis +max' (Kartesischer System-Nullpunkt links),
- für Robotic Systeme liegt der System-Nullpunkt mittig, der Wertebereich überstreicht '+/- max'.

Der max-Wert dient der Sicherheitsprüfung. Er ist als Absolutwert der Maßeinheit in 'mm' bzw. 'Winkelgrad' zu hinterlegen. Teach-In prüft unter Berücksichtigung von Maschinen- und Zoomfaktor gegen diesen Wert, ob die von der Bahnsteuerung anzufahrende Position innerhalb (zulässig) oder außerhalb (nicht zulässig) liegt.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Maschinenfaktor (Karteikarte 'Set-Up mech.')

Um eine bestimmte Wegstrecke maßgenau zurückzulegen ist eine bestimmte Anzahl von Impulsen erforderlich. Der Maschinenfaktor "übersetzt" die als Kontur erfaßten Koordinaten (Teach-In / MA-Step) in die erforderliche Impuls-Anzahl; er berücksichtigt die mechanischen Getriebedaten sowie die Auflösung der Impuls-Steuerung (Stepper- bzw. Servo- Leistungsteil).

Der Maschinenfaktor kann theoretisch aus den vorgenannten Werten errechnet – oder auch empirisch ermittelt (ausprobiert) werden; ob er für alle Achsen gleich ist oder nicht, hängt von Ihrer Maschine ab. In jedem Fall kann er pro Achse individuell gewählt werden.

Besonders einfach ist er empirisch zu ermitteln, wenn Sie die Teach-In Funktion 'Bahn-Nullpunkt' hierfür nutzen.

- Fahren Sie die Maschine in den Maschinen-Nullpunkt'. Setzen Sie den Maschinenfaktor zunächst auf '1'.
- Geben Sie je Achse als 'Bahn-Nullpunkt' einen beliebigen Wert ein und messen, welche Bewegung die Maschine ausgeführt hat.
- Nehmen wir an, der Nullpunkt-Wert beträgt 100, die Maschine möge eine Bewegung von 20 geleistet haben, so beträgt der Maschinenfaktor 5.

Drehrichtung

Einige Leistungsteuerungen haben einen Opto-Koppler Eingang. Je nach dem, ob die LED des Opto-Kopplers gegen Masse (Emitter-Folger) oder VCC (open Kollektor) betrieben wird, invertiert dies das Signal der Drehrichtung. Falls die Maschine sich in entgegengesetzter Richtung bewegt, müssen Sie entweder die Verdrahtung korrigieren – oder dem Maschinenfaktor ein negatives Vorzeichen geben!

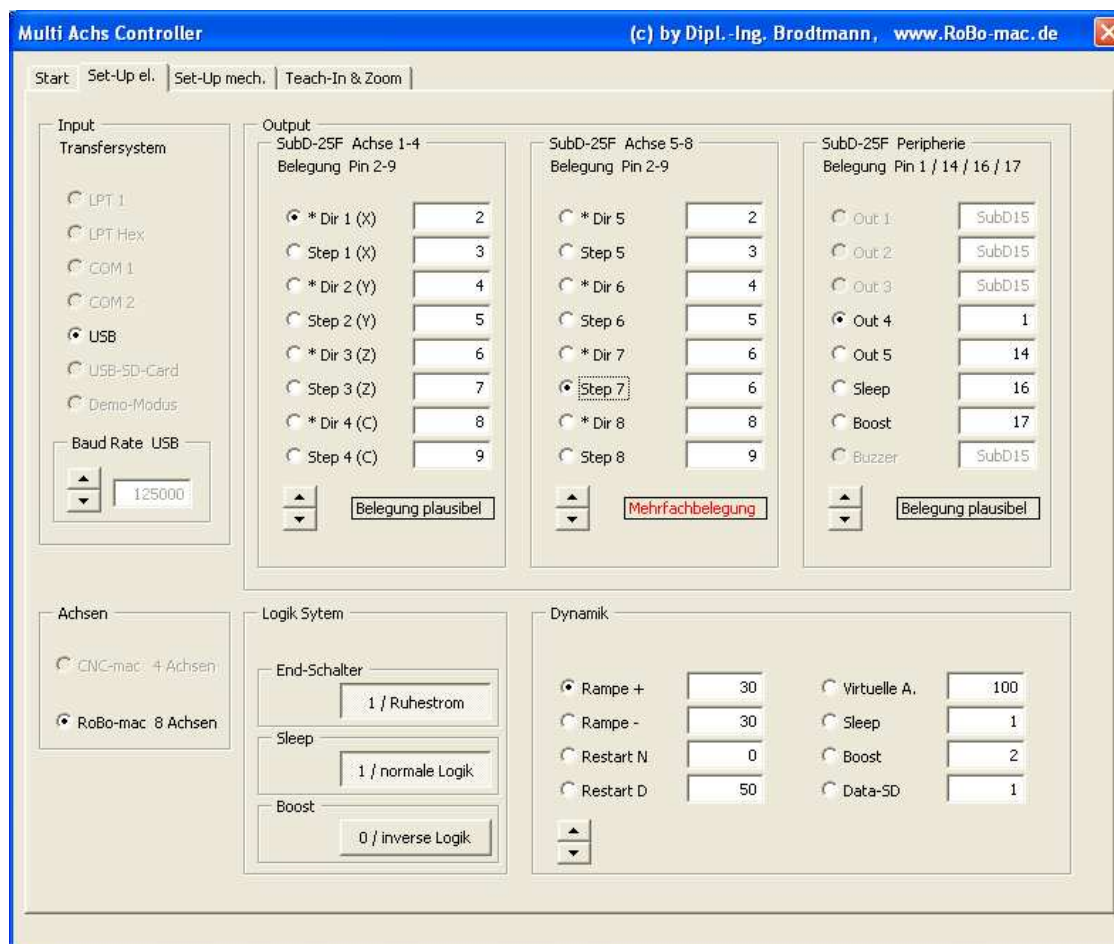
Hardware Parameter (Karteikarte 'Set-Up mech.')

Falls Ihre Power-Module die Wahl unterschiedlicher Parameter zuläßt, kann das Control-Center die Werte 'Motorstrom / Microschritt' informativ anzeigen, jedoch nicht beeinflussen. Im Anhang 'Struktur Datenprotokoll' finden Sie Informationen hierzu.

CNC & RoBo-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Control-Center 'Set-Up el.'



Die Maske 'Set-Up el.' ermöglicht rein intuitiv die Wahl der elektrischen Parameter; hierzu sind einige Informationen erforderlich, die Sie hier finden:

Input -Transfersystem (Karteikarte 'Set-Up el.')

Entsprechend Ihres PCs und Ihrer CNC & RoBo-mac Hardware wählen Sie die datentechnischen Eigenschaften LPT / COM / USB per Maus-Click.

- LPT Hex bietet die Möglichkeit einen von LPT 1 abweichenden Port zu definieren,
- für COM und USB ist die Baud Rate ergänzend wählbar.

Auf der Eingangs-karte ist hardwaremäßig die Übertragung (parallel/seriell) zu 'jumpen'.

Output (Karteikarte 'Set-Up el.')

Unter Kompatibilitätsgesichtspunkten orientiert sich die Pin-Gruppen Belegung der Steckersysteme am LPT – Druckerport. Innerhalb dieser Gruppen ist jede Pin-Belegung per Software über das Control-Center frei wählbar.

SUB D 25

Pin 2 bis 9
Pin 10 / 12 / 13 / 15
Pin 11
Pin 1 / 14 / 16 / 17
Pin 18 bis 25

Funktion

Achse 1 bis 4
Eingang
Eingang
Ausgang
Ground
Endschalter Achse 1 bis 4
Not-Aus (Öffner gegen Masse)
(z.B. Sleep / Boost / Kühlung etc.)

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Die Struktur des SUB D 25 hatte sich aus den Möglichkeiten des Druckerports als "Quasi-Norm" etabliert; sie wird im Sinne der Abwärtskompatibilität zu älteren Systemen weiterhin aufrecht erhalten. Die Pin-Belegung dieser Systeme innerhalb der Funktionsgruppen unterscheidet sich. CNC & RoBo-mac beherrscht diese Varianten.

Hinweis

- Die Pin Nr. sind unabhängig davon, ob es sich um männliche Stecker oder weibliche Buchsen handelt.
- Auf die Buchse gesehen zählt diese von rechts nach links, Lötseite umgekehrt.
- Auf den Stecker gesehen zählt dieser von links nach rechts, Lötseite umgekehrt.
- (Lange Reihe jeweils oben).
- Weitere Information zu den Stecker Systemen finden Sie unter Hardware

Logik-System (Karteikarte 'Set-Up el.')

Die Eingänge der Not- und Endschanter liegen intern hochohmig auf High (ca. 5 V), die Peripherie-Beschaltung zieht den Eingang physikalisch auf Masse; das Logik-System bestimmt die Signalauswertung. Das Logik-System der Endschanter wird per Software parametrierung und im EEPROM gespeichert.

Grundkonstellation und Lieferzustand ist "Arbeitsstrom" (logisch 0). Folgende Logiksysteme sind möglich:

- **Arbeitsstrom, (logisch 0)**
Ein betätigter Schließer zieht den Eingang auf Low,
mehrere Endschanter je Achse (z.B. links/rechts) sind parallel zu schalten.
Vorteil: Nur die Eingänge müssen bedrahtet werden, die auch ausgewertet werden.,
Nachteil: Ein Drahtbruch wird nicht erkannt.
- **Ruhestrom, (logisch 1)**
Die hochohmige Vorspannung zieht bei betätigtem Öffner den Eingang auf High,
mehrere Endschanter je Achse (z.B. links/rechts) sind seriell zu schalten.
Vorteil: Ein Drahtbruch wirkt wie eine Betätigung und wird somit erkannt.
Nachteil: Alle Eingänge müssen bedrahtet werden, - auch die nicht belegten !!!
Unter Sicherheitsgesichtspunkten ist das Ruhestrom Logiksystem zu bevorzugen.

HINWEIS

- Verwenden Sie Endschanter hoher Qualität und Schaltsicherheit.
- CNC & Robo-mac erkennt und unterdrückt zwar "Kontakt-Prellen". Schlechte Kontaktqualität kann aber zu falscher Nullpunkt-Positionierung bzw. unerwarteten Not-Abschaltungen führen.

ACHTUNG

Das Logiksystem wird im EEPROM fest gespeichert. Das LCD zeigt auf dem Start-Bildschirm, welches Logiksystem (logisch 0 bzw. 1) aktiv ist. Die Logik des Achs-Endschanter Systems (Arbeits- bzw. Ruhestrom) muß diesem entsprechen; ist dies nicht der Fall, so wird der Start abgebrochen; das LCD zeigt eine Fehler Meldung.

Unter Sicherheitsgesichtspunkten ist eine Datenübertragung nur möglich, wenn das Logiksystem der Endschanter bzw. die Not-Aus Auswertung mit der Peripherie übereinstimmen - und kein Fehler detektiert wurde. Eine Änderung des Logiksystems per Software Parametrierung ist somit nur aus einer Peripherie-Beschaltung entsprechend der jeweils aktiven Parametrierung - immer jedoch als Hardware Reset- möglich.

Endschanter-Logik Hardware Reset

Um in die Grundkonstellation (Arbeitsstrom / logisch 0) zurückzukehren sind alle ausgangsseitigen Verbindungen (Sub-D bzw. Wannen Stecker) der Hardware zu trennen und die Not-Aus Brücke in Pos 4 / 5 zu setzen. Hiernach werden der Reset-Taster (in Nähe des Prozessors), sowie der Test-Taster (in Nähe des SUB D 15) gleichzeitig gedrückt, der Reset-Taster und danach der Test-Taster innerhalb von 0,5 sec losgelassen.

- Der Testmodus (vgl. Inbetriebnahme) setzt das Endschanter Logik-System ebenfalls auf 'logisch 0'.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Sleep / Boost (Karteikarte 'Set-Up el.' / Logik System)

Beiden Signalen kann das Logiksystem "normal" / "invertiert" von einander unabhängig zugeordnet werden. Dies ermöglicht

- zum einen eine rein digitale Ansteuerung der Leistungsstufe;
- zum anderen können Leistungsstufen, die den Ausgangsstrom über Referenzspannungen steuern so unterschiedliche Spannungspegel über ein Widerstandsnetzwerk erhalten.

Zu beachten ist, daß der "Null-Wert" als Strom-Senke arbeitet; beide Signale sollten mit nicht mehr als jeweils 10 mA belastet werden.

Rampe +/- (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik)

Die Rampe+ ist bei Beschleunigung, die Rampe- bei Verzögerung wirksam.

Der angegebene Wert bestimmt die Anzahl der Rampenstufen zwischen 0 und der aktuellen Arbeitsgeschwindigkeit. In Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsveränderung einer "schnellen Achse" generiert CNC & RoBo-mac eine "asymptotische Geschwindigkeitsanpassung"; schnell wie eine Linear-Rampe und in den Übergängen weich wie eine Sinus-Rampe.

Restart N (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik)

bestimmt das Restart Verhalten bei Not-Aus.

- Wert 0 Not-Aus führt zur sofortigen Endabschaltung ohne Restart Möglichkeit.
- Wert 1 Das Programm kann ohne Schrittverlust nach Störungsbeseitigung und einem Not-Aus Reset weiter abgearbeitet werden.

Restart D (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik)

Restart / Out of Data

Max. Motor Stillstandszeit, die gewartet werden soll, bevor das System einen 'Out of Data' Fehler meldet und abschaltet. Der Wert 0 bis 255 gibt in etwa die Wartezeit in 1/10 sec an.

Sleep / Boost (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik)

Der Multi-Achs-Controller generiert zur Ansteuerung der Leistungsstufen die Signale
Automatik-aus / Automatik-ein / Automatik Not-Aus

für

- Sleep bei Motorstillstand,
- Boost bei Beschleunigung / Verzögerung analog zur Rampensteuerung, im Automatik + Not-Aus Betrieb zusätzlich bei betätigtem Not-Aus.

- Wert 0 Automatik aus,
- Wert 1 Automatik ein
- Wert 2 Automatik ein, auch bei Not-Aus

Falls der Wert 0 gewählt wird, bedeutet das auch, daß der Ausgang hardwaremäßig nicht benötigt wird, er kann somit anderweitig frei belegt werden, (vgl. Datenprotokoll KeyCode 6)

ACHTUNG

Der Automatic-Wert 2 für 'Sleep' kann (je nach Reaktionszeit der Leistungsstufen) zu Schrittverlusten führen !

Virtuelle Achse / Data SlowDown (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik)

Das Thema ist etwas komplex, Hinweise hierzu finden Sie unter 'Systemgeschwindigkeit und Taktung'

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Datenstruktur

Bestandteil des Software Paketes sind die beschriebenen Teach-In, Bedien- und Parametriermasken des Control-Centers; letztendlich greifen diese auf EXCEL[®] zurück.

Hier wird beschrieben,

- was sich im Hintergrund tut
- und, wie Sie Zugriff auf die volle Leistungsfähigkeit des Systems haben.

Die EXCEL[®] Tabellen *MA-Parameter* und *MA-Step* steuern CNC & RoBo mac:

- **MA-Parameter** beinhaltet die einmalig festzulegenden Parametrierungsdaten.
Die Set-Up Masken schreiben und lesen diese Daten.
- **MA-Step** beinhaltet die Stützpunkte der Bahnsteuerung,
- das eigentliche CNC- bzw. Robotic Programm, den "*Fahrauftrag*".
Die Teach-In Maske schreibt und liest diese Daten.

Die verwendete Datensatzstruktur wird "Zeile für Zeile" beginnend mit Zeile 11 abgearbeitet,

- jede Zeile beinhaltet einen Fahrauftrag für die Motore 1 bis 4 bzw. 8
- der 'Sende'-Wert für die Motore 1 bis 4 steht in den Spalten 11 bis 14 (K bis N)
- der 'Sende'-Wert für die Motore 5 bis 8 steht in den Spalten 15 bis 18 (O bis R)
- der 'Basis'-Wert für die Motore 1 bis 4 steht in den Spalten 31 bis 34 (AE bis AH)
- der 'Basis'-Wert für die Motore 5 bis 8 steht in den Spalten 35 bis 38 (AI bis AL)

Sende- und Basiswert sind über Maschinen- und Zoom-Faktor miteinander verknüpft, so daß dieselben Basiswert-Dateien für Maschinen unterschiedlicher Bauart nutzbar sind. Sie brauchen sich hierum nicht zu kümmern, Maschinen- und Zoom- Faktoren werden über die Set-Up Masken (el./mech.) eingegeben und im Kopfbereich (Zeile 1–10) gespeichert.

- Die Basis-Daten werden als absolute Koordinaten erfaßt,
- MA-Step errechnet hieraus die relativen Bewegungsdaten, die 'Sende'-Werte des Fahrauftrages.
- Über Teach-In hinaus haben Sie, die Möglichkeit Bewegungen mathematisch frei zu programmieren.
 - Basis-Daten, die im Spaltenbereich 31 bis 38 (AE bis AL) stehen, werden mit den hinterlegten Maschinen und Zoomfaktoren in den Sendebereich übertragen (die Formeln im Spaltenbereich 11 bis 28 (K bis AB) übernehmen dies, sie sind geschützt).
 - Tragen Sie Ihr Anwenderprogramm, die Fahraufträge, in das Sheet *MA-Step* ein.
Da EXCEL[®] ein ausgesprochen rechenfreudiges Tabellen Kalkulationsprogramm ist, können diese Zellen das Ergebnis einer individuell berechneten, komplexen "4D" Bahn-Bewegung sein oder wurden schlicht aus einem anderen Datenfile eingelesen.
 - Wo die Daten herkommen ist für die Abarbeitung durch den Multi-Achs-Controller nicht relevant,
 - wichtig ist, daß das Ergebnis im Spaltenbereich 31 bis 38 (AE bis AL) steht.
 - Dies können z.B. die Koordinaten der Roboter-Arm-Bewegung aus dem Programmpaket "Inverse Kinematik" oder der "Bezier-Kurven" seien.
 - Schleifen & Sprung
Endlos-Schleifen werden mit der Sprung-Funktion möglich, der Sprung erfolgt nach Abarbeitung der aktiven Datensatzzeile. Die folgende Zeile enthält keine Bewegungskordinaten, sondern in der Syntax:
Spalte 1 bzw. A 'GOTO', 'GoTo' oder 'goto'
Spalte 2 bzw. B Zeilen-Nr.

Die Bahnbewegung wird mit den Koordinaten des angesprungenen Datensatzes fortgeführt.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

HardWare

Mechanischer Aufbau

Das System baut auf Funktionsmodulen auf, die individuell gesteckt werden können. Dies ermöglicht kompakte Bauformen im Grundmaß einer halben Europakarte (80 x 100mm) , alternativ 19 Zoll Europakarten Einschübe.

Der Basis Baustein, Ausführung **compact** (1/2 Europa-Karte)

steuert alle hier beschriebenen Funktionen einschließlich des LCD Displays.

Die Ausgangssignale der Achsen 1 bis 4 liegen

- für externen Frontplatten Anschluß auf einer 25-poligen SUB D Buchse (Parallelport-kompatibel)
- für internen Anschluß parallel auf 26 poligem Flachband IDCC-Systemstecker nach SUB D / AWG-Norm

Die Ausgangssignale der Achsen 5 bis 8 liegen

- für internen Anschluß auf 26 poligem Flachband IDCC-Systemstecker nach SUB D / AWG-Norm

Die periphere Ein-Ausgangsebene liegt

- für externen Frontplatten Anschluß auf einem 15-poligen SUB D Stecker
- für internen Anschluß parallel auf 16 poligem IDCC-Flachband Systemstecker nach SUB D / AWG-Norm

Um beide SUB D zu stecken, müssen Sie Stecker ohne seitlich überstehende Haube verwenden.

Der Basis Baustein, Ausführung **long** (Europa-Karte)

bietet auf der "anderen Hälfte" zusätzlich zu o.g. AWG Systemsteckern der Achsen 1 bis 4 und 5 bis 8

je Achse eine aufgefächerte Ein-Ausgabenebene

(eigener Masse-Anschluß je Stecker)

- 8 je 6 polige Systemstecker (Einzeladern) für Leistungsendstufe
- 8 je 10 polige Systemstecker (Flachbandkabel AWG 28) für Leistungsendstufe, kompatibel zu NC-Step etc.
- 8 je 2 polige Systemstecker (Einzeladern) für Achs-Endschalter

sowie

- 10 je 2 polige Systemstecker (Einzeladern) für Peripherie-Steuersignale

Die Karte verfügt ergänzend über 96 Bohrungen für Europakartenstecker "19 Zoll" (unbestückt), so daß eine individuelle Rangierverdrahtung entsprechend Ihrem 19-Zoll Bus möglich wird.

Der Ausgangs Baustein "8-Achs Variante"

führt die Ausgangssignale der Achsen 5 bis 8

- für externen Frontplatten Anschluß auf eine 25-polige SUB D Buchse (Parallelport-kompatibel)

Er sitzt in Sandwich Bauweise auf dem Basisbaustein (für die long Variante nicht erforderlich).

Der Eingangsbaustein

sitzt in Sandwich Bauweise unter dem Basisbaustein; z.Zt. lieferbar in

Ausführung LPT/COM bzw. LPT/USB; wahlweise:

- LPT/COM mit galvanischer Optokoppler Trennung zum Basis Baustein
 - LPT/COM ohne galvanische Trennung
- jeweils mit 25-poligem SUB D Stecker sowie 9-poliger SUB D Buchse

- LPT/USB ohne galvanische Trennung

mit 25-poligem SUB D Stecker sowie USB Buchse.

19-Zoll Frontplatte

Das Sandwich-Pack ist selbst tragend und hat einen am Norm-Rastermaß des 19-Zoll Rahmens orientierten Karten-Abstand (20 mm). Frontplatten Ihres Rahmensystems werden mit den Haltschrauben der SUB D befestigt.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Optokoppler und galvanische Trennung

Falls Optokoppler zur galvanischen Trennung verwendet werden ist zu entscheiden, auf welcher Hardware Seite des Controllers der Optokoppler installiert wird. Bei eingangsseitiger Beschaltung sind die Anforderungen an den Optokoppler Baustein höher als bei einer ausgangsseitigen; er muß (wie das Optokoppler-Modul des CNC & Robo-mac) für die Übertragungsrate und das Handshake Protokoll des Datentransfers geeignet sein.

ACHTUNG

Keinesfalls darf die galvanische Trennung durch die Stromversorgung der Endschalter bzw. das Massesystem gebrückt werden. Die Schirmungen der Sub-D Ein- und Ausgänge sind werkseitig *Masse frei*, die Schirmung des Basisbausteins (Ausgang) kann individuell mit dem benachbarten Masse-Pin verbunden werden.

Die Schirmungen der Sub-D Ein- und Ausgänge und ihre zugeordneten Potential Systeme dürfen nicht durch eine Metall-Frontblende gebrückt werden! Der Basisbaustein "long" ist alternativ ohne SUB D Ausgangsstecker lieferbar.

Systemkompatibilität

Die Pin-Kompatibilität der Steckersysteme wird aus dem Control-Center (Karteikarte 'Set-Up el.' / Output) per Maus-Click unter Beachtung der Abwärtskompatibilität zu älteren Systemen parametrierbar.

- In der 4-Achs Version (Basis-Baustein compact)
verhält sich CNC & RoBo-mac ausgangsseitig wie ein PC-Druckerport.
Er wird an den Hardware Eingang des Leistungsteils über
- ein 25 poliges PC-Datenkabel (Drucker-Verlängerungskabel SUB D 25)
- oder das 26 polige Flachband Kabel (SUB D / AWG-Norm)
angeschlossen.

Endschalter und Not-Aus sind ebenfalls über diese Kabel mit CNC & RoBo-mac verbunden.
Daten Ein- und Ausgang sind pinkompatibel zu gängigen Lösungen aus dem Control-Center parametrierbar.

- In der 8-Achs Version (Basis-Baustein compact)
sind die Ausgänge der Achsen 5 bis 8 zusätzlich wie die 4 Achs-Version beschaltet und parametrierbar.
Das Not-Aus Signal wird im Sinne der Eindeutigkeit lediglich im Stecker der Achsen 1 bis 4 geführt.
- Der Basis-Baustein long (4 bzw. 8 Achsversion)
empfiehlt sich für Leistungsteile mit Einzel-Drahtanschluß bzw. den Direktanschluß von Leistungsteilen mit 10 pol. AWG-Stecker. Die Pin-Belegung ist ebenfalls parametrierbar, s.u.

Der Basis-Baustein long wird ergänzend als individuelle OEM-Industrielösung mit Steckertyp und Belegung nach Kundenwunsch gefertigt.

Hinweis

Der Basis Baustein, Ausführung long (Europa-Karte) bietet über die SUB D Stecker hinaus weitere Stecker-Systeme. Im EXCEL[®] Arbeitsblatt **Pin-Belegung_out** finden Sie die Zuordnung untereinander:
- Das z.B. auf SUB D 25 / Pin 6 liegende Signal (was immer Sie hierfür gewählt haben)
- liegt parallel auf den Steckern 3 (Wanne AWG 10 / Pin 4 bzw. Einzelader / Pin 1)

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Inbetriebnahme, Hardware Parametrierung und Test-Modus

(s. hierzu auch Bestückungs- / LayOut-Plan)

Vor der erstmaligen Inbetriebnahme muß

- die Stromversorgung,
- die Datenübertragung (seriell/parallel) sowie
- das Not-Aus System
per Jumper gewählt, sowie unter rechtlichen Gesichtspunkten
- die Lizenz und Gewährleistungsvereinbarung
akzeptiert und durch Eingabe des Lizenz-Codes über das Control-Center bestätigt werden.

Die *Lizenz und Gewährleistungsvereinbarung* finden Sie im Anhang dieses Manuals.

LCD-Display

Der Benutzer kann seine Sprache über das Control-Center frei wählen. Hinterlegt sind z.Z. Deutsch und Englisch; weitere Sprachen auf Anfrage.

- Das Display ist über einen 16-poligen Stecker mit dem Basis-Baustein verbunden; Pin 16 ist codiert, um ihn nicht mit dem 16 poligen Stecker für internen Anschluß der peripheren Ein- Ausgangebene zu verwechseln.
- Nach Einschalten der Stromversorgung zeigt das LCD-Display eine Information zum Betriebszustand. Der LCD-Kontrast ist über den Poti in Nähe des LCD-Steckers einstellbar.

Stromversorgung

Wahlweise über unregelmäßiges Steckernetzteil 8-12 V AC oder DC oder über 26-poligen Wannenstecker aus der zu steuernden Hardware.

Auf dem Basis Baustein befindet sich in Nähe der SUB D 25 Buchse ein T-förmiges Jumper Stift Array, dessen Sternpunkt der Jumper mit einer Stromquelle verbindet.

- Jumper Stellung T "senkrecht"
externes Steckernetzteil, Einspeisung über 3 poligen Stecker AC/DC, 8-12 V
- Jumper Stellung T "Querbalken"
Richtung 26-pol Wannenstecker Achse 1 - 4 bzw. 5 – 8; die Richtung bestimmt die Versorgungsquelle.

Datenübertragung

Das Datentransfer Protokoll wird - per Jumper wählbar - seriell oder parallel übertragen.

Der Jumper befindet sich auf der Unterseite des Eingangsbausteins (S = gesteckt / P = offen)

Das LCD-Display zeigt nach jedem Reset, welches System aktiv ist.

Parallele Übertragung (LPT-Schnittstelle)

Der Vorteil paralleler Datenübertragung liegt in einer hohen Übertragungsgeschwindigkeit bei hoher Übertragungssicherheit (Industrie-Atmosphäre); Datenraten von 50 bis 100 kByte / sec sind realistisch; somit kann selbst bei hoher Taktfrequenz der komplette Datensatz während einiger weniger Impulse übertragen werden.

Serielle Übertragung (COM-Schnittstelle, 38.400 / 57.600 Baud)

Die (nicht mehr aktuelle) COM-Technologie wird lediglich unter den Gesichtspunkten der Abwärts-Kompatibilität angeboten; sie ist nur bei geringer Impulsfrequenz (ca. 3–5 kHz) bzw. einer hohen Schrittzahl je zu übertragendem Datensatz sinnvoll. Es droht sonst die Gefahr, daß der Fahrauftrag abgearbeitet ist, bevor ein neuer Fahrauftrag übertragen wurde. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken reduziert der Multi-Achs-Controller bei geringer Schrittzahl zwar die Impulsfrequenz, bei zeitkritischen Aufgaben ist jedoch die parallele Datenübertragung bzw. USB zu bevorzugen.

- Der Multi-Achs-Controller verwendet eine 9-polige Buchse in MODEM-Beschaltung;
verwenden Sie ein Modem-Kabel (Stecker/Buchse ohne getauschte Adern).

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Serielle Übertragung (USB-Schnittstelle, 38.400 / 125.000 Baud)

ist die zweifelsfrei modernste Technologie aus dem Zusammenwachsen von VIDEO und PC. USB bietet einfaches Plug & Play für den technisch nicht immer begabten Home- & Office User - sowie kleine handliche Stecker.

- Im Werkzeugmaschinenbereich und rauher Arbeitsumgebung erscheinen USB-Steckverbinder hingegen mechanisch unterlegen und sollten besonders gesichert / gekapselt werden.
- USB ist EMV anfällig und datentechnisch komplex; unter Sicherheitsgesichtspunkten dürfen im Industrie Bereich keine verzweigten "USB-Sterne" aufgebaut werden; der EMV Schutz ist "penibel" zu beachten!

Der in Low-End-Lösungen mitunter genutzte "Virtuelle Com-Port" ist vor diesem Hintergrund datentechnisch ungeeignet. CNC & RoBo-mac arbeitet mit einem speziell optimierten USB-Treiber, der EMV-Störungen meist erkennt; - trotzdem ist die parallele Datenübertragung im Industrie Bereich zu bevorzugen.

Logik-System 'Not-Aus'

Der Multi-Achs-Controller überprüft vor jedem Restart und während der Impulsgenerierung (bis zu ca. 15.000 mal je Sekunde) das Endschalte- und Not-Aus System. Die Eingänge der Not- und Endschalte liegen intern hochohmig auf High (ca. 5 V), die Auswertung erwartet, daß ein nicht betätigter Not-Aus den Eingang auf Masse zieht.

ACHTUNG

Für die Not-Aus und Endschalte Funktionen sind die einschlägigen VDE- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.

- Nach diesen Vorschriften zählen Not-Aus Systeme zu den Sicherheitsschaltungen und sind von Elektronik unabhängig als selbstüberwachend, kontaktbehaftet auszuführen.
- Der Not-Aus Schalter muß ein Ruhestrom überwachter Öffner gegen Masse sein (also unbetätigt Low, betätigt High).
- *Steuerungen - wie CNC & RoBo-mac - dürfen diese Signale lediglich zusätzlich auswerten.*

Grundsätzlich kann CNC- & RoBo-mac das Not-Aus und Achs-Endschaltes System aus vorhandener Hardware nutzen, falls diese Signale "PC-üblich" auf den 25 poligen SUB D bzw. den Wannenstecker geführt sind. Alternativ hierzu können diese Signale über das Peripherie Stecker System direkt auf die Hardware geschaltet werden. Beide Alternativen sind aus Sicht des Multi-Achs-Controllers gleichwertig:

- Das Logik-System der Not-Aus Auswertung wird unter Sicherheitsgesichtspunkten über die Stellung eines Jumpers auf der 5-poligen Stiftleiste (innen 1, außen 5) per Hardware parametrisiert.

 Pos 1 / 2 Not-Aus Signal der Peripherie wird invertiert
 Einige Hardware-Systeme (z.B. NC-Step) geben das Not-Aus Signal invertiert entsprechend dem vom PC Parallel-Port vorgegebenen Logik-System ab. In diesem Falle ist Pos. 1 / 2 zu wählen.

 Pos 2 / 3 Not-Aus Signal der Peripherie wird nicht invertiert

 Pos 4 / 5 Not-Aus-Brücke
Nur für Inbetriebnahme und Test-Funktion ohne Peripherie.
 Es empfiehlt sich, den Jumper mit einem Zug-Faden auszurüsten, um ihn ggf. schnell ziehen zu können.

Die Ausführung 'long' bietet getrennte Stecker Arrays zur Ansteuerung der Motor Endstufen, des Not-Aus System etc.

- Die Not-Aus Schleife wird entweder über dieses Stecker Array oder die Sub-D bzw. Wannen-Stecker geführt, keinesfalls jedoch gemischt parallel.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

- Die Ausführung 'long' bietet zwar die Möglichkeit einer direkten Not-Aus Ansteuerung der Endstufen in *invertierter* oder *nicht invertierter* Logik (vgl. oben, 1 / 2 bzw. 2 / 3) mit einem 2ten Jumper-Array (Nähe Stecker-Bank); jedoch sollte diese Option mit Bedacht gewählt werden:

CNC & RoBo-mac ermöglicht einen Re-Start nach Not-Aus ohne Schrittfehler. Einige Motor Endstufen treten bei Not-Aus jedoch in den nächsten Voll-Schritt (vgl. Stepmotore und deren Ansteuerung). Um den hierdurch generierten Schrittfehler zu vermeiden ist ggf. das interne Not-Aus System der Endstufen zu deaktivieren.

Parametrierung per Software

Nachdem die 3 bzw. 4 Jumper (Stromversorgung / Datentransfer / Not-Aus) gesetzt sind, erfolgen alle weiteren Parametrierungen sowie die Lizenz-Bestätigung per Datentransfer über das Control-Center. Setzen Sie die Werte "nach bestem Wissen und Gewissen", - und nutzen Sie den:

Inbetriebnahme & Test-Modus

Vor der eigentlichen Inbetriebnahme sollten Sie unbedingt die Hard-Ware auf einwandfreie Verdrahtung prüfen, der Test-Modus des Multi-Achs-Controllers unterstützt Sie hierbei!

Der Test-Modus kann aufgerufen werden, sobald die Pin-Belegung (vgl. Karteikarte 'Set-Up el.' / Output) parametrierung ist.

- Not-Aus und Endschalter**

Auf dem PCB-Board befinden sich u.a. 2 Microtaster, der Reset-Taster in der Nähe des Prozessors, der Test-Taster in der Nähe des SUB D 15. Wir benötigen zunächst nur den Reset-Taster.

Schalten Sie zunächst nur die 5V Steuerspannung, nicht jedoch die Power-Stromversorgung der Motor-Leistungseinheiten ein. Drücken Sie kurz die Reset-Taste (in der Nähe des Prozessors).

Das Start-Display zeigt die Versions-Nr. sowie unter der Überschrift:

Port Logik Takt deren Parametrierung

- Port LPT oder COM bzw. USB
- Logik erste Ziffer (links vom Bindestrich) die Logik des Endschalter Systems (Arbeits- / Ruhestrom) zweite / dritte Ziffer (rechts vom Bindestrich) die Logik der Sleep / Boost Ansteuerung
- Takt den im Inbetriebnahme und Test-Modus gewählten Takt (in kHz).

- Erhalten Sie diesen Bildschirm nicht, so schauen Sie weiter oben nach.

Um die Einwandfreie Funktion der Not-Aus und Endschalter zu prüfen, betätigen Sie den Prüfling und drücken bei betätigtem Schalter zusätzlich kurz die Reset-Taste. Die Start-Routine erkennt dies als Fehler und meldet den betätigten Schalter. Wiederholen Sie die Prozedur mit jedem einzelnen Schalter.

- Neendrehzahl**

Im Rahmen der Inbetriebnahme sollte die max. mögliche Neendrehzahl ermittelt werden, hierfür steht ein zusätzlicher Test-Modus zur Verfügung. Die jeweilige Taktfrequenz wird auf dem LCD-Display angezeigt, Abweichungen zwischen Ist-Frequenz und Anzeige liegen typisch unter 1%.

Im Test-Modus

- beendet der Not-Aus Schalter den Test-Modus,**
- haben die Endschalter Eingänge keine Funktion.**

Der Testmodus setzt das Endschalter Logiksystem auf Arbeitsstrom (logisch 0).

Falls die Endschalter nach dem Ruhestromprinzip arbeiten (empfohlen) müssen die Stecker-Verbindungen für den Testmodus getrennt werden.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Auf dem PCB-Board befinden sich u.a.

- ein Trimmer (Poti), in der Nähe des SUB D 15 sowie
- 2 Microtaster
 - der Reset-Taster in der Nähe des Prozessors,
 - der Test-Taster in der Nähe des SUB D 15.

Stellen Sie den Trimmer unter Sicherheitsgesichtspunkten zunächst auf "Links-Anschlag".

Um in den Test-Modus zu gelangen, werden Reset + Test-Taster gleichzeitig gedrückt, der Reset-Taster losgelassen und danach der Test-Taster innerhalb von 0,5 sec ebenfalls losgelassen. Alle angeschlossenen Motore drehen jetzt mit einer am Trimmer einstellbaren Geschwindigkeit. Bei jedem erneuten Drücken des Test-Tasters wird die am Trimmer eingestellte Drehzahl übernommen und die Drehrichtung der Motore ohne Rampe geändert. Ohne Rampe bedeutet: Maximale dynamische Belastung. Gesucht - und mit dem Trimmer eingestellt - wird ein Wert, bei dem die Motore gerade noch umsteuern (Nenndrehzahl).

Der Einstellbereich des Trimmers überstreicht den vollen Drehzahlbereich – die Auflösung sinkt mit zunehmender Drehzahl. Um die Auflösung auf den oberen Drehzahlbereich zu fokussieren, kann die Brücke neben dem Trimmer (senkrecht stehend) durch einen "geeigneten" Widerstand, ca. 1 – 100k ersetzt werden.

Merken Sie sich den ermittelten Wert und stellen Sie für die weiteren Versuche eine geringere Drehzahl ein. Den ermittelten Wert können Sie jederzeit über das Poti wieder einstellen. Der Startbildschirm des LCD-Display zeigt nach jedem Reset den aktuellen Wert.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Systemgeschwindigkeit und Taktung

Step- bzw. Schritt-Motore sind eigentlich eher Drehmagnete als Motore. Beim Anlegen einer Spannung richtet sich der Anker aus, hierbei macht er einen Schritt - oder auch nicht (je nach seiner vorherigen Nord/Süd-Ausrichtung). Für jeden weiteren Schritt, ist die Spannung immer wieder umzupolen (vgl. Stepmotore und deren Ansteuerung).

Oftmals anzutreffen sind Schritt-Motore, die im "Vollschritt Betrieb" für eine Umdrehung 200 Schritte benötigen, pro Schritt also einen Drehwinkel von 1,8 Grad zurücklegen. Durch entsprechende Ansteuerungstechnik können diese Motore jedoch auch so getaktet werden, daß

- 400 Schritte a 0,9 Grad (1/2-Schritt)
- 800 Schritte a 0,45 Grad (1/4-Schritt)
- 1600 Schritte a 0,225 Grad (1/8-Schritt) etc.

zu einer Motor Umdrehung führen. Der Markt bietet entsprechende Endstufen mit der erforderlichen Teilschritt Steuer-Logik.

Achtung

Teilschritte, insbesondere Mikroschritte sind dynamisch - aber nicht (unbedingt) stillstand stabil!

Step-Motore können somit aus dem labilen Gleichgewicht der "Stop-Phase" undefiniert in den nächsten magnetisch stabilen Voll-Schritt vor oder nachtreten! Ob dies so ist, hängt von der Motor Endstufe ab.

Eingangsseitig werden die Motor-Endstufen mit einem Takt-Signal versorgt, für eine Umdrehung mit 1600 Schritten werden 1600 Takte erforderlich. Die Taktfrequenz bestimmt die Motorgeschwindigkeit (in U/min bzw. U/sec).

Welche Drehzahl erreichbar ist, hängt letztendlich vom dynamischen Verhalten des Gesamtsystems und seiner beschleunigten Massen ab. Im *Inbetriebnahme und Test Modus* bietet CNC & RoBo-mac die Möglichkeit, diesen Wert auszutesten.

Rampen-Steuerung (Karteikarte 'Set-Up el. ' / Dynamik)

Welche Umdrehung ein Schritt -Motor maximal erreicht, hängt von seiner Belastung, seiner Bauart, der Leistung der Endstufe und deren Ansteuerung (Taktung) ab. Um eine höhere Drehzahl zu erreichen, muß der Motor zunächst mit einer niedrigen Taktfrequenz gestartet und die Frequenz von Takt zu Takt erhöht werden - um so zu beschleunigen. Erhält der Motor "von jetzt auf gleich" die volle Taktzahl, so läuft er möglicherweise gar nicht an, sondern gibt lediglich Magnetisierungsgeräusche ab, wird kurzfristig heiß und evtl. zerstört.

Die beschriebene Ansteuerung wird üblicherweise als Rampen-Steuerung bezeichnet, da der Motor über eine Rampe von 0 auf Betriebsgeschwindigkeit beschleunigt wird. Einfache Rampensteuerungen arbeiten linear, d.h. die Taktzahl wird von Takt zu Takt um denselben Wert erhöht, bis die Nenndrehzahl erreicht ist. Dies funktioniert, gibt jedoch bei Erreichen der Nenndrehzahl einen leichten Ruck, da die Beschleunigung schlagartig aufhört. Um diesen Ruck zu vermeiden, verwenden bessere Taktgeber eine Sinus-Rampe; die hiermit erreichbaren Beschleunigungswerte liegen meist unter denen einer Linear-Rampe.

Der Multi-Achs-Controller arbeitet mit einer "asymptotischen" Rampe; schnell wie eine Linear-Rampe und in den Übergängen weich wie eine Sinus-Rampe. Im Parametrierungsdatensatz wird individuell hinterlegt, mit welcher Geschwindigkeit die Rampe durchlaufen, die Drehzahl zu Beginn bzw. Ende eines Fahrauftrages also hochgefahren oder abgesenkt wird.

Ein guter Rampen-Wert liegt bei etwa 4 bis 8 mal Microschrittauflösung. Ein Motor ist hiermit nach 7 bzw. 14 Grad auf Nenn-Drehzahl.

ACHTUNG

Eine Rampe ist nicht immer optimal, unter *Optimale Arbeitsgeschwindigkeit* finden Sie Hinweise hierzu.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Master-Geschwindigkeit

Neben der Beschleunigung über die Rampe besteht die Möglichkeit, die Geschwindigkeit von Fahrauftrag zu Fahrauftrag nahezu kontinuierlich anzupassen um "weiche" Bewegungsabläufe zu realisieren. Die im Test-Modus ermittelte Nenndrehzahl kann (mit einer Auflösung von ca. 0,75%) auf unter 1% abgesenkt und in Abhängig von Dynamik und Massen des Gesamtsystems um bis zu 100% übertaktet werden - so die Grenzfrequenz es zuläßt. Der sich hieraus ergebende Wert ist definiert als Master-Geschwindigkeit.

- Hierzu ist die aktuelle Master-Geschwindigkeit gegenüber der im Inbetriebnahme- und Testmodus ermittelten Nenndrehzahl in 255 Stufen veränderbar. 128 entspricht der Nenndrehzahl (100%), 1 bis 255 dem hiermit multiplizierten 128tel (1-127 langsamer / 129 -255 schneller).
 - Dieser Wert (1 bis 255) wird im Control-Center (Karteikarte 'Teach-In' / V-master) eingetragen,
 - er bestimmt die Mastergeschwindigkeit des aktuellen sowie der folgenden Datensätze.
 - Theoretisch kann jedem Datensatz eine eigene Mastergeschwindigkeit zugeordnet werden.
- Faustformel: $V\text{-master} = \text{Gewünschte Geschwindigkeit in (\%)} \cdot 1,3$.

Optimale Arbeitsgeschwindigkeit

Die Aufgabe bestimmt, was optimal ist!

Bei einer reinen Positionier-Steuerung ist es vermutlich optimal, die gewünschte Position so schnell wie möglich zu erreichen, bei einer Bahn-Steuerung ist evtl. die kontinuierliche Geschwindigkeit am Werkstück Optimierungskriterium. Besonders komplex ist "das Absetzen eines vollen Sektglases".

Der Multi-Achs-Controller bietet mehrere Möglichkeiten, die miteinander kombinierbar sind:

Die folgenden Ausführungen - und ihre Umsetzung - sind ähnlich komplex, wie das Absetzen des Sektglases. Hier hilft nur *Learning by doing* mit *Try and Error*.

Grundsätzlich gilt:

- An jedem Fahrauftrag – also der Bewegung zwischen 2 beliebigen Bahnpunkten - sind bis zu 8 Achsen beteiligt. Die Geschwindigkeit dieser Achsen orientiert sich an den Weg / Taktverhältnissen untereinander. Die Achse mit der jeweils höchsten Taktzahl fährt die max. mögliche Geschwindigkeit des Fahrauftrages, die Master-Geschwindigkeit.

Die absolute Geschwindigkeit aller anderen Achsen wird aus ihrem Verhältnis zur Master-Geschwindigkeit interpoliert. Nach Abarbeitung eines Fahrauftrages haben alle Motore ihren gewünschten Drehwinkel (bei unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit) synchron erbracht. Die individuelle Winkelgeschwindigkeit jedes Motors bleibt während des einzelnen Fahrauftrages konstant - so keine Rampe gefahren wird.

- Die Rampenautomatic bewertet die Geschwindigkeitsänderung einer "schnellen Achse". Schnell ist definiert als "80% Master-Geschwindigkeit und mehr":
 - Ändert sie ihre Drehrichtung,
 - sinkt ihre Geschwindigkeit auf weniger als $1/8 = 12,5\%$ oder
 - wird eine *langsame* Achse zur *schellen*
 so wird zwischen dem aktiven und dem folgenden Fahrauftrag die Rampe aktiviert.

Um die gewünschte Bahn-Kinematik zu gewährleisten, müssen alle Achsen mit kontinuierlicher Geschwindigkeit arbeiten oder diese synchron ändern. Das Anfahren einer Achse von 0 auf "schnell" unterbricht somit die kontinuierliche Geschwindigkeit anderer. Ob dies im Einzelfall sinnvoll ist hängt von der Aufgabe ab.

Tipp:

Wird die Beschleunigung auf 2 oder mehr Fahraufträge verteilt, z.B. "0 auf 30 / 30 auf 70 / 70 auf 100%" so wird die Rampenautomatic nicht aktiv.

- Die absolute Geschwindigkeit jeder einzelnen Achse wird aus ihrem Verhältnis zu einer schnellen beeinflusst. Hat die schnelle Achse ihr Ziel erreicht, so kann u.U. eine andere Achse ungewollt zur schnellen werden:

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Die Berechnung erfolgt für jeden Fahrauftrag separat, hierdurch wird die gewünschte Position in kürzester Zeit erreicht; die resultierende Fahrgeschwindigkeit am Werkstück kann jedoch ruckhaft werden.

- **Virtuelle Achse und Master-Geschwindigkeit** (Karteikarte 'Set-Up el. ' / Dynamik)
Prozesse, bei denen die individuelle Geschwindigkeit der Achsen direkt von ihrer Taktzahl abhängig sein soll, arbeiten mit einer "virtuellen Achse", die die Master-Geschwindigkeit vorgibt. Dies entkoppelt die Achsen untereinander; die Berechnung erfolgt dann nicht von Fahrauftrag zu Fahrauftrag separat, sondern berücksichtigt den Gesamtprozess. Die Taktzahl dieser virtuellen Achse sollte (knapp) über der max. Taktzahl aller am Gesamtprozeß beteiligten Fahraufträge liegen.

Im Kopfbereich des EXCEL®-Sheets *MA-Step* (Zeile 10) finden Sie den max. Step-Wert je Achse, der eine Orientierungshilfe für die Step-Zahl der Virtuellen Achse darstellt. Nicht berücksichtigt wird der Start-Wert in Zeile 11, der meist der Positionierung (sekundärer Bahn-Nullpunkt) dient.

ACHTUNG

Die Virtuelle Achse bezieht sich auf die effektive Impulszahl, die Maschinen- und Zoomfaktor aus der Parametrierung berücksichtigt.

Grenzfrequenz des Multi-Achs-Controller

Die Grenzfrequenz ist als die Frequenz definiert, die theoretisch erwartete Schritt-Impulse noch nicht verliert.

Der Multi-Achs-Controller ermöglicht eine Grenzfrequenz von bis zu 20 kHz, die für Schnellfahrten übertaktet werden kann. Im Vollschrittbetrieb entspricht dies 6.000 U/min. Unter Last wird diese Drehzahl von kaum einem Schrittmotor erreicht; er verliert Schritte - und quietscht. Die hohe Taktfrequenz findet daher primär im Mikroschrittbetrieb ihren Einsatz.

Wegen der Rückfragen zur Grenzfrequenz:

Das Thema ist z.Z. offenbar Main-Stream. 60 kHz Taktfrequenz zu erzeugen ist nicht das Problem, kritisch ist die Taktpräzision während der Übergänge zwischen den Datensätzen. Ob sich die "Porsche Fans" das alle mit dem Oszillografen angeschaut und die Impulse gezählt haben kann ich - um es zurückhaltend auszudrücken - nicht beurteilen.

Allerdings verringert sich rein mathematisch betrachtet der relative Schrittfehler bei höheren Taktraten; in praxi: Schrittfehler gehen in der Toleranz unter.

Und nun für die "Porsche-Fans": Eine Turbo-Version CNC & RoBo-mac 60 kHz ist in Entwicklung – die "Null-Fehler" Philosophie und deren Mathematik (s.u.) bleiben jedoch Entwicklungspriorität.

Die Übertragung des Fahrauftrages und die Berechnung, welcher Motor mit welcher Drehzahl hieran teilnimmt findet zwischen den Schritt-Flanken statt. Die Rechenzeit hierfür bestimmt die Grenzfrequenz.

Während und unmittelbar nach Übertragung eines Fahrauftrages ist mehr Rechenaufwand erforderlich als bei der eigentlichen Abarbeitung. Soll für eine Schnellfahrt selbst die Grenzfrequenz übertaktet werden, so empfiehlt es sich keinesfalls, die Geschwindigkeit mit mehreren Einzel-Fahraufträgen hochzufahren. Statt dessen ist unter Nutzung der Rampen-Automatik aus dem Stillstand auf übertaktete Master-Geschwindigkeit zu beschleunigen, die Rechenzeit fällt dann in die Rampe!

Alle zeitkritischen Programmabschnitte - und das sind nahezu alle Berechnungen der Geschwindigkeit - wurden Register-optimiert in Assembler programmiert. Ein spezieller Algorithmus sorgt ergänzend dafür, daß keine Impulse verloren gehen, selbst wenn die Berechnung nicht rechtzeitig abgeschlossen wurde (Grenzfrequenz übertaktet); in derartigen Fällen wird der Schritt nachgeholt. Die Vorgänge spielen sich im Mikrosekunden Bereich ab. Eine impulsförmige Änderung des Betriebsgeräusches ist ggf. hörbar.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Betriebsstörung und Fehlermeldung

Störungen sind grob in 4 Gruppen zu unterscheiden

- Betriebsbedingte Störungen
wie Not-Aus und Endschalte-Betätigung; diese werden hier nicht betrachtet.
- Hardware-Störungen
sind meist auf nicht fehlerfreien Aufbau, Wackelkontakt bzw. schlechte Kabelverbindung zurückzuführen. Empfehlung: Kurze, gut geschirmte Kabel und der Einbau der Hardware in ein ebenfalls geschirmtes Metallgehäuse. Die einschlägigen EMV-Richtlinien sind hier hilfreich.

In der Betriebsart "Parallel Datentransfer" bzw. "USB" überwacht CNC & RoBo-mac den Leitungszustand – und beenden bei detektierter Unterbrechung / Wackelkontakt die Datenübertragung.

- Software-Störungen
Grundsätzlich sind Fehler in der Software-Entwicklung nicht auszuschließen (vgl. Produkthaftung). Unabhängig hiervon, kann jedoch auch einwandfreie Software betriebsbedingte Aussetzer bzw. Ausfälle zeigen, wenn Leistungs- und Systemgrenzen erreicht bzw. überschritten werden; hier einige Hinweise:
- System-Grenzen
Voraussetzung für einen einwandfreien Betrieb ist ein stabil laufendes Windows, das auch bei anderen Programmen (z.B. Video) keine Fehler (Ruckler, Bildüberschneidungen etc.) zeigt – Windows 98 hat hier nicht den besten Ruf!

Kritisch ist es in jedem Falle, ein Multi Tasking Betriebssystem wie Windows an dessen Leistungsgrenze zu fahren. Rechenintensive Programme wie Bildbearbeitung und Video haben einen hohen Ressourcen Bedarf. Stellt Windows zu Gunsten dieser Programme dem Datentransfer zwischen steuerndem PC-Programm und der Hardware nicht genug Kapazität zur Verfügung, so sind "Humpler" nicht zu vermeiden, - dies spätestens, nachdem der Hardware Datenspeicher abgearbeitet ist.

Wann und wie oft dies der Fall ist, ist auch von der Struktur des CNC-Programms abhängig: Ist die Motorfrequenz höher, so ist der Fahrauftrag schneller abgearbeitet als bei einer geringen Frequenz. Beinhalten die Fahraufträge kurze Weglängen, so müssen mehr Fahraufträge als bei langen Weglängen für vergleichbare Streckenlängen übertragen werden. In jedem Fall wird die Zeit für die Abarbeitung eines Fahrauftrages, die "Reichweite" kürzer. Innerhalb derselben Zeit werden also mehr Fahraufträge erforderlich.

Unabhängig von seinem Inhalt beansprucht jeder Fahrauftrag eine feste Datentransfer + Auswertzeit, die im Time-Sharing zwischen den Steps abgearbeitet wird; Richtwert (LPT/USB) 4-Achsversion: ca. 3 msec, 8-Achsversion: ca. 4 msec. Nähert sich die Reichweite diesem Wert, so wird die Datenübertragung kritisch. Einzelne Fahraufträge um die 5 – 6 msec sind "eingebettet" zwischen längeren möglich, im Schnitt sollten die Fahraufträge 15 bis 20 msec nicht unterschreiten.

CNC & RoBo-mac puffert in der 4-Achsversion 250 Datensätze, in der 8-Achsversion 160 DS. Bei Fahraufträgen mit einer Reichweite von je 20 msec entspricht dies für die 4 Achs-Version ca. 5 sec Pufferzeit (8 Achsen: ca. 3,2 sec). Der Puffer wird nachgeladen, sobald Windows dem Datentransfer Systemzeit zur Verfügung stellt. Typischer Weise "atmet" der Pufferspeicher hierbei in einem Füllgradbereich von 85 bis 100%.

Grundsätzlich aber gilt:

Wird weniger nachgeladen als verbraucht wird, so ist auch der größte Puffer irgendwann leer und es kommt zum Motorstillstand. CNC & RoBo-mac verfügt deshalb über eine Restart-Funktion:

- Im Control-Center (Karteikarte 'Set-Up el.' / Dynamik / Restart D) kann hinterlegt werden, welche Stillstandszeit max. gewartet werden soll, bevor das System einen 'Out of Data' Fehler meldet und abschaltet. Der wählbare Wert 0 bis 255 gibt in etwa die Wartezeit in 1/10 sec an.

CNC & ROBO-MAC

KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Software Installation

Der Multi-Achs-Controller wurde unter Windows XP® und EXCEL 2003® sowie Windows 7® / EXCEL 2007® entwickelt und getestet. Das Programm ist in angepaßter Version bereits unter Windows 98SE® / EXCEL 97® lauffähig. Windows 98SE® unterstützt USB nur unzulänglich; verwenden Sie an dessen Stelle den Parallel Port LPT (empfohlen) oder den Seriellen Port COM (wegen geringer Übertragungsleistung nur bedingt empfohlen).

Das Multi-Achs-Controller Paket besteht aus den 3 System-Komponenten

- Hardware mit integrierter Firmware
- PC-Software lauffähig unter EXCEL®

Ab Version 17 besteht die PC-Software aus einem Controller-Modul (XLA-Datei) und einem getrennten Master-Modul (XLS- / bzw. ab EXCEL® Version 2007: XLSM-Datei) aus dem Sie die objektspezifischen Dateien erstellen. Beide Dateien sind aufeinander gepaart und erwarten sich gegenseitig; ist eine der Dateien nicht geladen, so meldet dies die andere.

Die Masterdatei enthält systemspezifische Parametrierungen, die Sie mit dem Control-Center erstellt haben; wenn Sie ein neues Projekt anlegen, werden diese Daten weiterverwendet, können aber auch für das aktuelle Projekt mit dem Control-Center beliebig geändert werden. Die Änderung bleibt für andere Projekte unwirksam.

Es empfiehlt sich für jedes Projekt ein eigenes Unterverzeichnis anzulegen – das ggf. mehrere Varianten desselben Projektes enthält. Das neue Projekt wird "unter neuem Namen" standardmäßig in dem Verzeichnis gespeichert, aus dem die "Mutter-Datei" aufgerufen wurde, dies kann die Master-Datei – oder ein Vorgänger der aktuellen Datei sein.

Legen Sie bitte ein Arbeitsverzeichnis (Ordner) an, kopieren Sie

- "CNC+RoBo_mac.xla", das Controller-Modul in dieses Verzeichnis
- "CNC+RoBo_mac.xls", die Masterdatei wahlweise in dieses oder ein Unterverzeichnis

- Treiber-Module zur Kommunikation zwischen Hardware und PC.
 - Ihrer Hardware Konfiguration Entsprechend wählen Sie bitte den entsprechenden Treiber.
 - Für die Treiber Positionierung gibt es grundsätzlich 2 Möglichkeiten, entweder das Systemverzeichnis oder das Verzeichnis, in dem sich das aktuelle Projekt befindet.

LPT inpout32.dll

kopieren Sie diesen Treiber in den Projekt-Ordner oder in das Systemverzeichnis, meist:
C:\WINDOWS\System32

COM rsapi.dll

kopieren Sie diesen Treiber in den Projekt-Ordner oder in das Systemverzeichnis, meist:
C:\WINDOWS\System32

- Die Qual der Wahl:
Falls Sie die Option Projekt-Ordner wählen, müssen Sie immer - wenn Sie einen weiteren Ordner wählen - für jeden Ordner die Treiber dort ebenfalls installieren.

Falls Sie die Option Systemverzeichnis wählen, müssen die Treiber nur dort einmalig installiert werden.

Es besteht die Gefahr, daß Treiber gleichen Namens- aber unterschiedlicher Version von mehreren Programmen genutzt werden und die Versionsunterschiede zu unerwarteten Störungen führen können. Falls diese Programme mit dem "Uninstall-Assistenten" gelöscht werden, stehen sie auch CNC & RoBo-mac nicht mehr zur Verfügung.

USB

ist etwas komplizierter:

CNC & RoBo-MAC

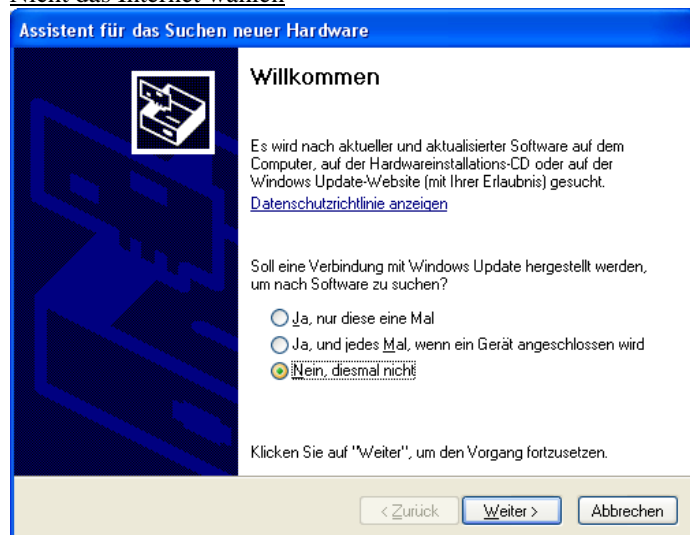
KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

USB

Im Treiber Verzeichnis befindet sich die Datei "CDM 2.06.00 WHQL Certified.zip".
"Entzippen" Sie diese Datei in einen beliebigen Ordner, durchaus auch den Treiber-Ordner. Merken Sie sich den Ordner; Sie müssen ihn gleich "suchen"!

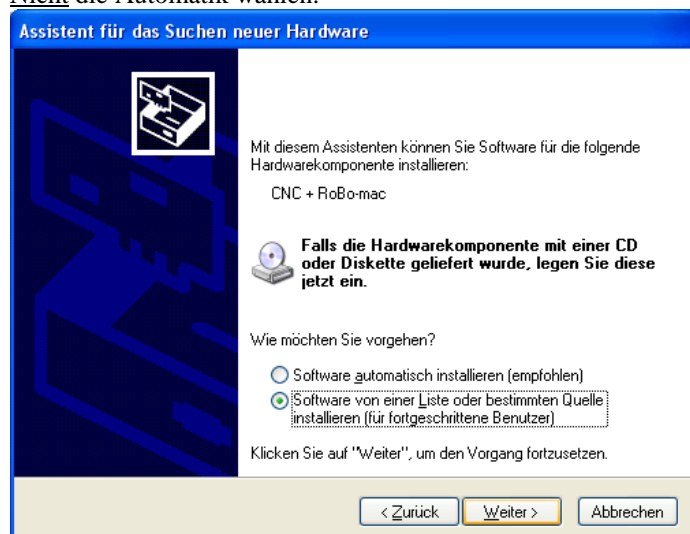
- **ACHTUNG**
Bitte erst vollständig lesen, danach:
- Verbinden Sie CNC & RoBo-mac mit dem USB Anschluß Ihres PC.
- Beim ersten mal meldet sich der Windows Installations-Assistent;
die Beschreibung bezieht sich auf Windows XP. Für andere Versionen finden Sie die Beschreibung auf der FTDI Site: <http://www.ftdichip.com/Support/Documents/InstallGuides.htm>
- Nach erstem Plug

Nicht das Internet wählen



Weiter klicken

Nicht die Automatik wählen:

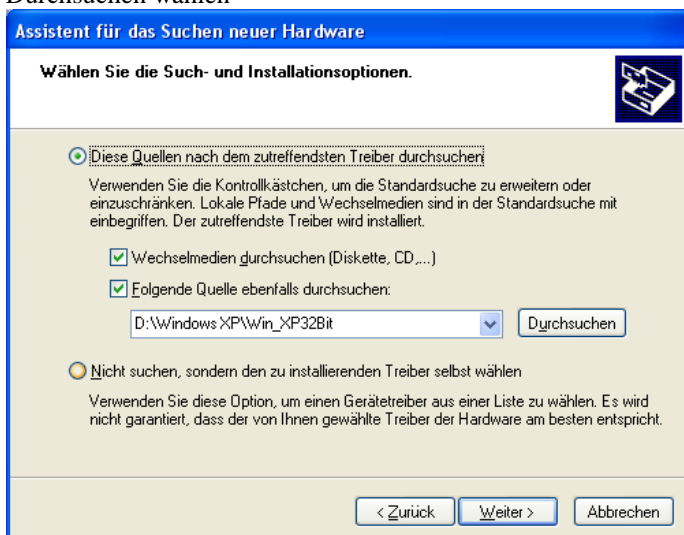


Weiter klicken

CNC & ROBO-MAC

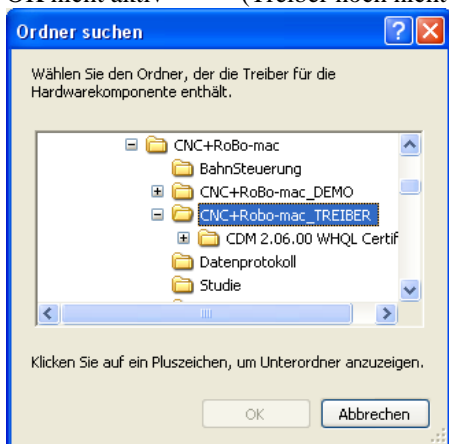
KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER

Durchsuchen wählen

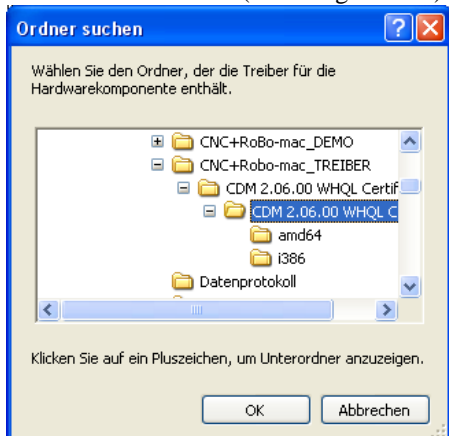


Weiter klicken

- Die folgenden Bilder sind beispielhaft:
OK nicht aktiv (Treiber noch nicht gefunden)



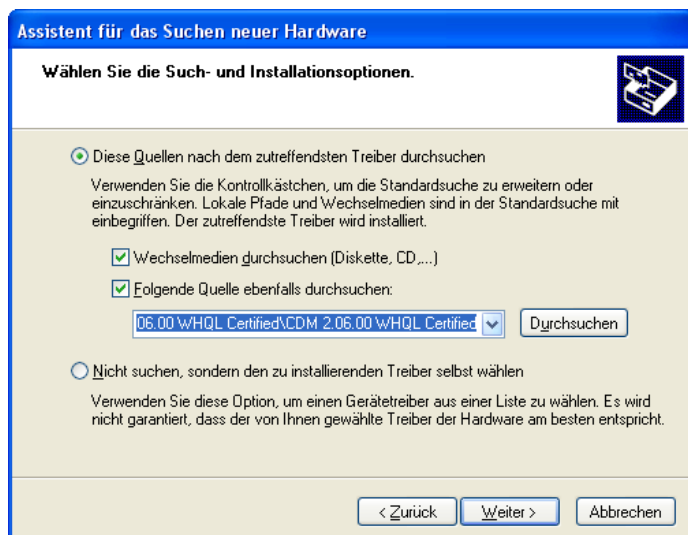
OK aktiv (Treiber gefunden)



OK klicken

CNC & RoBo-MAC

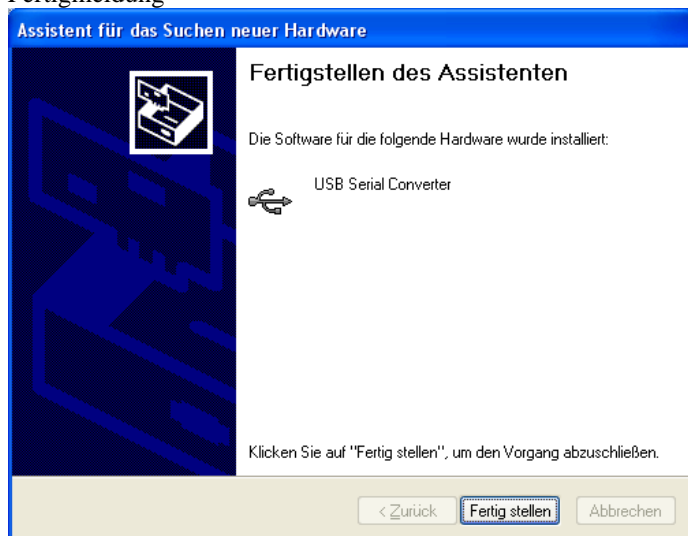
KOSTEN OPTIMIERTER MULTI-ACHS-CONTROLLER



Weiter klicken

Nach einigen Sekunden erscheint:

- Fertigmeldung



Fertig stellen klicken

- Kurz darauf erscheint "Neue Hardware installiert. Die neue Hardware kann jetzt verwendet werden".
- Wenn Sie diese Meldung erhalten haben, ist USB für CNC & RoBo-mac als Plug&Play installiert.
- Falls Sie diese Meldung nicht erhalten, probieren Sie es nochmals. Falls dies mehrfach fehlschlägt, muß ggf. ein alter Treiber zunächst deinstalliert werden; mehr hierzu unter: <http://www.ftdichip.com/Support/Documents/InstallGuides.htm>