

Die optimale Plattform für Drive-Control

# Kostengünstige Drive-Control-Systeme mit verteilter Intelligenz

Die Anforderungen an Drive-Control-Systeme steigen stetig an, was es zunehmend schwieriger macht, solche Systeme mit zentralisierter Intelligenz zu realisieren. Mit FPGAs kann man kostengünstige Drive-Control-Systeme mit verteilter Intelligenz aufbauen.

» Oliver Bründler

Speziell die Regelkreise sind von diesen steigenden Anforderungen betroffen. Einerseits steigen die Taktraten, andererseits werden die Berechnungen immer komplexer. An einem realen Beispiel aus der Industrie wird beschrieben, wie man mit FPGAs Drive-Control-Systeme mit verteilter Intelligenz aufbauen kann.

## Software vs. programmierbare Logik

Bei aktuellen Motoransteuerungen mit ihren hohen Reglerfrequenzen liegt der Flaschenhals meist bei der CPU, welche die gesamte Regelung oder grosse Teile davon berechnet. Problematisch wird es vor allem dann, wenn die CPU nicht nur einen, sondern mehrere Motoren regelt und/oder zusätzlich noch andere Aufgaben wie Kommunikation, Profilberechnung oder Kontrollaufgaben übernehmen muss.

In FPGA-basierten Systemen ist es deshalb sinnvoll, die gesamten Regelkreise in programmierbarer Logik zu realisieren, während nicht echtzeitkritische Aufgaben durch einen Softprozessor in Software ausgeführt werden. Diese Zusammensetzung erlaubt es einerseits, hohe Taktraten bei den Reglern zu erreichen, und andererseits nicht zu viele Ressourcen für weniger zeitkritische Aufgaben zu verschwenden.

## Präzision durch Rechenpower

Um die hohe Rechenleistung der Regelkreise möglichst gut auszunutzen, ist es unabding-



Auf die Automationsbranche optimiertes «Mars MX1»-FPGA-Modul, bei dem sich der Benutzer nicht um technologiespezifische Details kümmern muss

bar, dass die Messwerte in Zeit- und Wertebereich gut aufgelöst sind. Während das bei Strom- und Positionswerten kein Problem darstellt, werden bei der Geschwindigkeitsmessung neue Konzepte benötigt, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Die herkömmliche Art der Geschwindigkeitsmessung besteht darin, dass die über einen Inkrementalgeber (Encoder) ermittelte Position abgeleitet und tiefpassgefiltert wird. Um genaue Werte zu erhalten, muss die Messung über einen längeren Zeitraum gemittelt werden, was zu einer schlechten Auflösung im Zeitbereich führt.

Dieses Problem wird gelöst, indem die benötigte Zeit für eine bestimmte Distanz gemessen wird. Die Geschwindigkeit lässt sich daraus einfach berechnen, was allerdings eine Division nötig macht. Aufgrund der Division ist dieser Ansatz für Prozessoren ungeeignet, auf FPGAs aber problemlos zu implementieren.

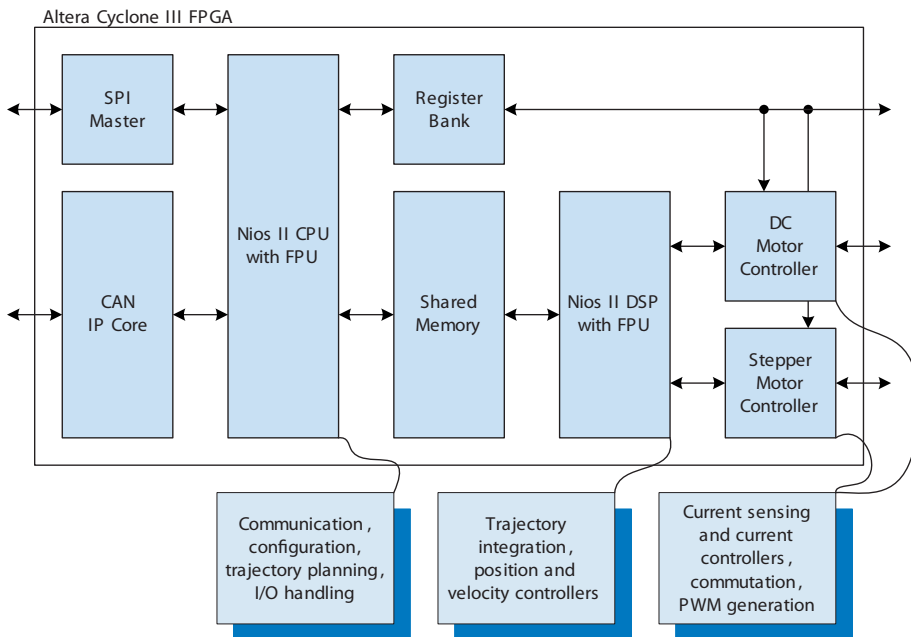
Um die Ergebnisse über einen grossen Geschwindigkeitsbereich konstant zu halten, wird eine Skalierung der Messdistanz benötigt. Dazu wird die Zeit für jedes Encoder-Inkrement abgespeichert. Je nach Drehzahl wird nun die Geschwindigkeit über mehr oder weniger Encoder-Inkremments hinweg berechnet. So lässt sich die gemessene Zeit immer im selben Bereich halten (z.B. 50 bis 100  $\mu$ s).

## Anwendung in der Medizintechnik

Im Auftrag eines Kunden aus der Medizintechnik hat Enclustra eine Lösung entwickelt, um auch bei mehrachsigen und räumlich verteilten Systemen den Anforderungen an die Dynamik der Bewegungssteuerung gerecht zu werden. Das Ergebnis ist eine vielseitige Motion-Control-Plattform, welche die Bedürfnisse des Kunden für die anstehenden Projekte während der kommenden Jahre abdeckt.

### Autor

Oliver Bründler, Enclustra GmbH  
Tel. 043 343 39 43, oliver.bruendler@enclustra.com



Die FPGA-Technik ermöglicht es, mit massiver paralleler Datenverarbeitung, viel Rechenpower und hoher zeitlicher Auflösung die geforderte Dynamik der Regelkreise zu erreichen

Die Anforderungen an das System sind hoch: Es werden bis zu vier Achsen gleichzeitig geregelt, wobei EC-, DC- und Schrittmotoren verwendet werden und Reglertakte bis zu 100 kHz möglich sind. Da in einem Gerät Dutzende dieser Einheiten an einen Feldbus (in diesem Fall CANopen) angebunden sind, muss man die Kommunikation auf ein Minimum beschränken, um dessen Kapazitätsgrenze nicht zu überschreiten.

Die Lösung für dieses Problem liegt auf der Hand: Die gesamte Motion-Control-Intelligenz wird nicht in einem zentralen Rechner, sondern direkt in den Endgeräten realisiert. Das

als Herzstück des Systems verwendete FPGA enthält deshalb zwei 32-Bit-Soft-Prozessoren. Der erste Prozessor ist für alle Aufgaben zuständig, die keine harten Realtime-Anforderungen aufweisen. Darunter fallen unter anderem die Feldbus-Kommunikation und die Berechnung von Fahrprofilen.

Der zweite Prozessor übernimmt die Ausführung der Fahraufträge, also die Verfolgung eines Profils für alle vier Achsen in Echtzeit. Da auf diese Art alle Berechnungen direkt vor Ort ausgeführt werden, wird die Auslastung des Feldbusses minimiert. Die beiden Prozessoren kommunizieren über einen gemeinsamen Speicher (shared memory). Beide Prozessoren wurden mit einer Fließkomma-Recheneinheit ausgestattet, sodass sie alle Berechnungen ohne Umrechnung direkt in SI-Einheiten durchführen können.

#### Vorteile der FPGA-Technik

Die spezifischen Vorteile der FPGA-Technik – massiv parallele Datenverarbeitung, viel Rechenpower und hohe zeitliche Auflösung – ermöglichen es, die geforderte Dynamik der Regelkreise zu erreichen. Die 100 kHz schnellen Stromregler, die ebenso schnelle feldorientierte Regelung der EC-Motoren sowie einige zusätzliche Wünsche des Kunden wurden direkt in FPGA-Logik ausgeführt. Dazu gehören eine Flüssigkeitserkennung, eine Schrittverlustüberwachung und die kontinuierliche Abschätzung der aktuellen Motortemperatur. Die FPGA-Logik gewährleistet auch die sichere Nothalt-Funktion, die ohne Softwareunterstützung funktionieren muss. →



Das System regelt bis zu vier Achsen gleichzeitig, wobei EC-, DC- und Schrittmotoren verwendet werden und Reglertakte bis zu 100 kHz möglich sind



**innovative  
dezentrale  
Antriebstechnik!**



- vollelektronische Motorstarter
- mit oder ohne Sanftanlauf
- mit Anschluss für Bremse
- Auswertung der Motortemperatur
- Frequenzumrichter bis 2.2kW
- für Standard- Drehstrommotoren!
- einfachste Verkabelung mit Weidmüller Field Power
- busfähig (AS1, Profi, ...)
- Schutzart IP54
- Integrierte Anschlüsse M12 für 2 Sensoren (Lichttaster)



**REFERENZ**

Technik AG

Kirchbachstr. 6a, 8600 Dübendorf

Tel: +41 43 355 1955

www.referenz-technik.ch

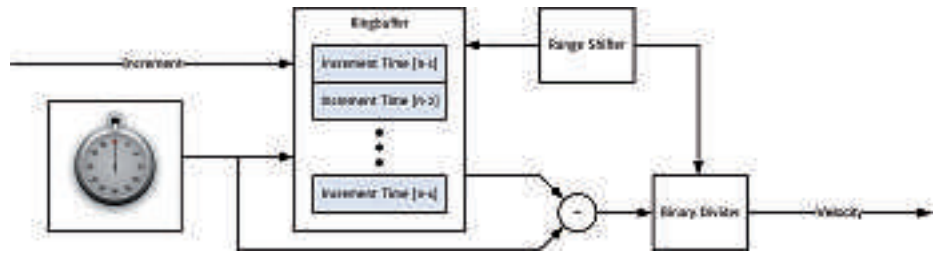
**FPGAs in der Automatisierungsbranche**

Die Automatisierungsbranche verlangt nach langlebigen Produkten. Bauteilabkündigungen können daher ein grosses Problem darstellen, wenn die Verfügbarkeit von Ersatzteilen über eine lange Zeit garantiert werden muss. Auch in diesem Bereich bieten FPGAs Vorteile: Einerseits sind die Bausteine typischerweise zehn bis zwanzig Jahre verfügbar und andererseits lässt sich das System nach dieser Zeitspanne relativ einfach und ohne grosse Änderungen am HDL-Code auf eine zu diesem Zeitpunkt aktuelle FPGA-Familie portieren.

**Einfacher Zugang zur FPGA-Technologie**

Um die oben beschriebenen Vorteile nutzen zu können, müssen einige Hürden überwunden werden. Zwei bekannte Beispiele sind die hohen Ansprüche an die Versorgungsspannungen und das komplexe PCB-Design rund um das FPGA. Letzteres führt oft dazu, dass nur wegen des FPGAs zusätzliche Kupferlagen im PCB verwendet werden müssen.

Mit den «Mars MX1»-FPGA-Modulen bietet Enclustra eine praktische Lösung an, bei der sich der Benutzer nicht um solche technologiespezifischen Details kümmern muss. Die Module werden mit einer einzigen 3,3-V-Spannung versorgt und enthalten neben einem leistungsfähigen Spartan-6 FPGA von Xilinx auch 128 MByte DDR2 SDRAM, 16 MByte SPI Flash, eine Real-Time-Clock sowie zwei EtherCAT-kompatible Fast-Ethernet-Schnittstellen, wodurch sie für die Anwendung im Automatisierungsbereich prädestiniert sind.



Konzept der FPGA-optimierten Geschwindigkeitsschätzung: Je nach Drehzahl wird nun die Geschwindigkeit über mehr oder weniger Encoder-Inkrementen hinweg berechnet

**Plug-and-Drive**

Da die Neuentwicklung einer FPGA-basierten Motoransteuerung «from scratch» mit hohem Aufwand verbunden ist, bietet Enclustra auch hier eine vorgefertigte Lösung an: Unter dem Namen «Universal Drive IP» steht eine Art Baukastensystem zur Verfügung, dessen Herz ein hocheffizienter, mehrkanaliger PID-Regler ist. An diesen können weitere Komponenten zur Steuerung verschiedener Motortypen angeschlossen werden. Um die Rechenlast des Hauptprozessors zu senken, existiert auch eine Komponente, welche die Bahnverfolgung und Synchronisierung mehrerer Achsen prozessorunabhängig durchführt.

**FPGA-Design-Center**

Enclustra bietet als FPGA-Design-Center nicht nur fertige Lösungen an, sondern realisiert auch kundenspezifische Projekte im gesamten Spektrum der FPGA-Technik. Von Hardware über FPGA-HDL-Designs bis zu Embedded-Software, vom Konzept über die Implementation bis zur Inbetriebnahme. Bereits realisierte Projekte bewegen sich vorwiegend



Im Auftrag eines Kunden aus der Medizintechnik hat Oliver Bründler von Enclustra eine FPGA-basierte Lösung entwickelt

in den Anwendungsbereichen digitale Signalverarbeitung, SoPC-Systeme, Netzwerke, Feldbusse sowie Motor- und Display-Ansteuerungen. <<

**Infoservice**

Enclustra GmbH  
 Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich  
 Tel. 043 343 39 43, Fax 043 343 39 44  
 info09@enclustra.com, www.enclustra.com

<b>Antriebstechnik</b>	<b>Getriebetechnik</b>	<b>Messtechnik</b>	<b>Spanntechnik</b>	www.ringspann.ch
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Freilauftechnik</li> <li>▪ Drehmomentbegrenzer</li> <li>▪ Bremstechnik</li> <li>▪ Welle-Nabe-Verbindungen</li> <li>▪ Kupplungstechnik</li> <li>▪ Industriestossdämpfer</li> <li>▪ Spezialfedern</li> <li>▪ Druck- und Zugkabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kegelradgetriebe</li> <li>▪ Planetengetriebe</li> <li>▪ Überlagerungsgetriebe</li> <li>▪ Sondergetriebe</li> <li>▪ Verzahnungstechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Drehgeber</li> <li>▪ Lineare Wegmesssysteme</li> <li>▪ Stellantriebe</li> <li>▪ Digitale Positionsanzeigen</li> <li>▪ Handräder</li> <li>▪ Anzeigeegeräte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Norm-Spannzeuge</li> <li>▪ Kegelbüchsen-Spanndorne</li> <li>▪ Hydr. Dehnspannzeuge</li> <li>▪ Sonderspannzeuge</li> </ul>	
<b>RINGSPANN AG</b> Intelligente Lösungen in der Antriebstechnik	Sumpfstrasse 7 CH-6303 Zug	Telefon +41 41 748 09 00 Telefax +41 41 748 09 09	www.ringspann.ch info@ringspann.ch	