



„EtherCAT bringt die Rechenleistung moderner PC-Technik auf den Boden“

XTS – Revolutionäre Antriebstechnik dank EtherCAT

EtherCAT ist die schnellste Industrial-Ethernet-Technologie: Das ist allgemein akzeptiert. EtherCAT ist der Ethernet-Feldbus – also Ethernet, aber einfach wie ein klassischer Feldbus. Auch das ist mittlerweile bekannt. Aber was bedeutet das für die Automatisierungstechnik? Am Beispiel des EtherCAT-basierten XTS-Systems zeigen wir, dass der Einsatz von EtherCAT nicht nur „höher, schneller, weiter“ heißt, sondern komplett neuartige Lösungsansätze ermöglicht: XTS wäre ohne EtherCAT nicht denkbar.

Das neue Antriebssystem XTS (eXtended Transport System) kombiniert die Vorteile bewährter Rotations- und Linearantriebssysteme und stellt im Ergebnis ein Antriebssystem dar, welches das bisherige Linearmotorprinzip erweitert: XTS ist der Linearmotor, der im Kreis fährt. Der Motor ist zusammen mit Leistungselektronik und Wegerfassung vollständig in eine Baugruppe integriert. Ein oder mehrere kabellose „Mover“ können auf einer nahezu beliebigen, modularen und flexiblen Streckenkonfiguration hochdynamisch bis zu 4 m/s bewegt werden. In kompakter Bauform, revolutioniert XTS die Antriebstechnik, ermöglicht völlig neue, platzsparende Maschinenkonzepte und bietet dem Maschinenbau damit völlig neue Freiheiten.

Die regelungs- und kommunikationstechnische Herausforderung der XTS-Technologie liegt darin, dass die Antriebsregelkreise nicht lokal in den verteilten Antriebsmodulen geschlossen werden können: Die Mover werden ja mit Hilfe von aneinandergereihten Magnetspulen bewegt. Die Antriebsverstärker im Modul steuern mehrere Magnetspulen an und haben es dabei mit einer ständig wechselnden Anzahl von Movern zu tun. Da die dynamischen Eigenschaften der Mover über die Modulgrenze hinweg mitgenommen werden sollen, muss die Regelung zentral erfolgen - schließlich sollen die Mover ruckfrei und nahtlos von einem Modul zum nächsten weitergegeben werden.

Hohe Prozessdatenkommunikation: 80 MBit/s pro 3 Meter Wegstrecke

Die Herausforderung wird durch die große Anzahl der Positionssensoren und Spulen nicht einfacher. So befindet sich alle 30 mm ein Positionssensor, der

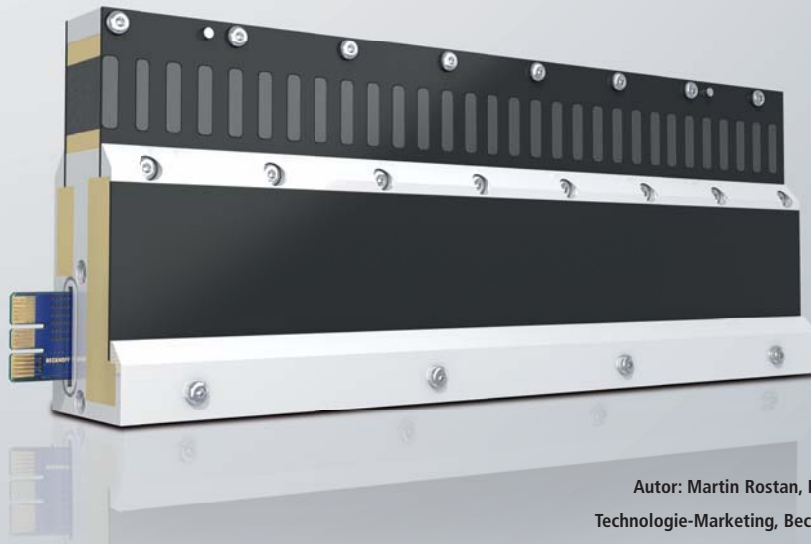
präzise im 250- μ s-Takt abgefragt werden muss, und auch die verteilten Spulen werden in diesem Takt angesteuert. Die daraus resultierenden Anforderungen an das Kommunikationssystem sind enorm: alle 3 Meter Wegstrecke müssen ca. 80 MBit/s Prozessdaten zu und von den verteilten Modulen transportiert werden! Da es sich beim XTS um ein präzises Antriebssystem handelt, müssen die Prozessdaten natürlich auch weitestgehend jitterfrei erfasst bzw. ausgegeben werden: Hochgenaue Synchronisierung der Teilnehmer ist also ebenfalls erforderlich – bei längeren Wegstrecken natürlich auch über mehrere EtherCAT-Segmente hinweg. Und selbstverständlich soll das ganze System robust, einfach zu verkabeln, und last but not least kostengünstig sein.

Datenverarbeitung im Durchlauf

EtherCAT erfüllt diese Anforderungen aufgrund seines besonderen Funktionsprinzips: der Verarbeitung im Durchlauf. Jeder Netzwerkteilnehmer entnimmt die für ihn bestimmten Daten aus den gemeinsam genutzten Datenframes, bzw. schreibt seine Daten in ebendiese Frames, ohne die Frames, wie sonst üblich, erst zu empfangen, dann zu verarbeiten, und dann wieder abzuschicken. Die Bearbeitung der Frames erfolgt in den EtherCAT Slave Controllern während der Weiterleitung, praktisch verzögerungsfrei. Aus diesem speziellen, von Beckhoff entwickelten Funktionsprinzip leiten sich fast alle vorteilhaften Eigenschaften von EtherCAT ab:

- Die Netto-Nutzdatenrate erreicht über 95 % der Bitrate, weil der Ethernet-Frame-Overhead nicht pro Teilnehmer und Richtung anfällt, sondern nur

- Versorgung
Intern – über die
Module hinweg – erfolgt
die Verbindung von:
- Steuerspannung
 - Leistungsversorgung
 - EtherCAT



Autor: Martin Rostan, Leiter
Technologie-Marketing, Beckhoff



- einmal je ca. 1.500 Bytes Prozessdaten, die auf beliebig viele Teilnehmer verteilt sein dürfen. Die geforderten 80 MBit/s werden damit übertrafen, auch mit 100 MBit/s Ethernet.
- Da dasselbe Frame für Ein- und Ausgangsdaten genutzt wird, steht die Bandbreite voll-duplex zur Verfügung. Aus 100-MBit-Brutto-Bandbreite werden im Idealfall 200 MBit/s.
 - Die EtherCAT Slave Controller verarbeiten die Frames in Hardware und stellen daher die Prozessdaten verzögerungsfrei, sofort nach Durchlauf des Frames, der lokalen Anwendung zur Verfügung: Protokoll-Stack-Durchlaufzeiten spielen bei EtherCAT keine Rolle.
 - Die hochgenauen Uhren in den Slave-Controllern werden präzise synchronisiert und erzeugen einen gemeinsamen Systemtakt, dessen Genauigkeit vom Frame-Sendejitter des Masters unabhängig ist: Dadurch erreicht EtherCAT nicht nur eine Synchronisationsgenauigkeit der verteilten Teilnehmer im zweistelligen Nano(!)-Sekundenbereich, sondern kann im Master auf spezielle Hardware verzichten.
 - Da die Frames ohne Software-Einfluss im Chip weitergeleitet werden, ist die Durchleitverzögerung bei EtherCAT minimal – und konstant. Deshalb kann sie bei der Synchronisierung der verteilten Uhren in den Teilnehmern problemlos herausgerechnet werden: Die Gleichzeitigkeit der Abstimmung entspricht der Synchronisationsgenauigkeit.
 - Physikalisch ist EtherCAT stets eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Etwaige EMV-Einflüsse sind daher nach dem nächsten Teilnehmer verschwunden, und verteilen sich nicht, wie bei den klassischen Feldbussen, über das ganze System. Trotz hoher Datenrate ist EtherCAT damit ungewöhnlich robust.
 - Wenn eine Störung dennoch zu einem Bitfehler führt, so wird dieser dank CRC-Check zuverlässig erkannt und lokalisiert. Jedes Frames wird stets von allen Teilnehmern überprüft, unabhängig davon, ob sie an der aktuellen Kommunikation beteiligt sind.
 - Die EtherCAT Slave Controller stellen bis zu 4 EtherCAT-Ports bereit. Damit werden beliebige Topologie-Kombinationen unterstützt, ohne aktive Infrastrukturkomponenten, wie Switches oder Hubs, zu erfordern. Beim XTS-System bietet sich natürlich an, die Module einfach im Daisy-Chain Verfahren aneinanderzureihen.
 - Trotz der außergewöhnlichen Performance und der ultrapräzisen Synchronisierung stellt EtherCAT geringste Anforderungen an die Hardware des

Masters: Ein Standard-Ethernet-Port genügt. Spezielle Busmaster-Chips oder Kommunikations-Coprozessoren, wie bei den klassischen Feldbussen oder anderen Industrial-Ethernet-Systemen, sind nicht erforderlich. Das spart nicht nur Kosten, sondern macht EtherCAT zum natürlichen Partner der PC-basierten Steuerungstechnik. EtherCAT bringt die Rechenleistung moderner PC-Technik „auf den Boden“, ohne selbst Ansprüche an die Ressourcen zu stellen. Und diese Rechenleistung ist für das XTS-System natürlich schon erforderlich – schließlich müssen sehr viele anspruchsvolle Regelungen im 250- μ s-Takt bewältigt werden. Dank EtherCAT und optimaler Nutzung der CPU-Leistung durch die TwinCAT-Software wird auch bei längeren XTS-Wegstrecken in der Regel nur ein Steuerungsrechner benötigt. An diesen werden dann gegebenenfalls mehrere zueinander synchronisierte EtherCAT Segmente angeschlossen.

EtherCAT – die Basis für High-Speed-Antriebstechnik

Grundvoraussetzung für die Entwicklung des XTS-Systems waren also drei Technologien: leistungsfähige PC-Architektur, um die erforderliche Rechenleistung kostengünstig bereitzustellen, TwinCAT, um diese Rechenleistung in ein einfach zu konfigurierendes Steuerungssystem umzusetzen, und natürlich EtherCAT, um die anspruchsvollen Kommunikationsanforderungen robust zu bewältigen. XTS ist damit ein gelungenes Beispiel für einen EtherCAT-basierten Systemansatz, der mit herkömmlichen Bussystemen nicht denkbar gewesen wäre. Entscheidend ist in diesem Fall die Performance; es gibt andere Beispiele, bei denen die praktisch unbeschränkte Knotenanzahl je Segment, die flexiblen Topologie-Eigenschaften, oder schlicht die niedrigen Systemkosten ausschlaggebend waren. Selbstverständlich sind die EtherCAT Eigenschaften aber auch für alle Anwendungen vorteilhaft, die auch mit herkömmlichem Bussystem lösbar gewesen wären – nicht umsonst hat sich EtherCAT als die Industrial-Ethernet-Lösung mit der größten Anbietervielfalt etabliert.

weitere Infos unter:

www.beckhoff.de/XTS

www.beckhoff.de/EtherCAT