

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

Keywords

EL1252
EL2212
EL2252
Zeitstempel
Time-Stamp
XFC
EtherCAT
Exakte Systemzeit
eXtreme Fast Control
Prozessdaten

Zeitstempel – Momentaufnahme der Steuerungstechnik

Dieses Application Example beschreibt, wie durch die XFC-Technologie von Beckhoff die zeitliche Auflösung der Feldsignale für die Steuerung um ein Vielfaches präzisiert wird und zusätzlich die Gültigkeit der Prozessdaten vom PLC-Zyklus losgelöst wird. Grundlage für diese Eigenschaften sind der schnelle Echtzeit-Feldbus EtherCAT und die Zeitstempelung der digitalen Ein- und Ausgangsklemmen EL1252 und EL2252 von Beckhoff, deren Prozessdaten zusätzlich zu den Nutzdaten eine, durch den Anwender definierte, exakte Zeitangabe eines Ereignisses enthalten.

Einstieg: XFC – eXtreme Fast Control

XFC steht für eine Steuerungstechnologie, die sehr schnelle und extrem deterministische Reaktionen ermöglicht. Sie umfasst dabei alle an der Steuerung beteiligten Hard- und Softwarekomponenten:

- optimierte I/Os, die mit hoher Genauigkeit Signale aufnehmen bzw. Aktionen auslösen können,
- EtherCAT als extrem schnelles Kommunikationsnetzwerk,
- leistungsfähige Industrie-PCs als Grundlage für
- TwinCAT, die Automatisierungssoftware, die alle Systembestandteile miteinander verbindet.

Im Gegensatz zur den ursprünglichen freilaufenden Kommunikationsanbindungen, in denen der Determinismus der Prozesssignale entsprechend ungenau war, ermöglicht der Einsatz von XFC eine deutliche Senkung der Zykluszeit und den für harte Echtzeitanforderungen benötigten Determinismus. XFC erlaubt Zykluszeiten von 100 µs, ohne auf die zentrale Intelligenz und ihre leistungsfähigen Algorithmen verzichten zu müssen. Zusätzlich beinhaltet XFC aber auch weitere Technologien, die neben der reinen Zykluszeit speziell die zeitliche Genauigkeit verbessern und die Auflösung erhöhen. Daher eröffnen sich neue Möglichkeiten, um Maschinen qualitativ zu verbessern und Reaktionszeiten zu verkürzen. Messtechnische Aufgaben, wie z.B. präventive Wartungsmaßnahmen, Überwachung von Standzeiten oder die Dokumentation der Teilequalität, lassen sich in

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

einfacher Weise an einem zentralen Ort in die Maschinensteuerung integrieren, ohne dass externe Blackboxes benötigt werden. Die XFC-Technologie ist in allen Bereichen vollständig kompatibel zu bestehenden Lösungen und kann gleichzeitig auf ein und derselben Hard- und Software genutzt werden.

Gültigkeit von Prozessdaten

Jede PLC-basierte Steuerung arbeitet zyklusbehaftet: Sie kommuniziert mit ihrem Umfeld, indem sie Eingangsdaten empfängt, diese anhand der Rechenvorschrift („Programm“) verarbeitet und sie dann als Output-Daten an das Feld ausgibt. Idealerweise kann der Feldbuszyklus dabei so schnell durchgeführt werden, dass aufgefrischte Inputdaten bereits zum Beginn des nächsten Programmzyklus vorliegen. Je nach Anforderung bewegen sich diese Zykluszeiten in einem Rahmen von 50 µs bis zu mehreren 100 ms, und sind abhängig vom verwendeten Feldbus und der Leistungsfähigkeit der Steuerung. Unabhängig von der Zykluszeit der PLC muss auch die Zykluszeit des Feldbusses berücksichtigt werden: Nicht jede am Markt verfügbare Feldbustechnik erlaubt bei kleinen Zykluszeiten einen synchronen Betrieb von PLC und Feldbus, sodass auch hier eine weitere zeitliche Ungenauigkeit entsteht.

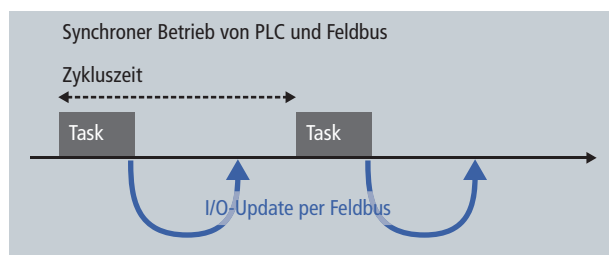


Abb. 1 Synchroner Betrieb

Durch diese Zyklusorientiertheit kann aber ein Ereignis, das in der Realität zu einem bestimmten, singulären Zeitpunkt geschieht, zeitlich von der PLC aber nur in einem bestimmten Raster, nämlich der Länge der Zykluszeit, zugeordnet werden. Arbeitet die Steuerung bspw. mit einer Zykluszeit von 10 ms, hat der Flankenwechsel am eingelesenen Eingang „irgendwann“ in den vorangehenden 10 ms vor dem I/O-Update tatsächlich stattgefunden. Eine genauere Zuordnung als die Zykluszeitauflösung von 10 ms ist nicht möglich.

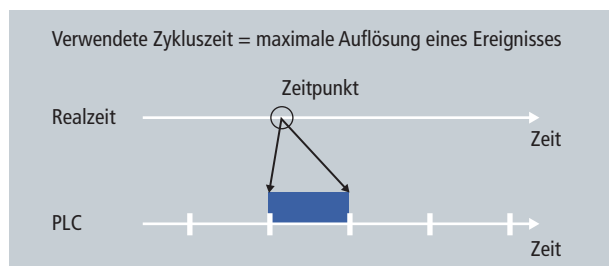


Abb. 2 Zeitliche Relation

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

Soll die zeitliche Zuordnung genauer erfolgen, kann nur die Zykluszeit verringert werden, indem statt einer 10-ms- eine 1-ms-schnelle Task verwendet wird. Die zeitliche Einordnung ist dadurch um den Faktor 10 präziser möglich. Dies führt zu höherer Belastung für Steuerung und Feldbus und kann die Stabilität bei Überlastung beeinträchtigen. Insbesondere niederperformante Steuerungen setzen diesem Ansatz Grenzen. Als positiver Nebeneffekt verkürzt sich dabei auch die mögliche minimale Reaktionszeit der Steuerung auf externe Ereignisse, doch dies ist in diesem Application Example nicht der Schwerpunkt der Betrachtung.

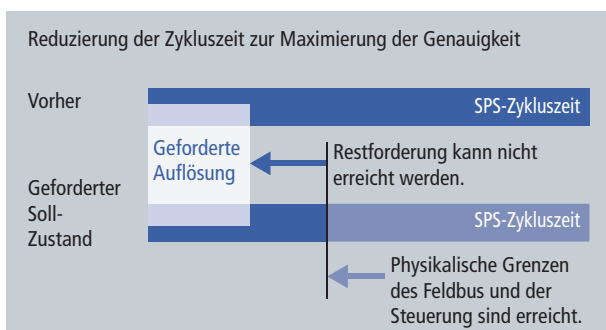


Abb. 3 Reduzierung der Zykluszeit

Zeitgestempelte Prozessdaten mit applikationsweit-einheitlicher Zeitbasis

Ein weiterer Ansatz zur Verfeinerung der Zeitauflösung ist die Verwendung von zeitgestempelten Prozessdaten unter EtherCAT mit XFC. Die speziellen XFC-Klemmen „Time-Stamp“ für das EtherCAT-Klemmensystem von Beckhoff geben nicht nur das Ereignis über den Feldbus an die Steuerung weiter, sondern zusätzlich eine Zeitangabe in Form eines Zeitstempels (Time-Stamp). Diese Zeitangabe kann genutzt werden, um innerhalb der Steuerung die exakte zeitliche Beziehung zwischen Ereignis und Reaktion herzustellen. Grundlage für die Nutzung des Zeitstempels ist eine applikationsweit einheitliche Zeitbasis, die durch den Distributed-Clock-Mechanismus von EtherCAT gewährleistet ist.

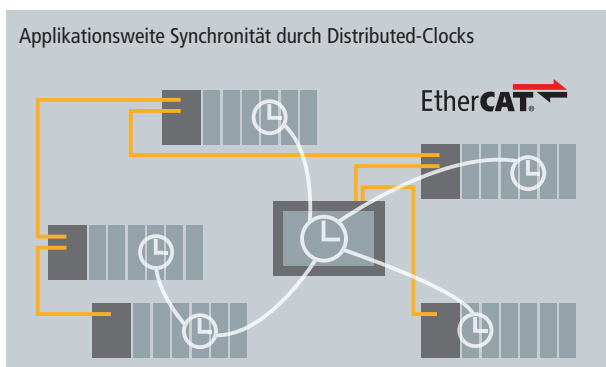


Abb. 4 Applikationsweite Synchronität

Die verschiedenen Segmente und Teilnehmer eines EtherCAT-Netzwerks werden über Distributed-Clocks synchronisiert. Die

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

Mikrodelays in der Protokolllaufzeit werden berechnet und die Systemzeit der einzelnen Teilnehmer entsprechend korrigiert. Durch diesen Ansatz liegt im gesamten Netzwerk die identische Systemzeit vor. Außerdem wird auch die Steuerung/PLC synchronisiert, wodurch der Feldbus-Takt mit dem I/O-Update synchron zur PLC ist.

Auf dieser einheitlichen Zeitbasis erfolgt eine exakte zeitliche Zuordnung der Ereignisse. Die Prozessdaten bestehen nicht länger nur aus Nutzdaten, sie enthalten zusätzlich einen Zeitstempel (Time-Stamp), in dem der konkrete Zeitpunkt des Ereignisses festgehalten ist. Der Zeitstempel ist ein 64-Bit-Wert mit der Auflösung von 1 ns und ermöglicht einen wesentlich detaillierteren zeitlichen Bezug des Prozessdatums und löst die Prozessinformation von Zyklus der PLC. Bei typischen Anlagengrößen ist die Performance von EtherCAT so hoch, dass die eingesammelten Signale aus dem Feld der Steuerung zur Verfügung stehen, noch bevor ein neuer Rechenzyklus gestartet wird. Damit wird eine kurze Reaktionszeit schon im nächsten Zyklus möglich.

Einfluss auf Eingangssignale

Durch dieses Time-Stamp-Prinzip löst sich die Ereigniserkennung vom groben Raster des Zyklustaktes und kann mit dem ungleich feineren Raster von 1 ns aufgelöst werden, ohne die Systembelastung zu erhöhen.

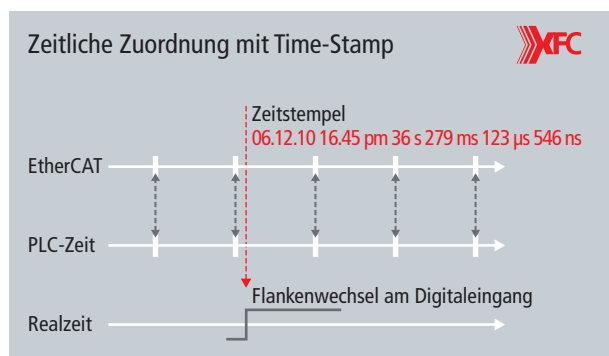


Abb. 5 Zeitliche Zuordnung durch Time-Stamp

Einfluss auf Ausgangssignale

Das Time-Stamp-Prinzip wird auch zur Ereignisauslösung angewendet, da hier die identischen Kriterien der zeitlichen Zuordnung vorliegen und auch die Schaltung von Ausgangssignalen vom starren Raster der Zykluszeit losgelöst ist. Soll ein digitaler Ausgang zu einem definierten Zeitpunkt X aktiviert werden, um bspw. einen Schnittvorgang an einer Papierbahn auszulösen, wird ein entsprechender Zeitstempel für den digitalen Ausgang gesetzt. Aus dem zeitlichen Zusammenhang zwischen Transportgeschwindigkeit der Papierbahn und Länge des zu schneidenden Stücks ist der Zeitpunkt berechnet, an dem der Cutter aktiviert werden muss.

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

Time-Stamp-Klemmen von Beckhoff

EL1252 | 2-Kanal-Digital-Eingangsklemme mit Time-Stamp

EL2212 | 2-Kanal-Digital-Ausgangsklemme 24 V DC mit Übererregung

EL2252 | 2-Kanal-Digital-Ausgangsklemme mit Time-Stamp, Tristate

Neben den EtherCAT-Klemmen bietet Beckhoff auch alle weiteren Komponenten für eine Steuerungstechnologie, die sehr schnelle und extrem deterministische Reaktionen ermöglicht. XFC umfasst dabei alle an der Steuerung beteiligten Hard- und Softwarekomponenten: optimierte Ein- und Ausgangsbaugruppen, die mit hoher Genauigkeit Signale aufnehmen bzw. Aktionen auslösen können, EtherCAT als extrem schnelles Kommunikationsnetzwerk, leistungsfähige Industrie-PCs und TwinCAT, die Automatisierungssoftware, die alle Systembestandteile miteinander verbindet.

Praxisbeispiel | Gleichzeitigkeit

Ohne die Verwendung eines Zeitstempel ist es aus Sicht der CPU nicht möglich ist, Signalwechsel innerhalb eines Feldbuszyklus voneinander zu unterscheiden oder zeitlich genauer als das durch den Feldbus vorgegebene Zeitraster einzuordnen. Daher kann die Gleichzeitigkeit von Ereignissen nicht ausreichend beurteilt werden. So kann bspw. bei der Fehlersuche der Zeitstempel aus den verschiedenen Feldgeräten miteinander verglichen werden, um Ursachen von Folgefehlern zu unterscheiden.

Praxisbeispiel | Referenzsignale in Testaufbauten und Prüfständen

Um an einem Testaufbau eines Gerätes eine verlässliche und konstante Zeitbasis vorzugeben, die als Bezugsmessgröße in unterschiedlichen Testreihen bestand hat, werden häufig externe, hochgenaue Uhren genutzt bspw. die Atomuhr der Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig (PTB). Zur einfache Integration über dezentrale I/Os wird das Zeitsignal als Takt auf eine digitale Eingangsklemme mit Time-Stamp, z. B. EtherCAT-Klemme EL1252, gelegt. Da die EtherCAT-Klemmen bis in die Klemme hinein mit der hohen Bandbreite von 100 MBit/s arbeiten, kann die Steuerung des Testaufbaus auf das eingespeist Zeitsignal zurückgreifen und durch die Distributed-Clocks-Funktion alle Ereignisse innerhalb des Systems in eine exakte Relation setzen. Die daraus entstehende Deterministik ist für alle Messreihen identisch und lässt konkrete Rückschlüsse zwischen zwei unterschiedlichen Messreihen zu.

Application Note DK9221-0111-0021

XFC

Neben der zeitkonstanten Messung von Ereignissen durch die zeitgestempelten Prozessdaten, werden auch Aktionen zu einem genau definierten Zeitpunkt ausgeführt. So kann bei Test- und Versuchsständen auf eine parallelverdrahtete Peripherie verzichtet werden, indem eine Aktion nicht direkt durch einen Benutzereingriff ausgelöst wird, sondern durch den Benutzer „angekündigt“ zu einem genau definierten Prozessdaten/-zeitpunkt.

Die beschriebenen Relationen sind für Teststände entscheidend, in denen ein Volumendurchsatz pro Zeiteinheit gemessen wird.

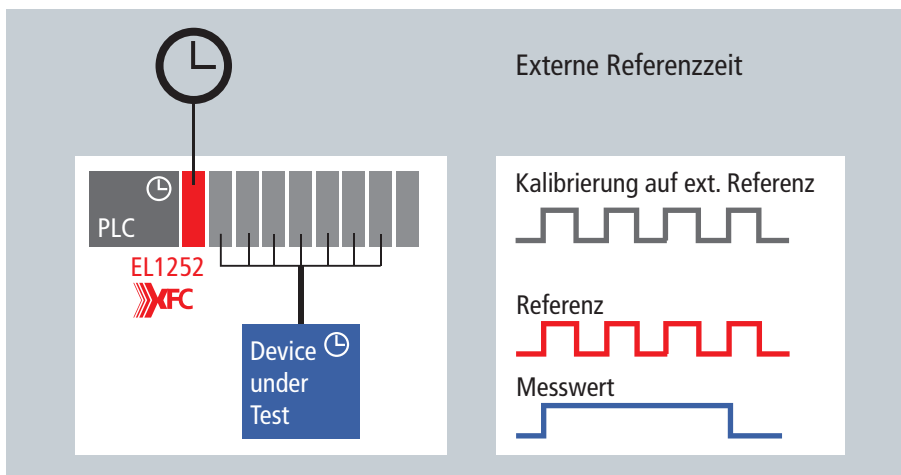


Abb. 6 Praxisbeispiel Time-Stamp: Kalibrierung auf eine externe Referenz

- 2-Kanal-Digital-Eingangsklemme mit Time-Stamp www.beckhoff.de/EL1252
- 2-Kanal-Digital-Ausgangsklemme 24 V DC mit Übererregung www.beckhoff.de/EL2212
- 2-Kanal-Digital-Ausgangsklemme mit Time-Stamp, Tristate www.beckhoff.de/EL2252
- XFC: The new class of Control Performance www.beckhoff.de/XFC
- EtherCAT www.beckhoff.de/EtherCAT

Dieses Dokument enthält exemplarische Anwendungen unserer Produkte für bestimmte Einsatzbereiche. Die hier dargestellten Anwendungshinweise beruhen auf den typischen Eigenschaften unserer Produkte und haben ausschließlich Beispielcharakter. Die mit diesem Dokument vermittelten Hinweise beziehen sich ausdrücklich nicht auf spezifische Anwendungsfälle, daher liegt es in der Verantwortung des Kunden zu prüfen und zu entscheiden, ob das Produkt für den Einsatz in einem bestimmten Anwendungsbereich geeignet ist. Wir übernehmen keine Gewährleistung, dass der in diesem Dokument enthaltene Quellcode vollständig und richtig ist. Wir behalten uns jederzeit eine Änderung der Inhalte dieses Dokuments vor und übernehmen keine Haftung für Irrtümer und fehlenden Angaben. Eine detaillierte Beschreibung unserer Produkte enthalten unsere Datenblätter und Dokumentationen, die darin enthaltenen produktspezifischen Warnhinweise sind unbedingt zu beachten. Die aktuelle Version der Datenblätter und Dokumentationen finden Sie auf unserer Homepage (www.beckhoff.de).

© Beckhoff Automation GmbH, Januar 2011

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.