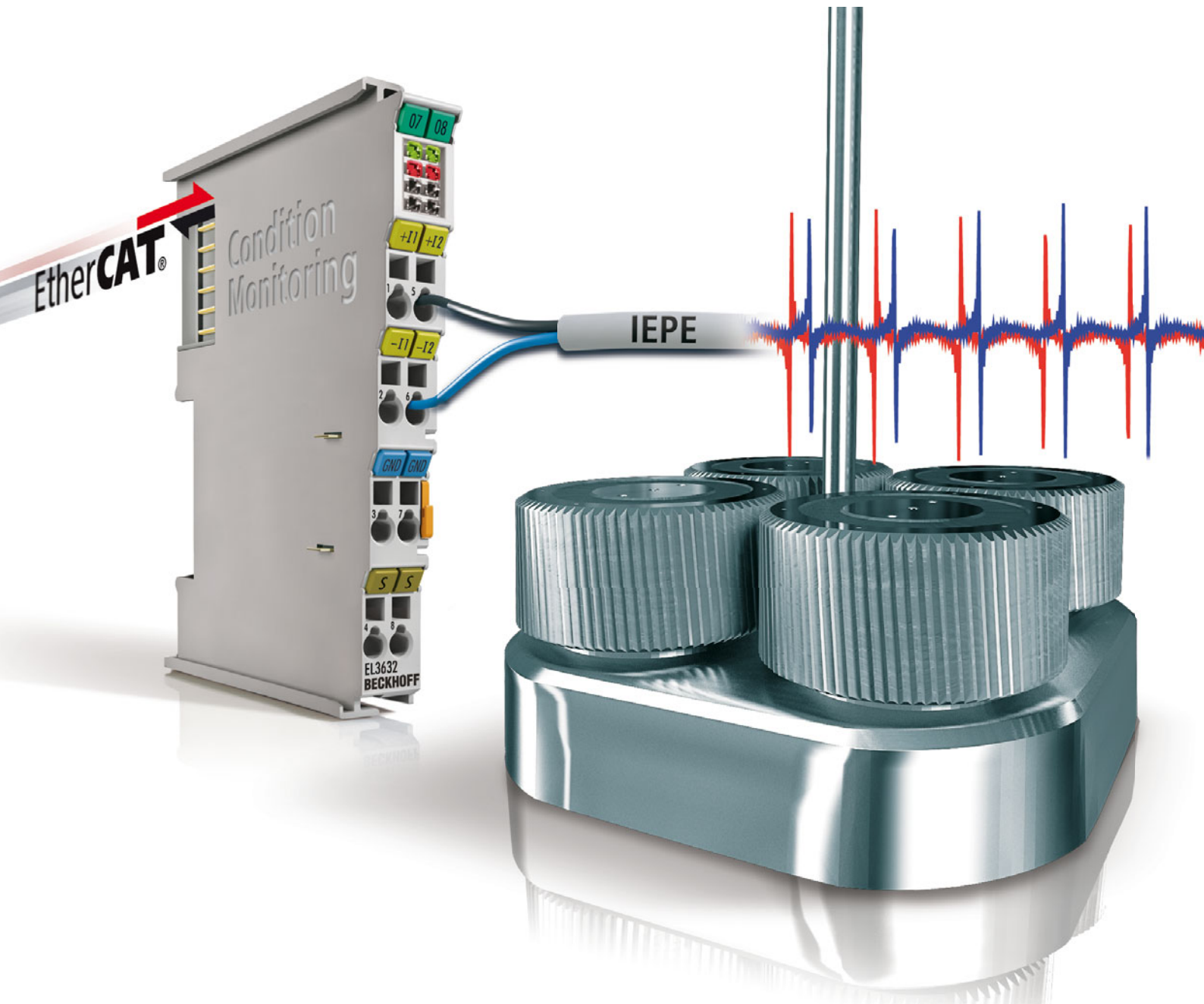
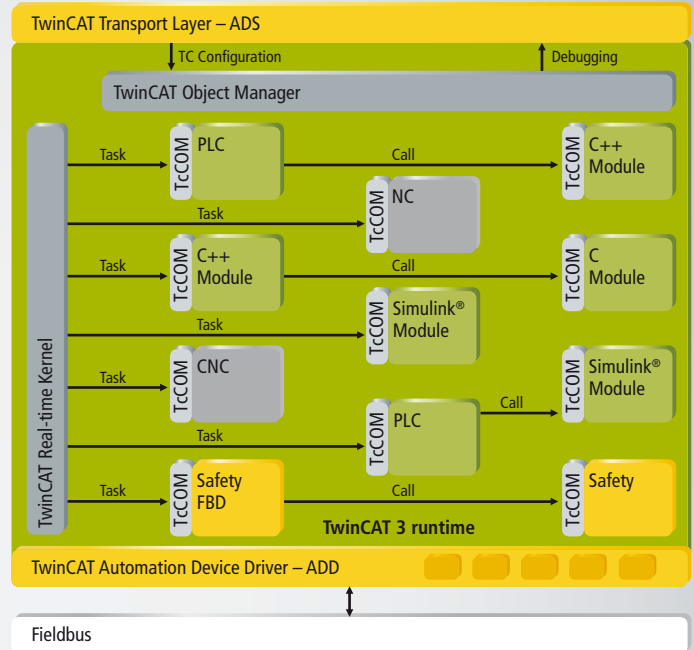
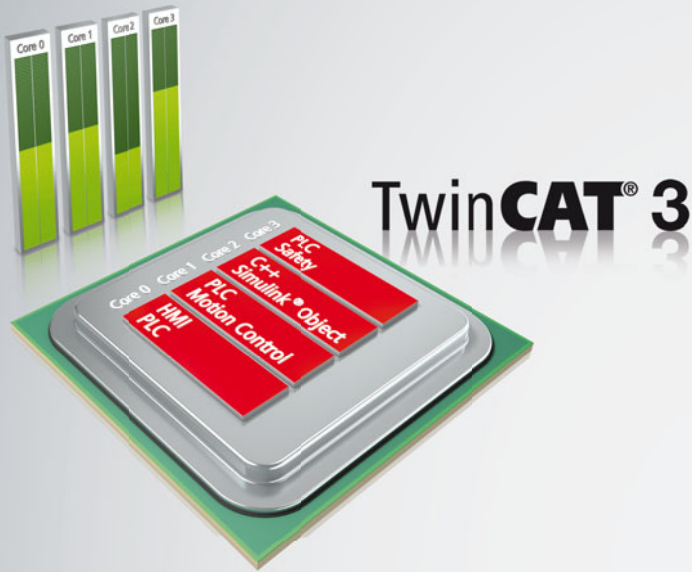


Condition Monitoring als integrierter Bestandteil von TwinCAT 3

Scientific Automation in Windenergieanlagen





Die Echtzeitumgebung von TwinCAT 3 ist so aufgebaut, dass nahezu beliebig viele SPSen, Sicherheits-SPSen und C++-Tasks auf einem oder auf unterschiedlichen CPU-Kernen ausgeführt werden können.

Die kompilierten TwinCAT-3-Module können sich programmiersprachenunabhängig gegenseitig in der Runtime aufrufen.

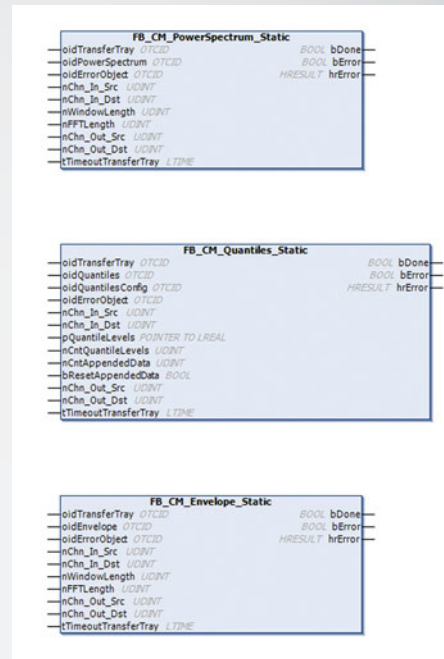
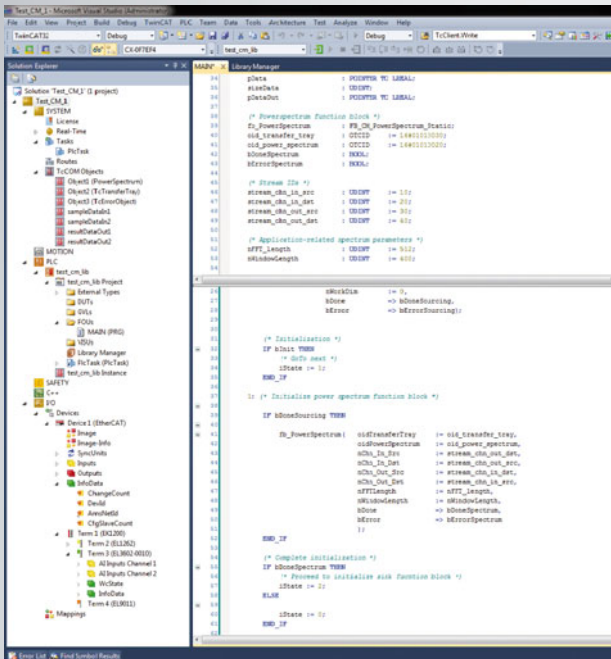
Der Automatisierungsgrad einer Windenergieanlage wächst kontinuierlich. Neben der eigentlichen Steuerung und Regelung der Anlage spielt die Überwachung und Vernetzung eine immer wichtigere Rolle. Viele Steuerungsanbieter kommen mit ihren klassischen Steuerungen an ihre Grenzen. Die Lösung ist ein Automatisierungssystem, welches einen nahezu wissenschaftlichen Ansatz verfolgt, indem beispielsweise die notwendige Messtechnik in die eigentliche Anlagensteuerung integriert wird.

Scientific Automation ist für Beckhoff die Kombination von leistungsstarken Industrie- bzw. Embedded-PCs, dem hochdeterministischen Feldbussystem EtherCAT und intelligenter Software. Genau diese Komponenten sind auch zur Automatisierung moderner Windenergieanlagen notwendig. Hersteller von Windenergieanlagen möchten die Steuerung der Anlagen mit demselben System betreiben wie die Überwachung, die Netzsynchrisation und die anlagenübergreifende Kommunikation. Denkt man allein bei der Anlagenüberwachung an komplexe Condition-Monitoring-Algorithmen, welche auf der Steuerung gerechnet werden, ist der Einsatz von Mehrkern-CPU's sinnvoll. Mit der neuen CX2000-Baureihe von Beckhoff halten diese CPU's Einzug in die bei Windenergieanlagenherstellern bevorzugten Embedded-PC's. Die CX2000-Geräte sind mit Sandy-Bridge-Prozessoren von Intel ausgestattet. Neben sparsamen Sandy-Bridge-Celeron-Typen stehen auch Intel®-Core™-i7-Prozessoren zur Verfügung. Selbst der mit einem 1,5-GHz-Prozessor (dual-core) ausgerüstete CX2030 ist lüfterlos und kommt so ohne rotierende Bauteile aus.

Diese gestiegene Performance muss durch entsprechende Software nutzbar gemacht werden. Mit der Steuerungssoftware TwinCAT 3 ist genau das möglich. Die Echtzeitumgebung von TwinCAT 3 ist so aufgebaut, dass nahezu beliebig viele SPSen, Sicherheits-SPSen und C++-Tasks auf einem oder auf unterschiedlichen CPU-Kernen ausgeführt werden können.

Condition-Monitoring-Bibliothek für TwinCAT 3

Besonders die neue TwinCAT-3-Condition-Monitoring-Bibliothek nutzt diese Möglichkeiten. Rohdaten können mit einer schnellen Task aufgezeichnet und mit einer eher langsameren Task weiterverarbeitet werden. So kann man hervorragend Messdaten kontinuierlich aufzeichnen und, unabhängig davon, diese mit Algorithmen wie „Power Spektrum“, Kurtosis, Crest-Faktor und „Einhüllendem Spektrum“ analysieren. Der Anwender muss sich nicht um die Task-übergreifende Kommunikation kümmern. Dies erledigt die Condition-Monitoring-Bibliothek automatisch. Die einzelnen Funktionsbausteine der Bibliothek legen ihre



Aufbau des Power-Spektrum-Funktionsbausteins in TwinCAT 3

Die TwinCAT-Condition-Monitoring-Bibliothek bietet verschiedene Funktionsbausteine für die Signalanalyse.

Ergebnisse in einem globalen Transfer-Tray, einer Art Speichertabelle, ab. Von dort aus kann man sich die Ergebnisse in Variablen umkopieren oder mit Hilfe von anderen Algorithmen weiterverarbeiten. So kann sich der Anwender seine individuelle Mess- und Analyseketten zusammenstellen.

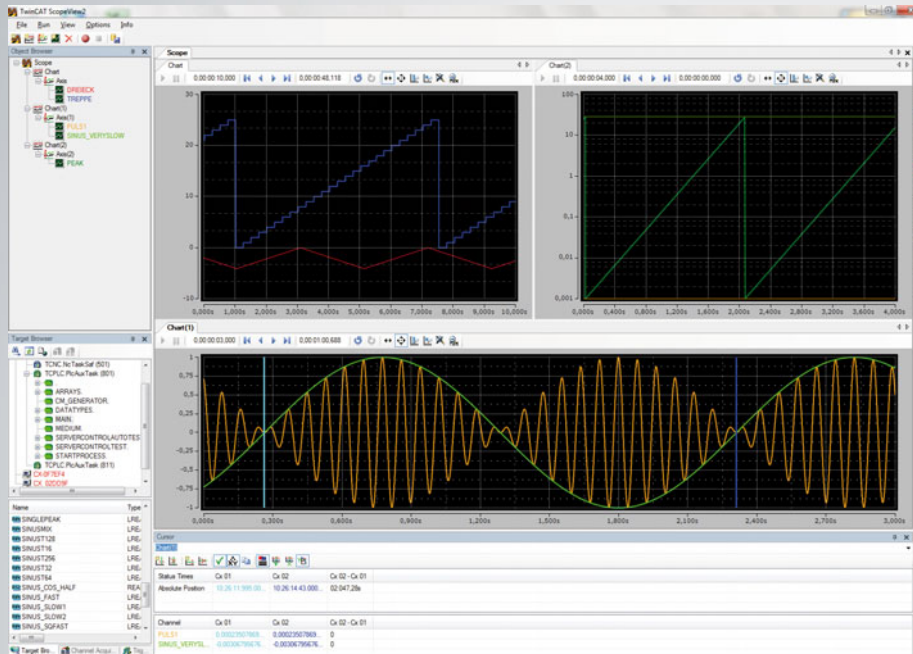
Gerade in der Windindustrie müssen solche Entwicklungen ausführlich getestet und simuliert werden. Änderungen und Updates in bereits im Betrieb befindlichen Windenergieanlagen sind sehr aufwändig. Um an dieser Stelle Zeit und Entwicklungskosten zu sparen, kann beispielsweise eine Matlab®/Simulink®-Simulation der Anlage gegen den originalen Steuerungs-Programmcode in Echtzeit getestet werden. So können viele Probleme schon vor der ersten Inbetriebnahme aufgedeckt und behoben werden. Für das Erstellen von Matlab®/Simulink®-Modulen, welche in der TwinCAT-3-Laufzeitumgebung genutzt werden, sind keinerlei Beckhoff-spezifische Bausteine oder andere Modifikationen des ursprünglichen Modells notwendig. Durch die Matlab®- und Simulink®-Coder wird C++-Code erzeugt, der dann in ein TwinCAT-3-Modul kompiliert wird. Eine mehrfache Nutzung der Module durch Instanziierung ist ohne weiteres möglich. Das Blockschaltbild aus Simulink® kann direkt in TwinCAT dargestellt und z. B. zum Setzen von Breakpoints genutzt werden.

Neben TwinCAT 3 und den Zusatzpaketen Condition Monitoring und Matlab®/Simulink® Integration bietet das TwinCAT Scope die Möglichkeit der Darstellung aller relevanten Signale einer Scientific-Automation-Software. Das TwinCAT Scope besteht aus zwei Komponenten. Die View-Komponente dient zur Darstellung von Signalen in Charts. Die Server-Komponente zeichnet die

Daten auf dem entsprechenden Zielgerät auf. Mit TwinCAT 3 wird eine „Base-Variante“ vom Scope immer automatisch mitinstalliert. Diese eignet sich insbesondere für die Inbetriebnahme von Anlagen. Dabei verschafft das Scope dem Anwender eine schnelle grafische Übersicht über den Zustand der Maschine. Mit verschiedenen Cursors können die Messwerte zyklusgenau auch im µs-Bereich abgelesen werden. Bei der Darstellung von großen Wertebereichen hilft die Umschaltung auf eine logarithmische Darstellung. Die höheren Produktlevel vom Scope ermöglichen zusätzliche Funktionalitäten wie Langzeitaufnahmen oder die Integrationsfähigkeit in die eigene .NET-Visualisierung. Mit allen Scope-Produktleveln können Oversamplingwerte der EtherCAT-Messklemmen visualisiert werden.

EtherCAT: Hochpräzise Messtechnik

EtherCAT als schnelles, echtzeitfähiges Bussystem rundet das Scientific-Automation-Paket von Beckhoff ab. EtherCAT ist nicht nur als Steuerungs-Feldbus, sondern auch als Messtechnik-Feldbus etabliert. Nur mit diesem Ethernet-basierten, hochdeterministischen und schnellen Feldbusprotokoll sind komplexe Applikationen, wie beispielsweise die Integration von Condition Monitoring, zu realisieren. Verantwortlich dafür ist das Funktionsprinzip von EtherCAT, das Nutzdatenraten von weit über 90 Prozent mit Voll-Duplex-Fast-Ethernet und Buszykluszeiten von wenigen Mikrosekunden ermöglicht. In Verbindung mit dem bereits erwähnten Oversampling, dem Zwischenspeichern von Werten direkt im EtherCAT-Slave, lassen sich die Abtastraten weit über den eigentlichen



Signalanalyse in logarithmischer Darstellung mit dem TwinCAT Scope

Pascal Dresselhaus, TwinCAT-
Produktmanagement, Beckhoff

Buszyklus hinaus steigern: Die digitalen Eingangsklemmen EL1262 können beispielsweise Signale mit bis zu 1 Million Samples/s abtasten. Die EtherCAT-Klemme EL3702 erfasst Analogsignale von ± 10 V mit 16-Bit-Auflösung und bis zu 100 kHz. Verteilte Uhren in den EtherCAT-Slaves, die Distributed-Clocks, sorgen für eine netzwerkweite zeitlich synchronisierte Messwerterfassung. Der Jitter liegt dabei deutlich unter einer Mikrosekunde, meistens sogar unter 100 Nanosekunden.

Ebenfalls eine EtherCAT-Oversampling-Klemme ist die EL3632. Diese Klemme ist für Condition-Monitoring-Applikationen, in denen Schwingungen über Beschleunigungssensoren oder Mikrophone erfasst werden sollen, geeignet. An die zweikanalige Klemme können Piezo-Sensoren mit IEPE-Schnittstelle (Integrated Electronics Piezo Electric) direkt, ohne Vorverstärker, angeschlossen werden. Aufgrund von verschiedenen Hardwarefilterstufen sind Signalabstastfrequenzen von 0,05 Hz bis 50 kHz möglich. Das gleiche Funktionsprinzip wie bei der EL3632 liegt auch bei der EL3773 vor. Die EL3773 ist eine Power-Monitoring-Klemme, die nicht die Schwingungsrohdaten, sondern die Netzrohdaten erfasst. Es können Strom und Spannung mit bis zu 10 kHz abgetastet werden, wodurch sich die Klemme unter anderem auch für die Aufsynchronisation auf andere Netze eignet.

Der Hauptvorteil dieser 12 mm breiten Module ist das hohe Maß an Flexibilität. EtherCAT-Bussysteme können nahezu beliebig erweitert werden. Dadurch können messtechnische Anwendungen, wie eine Getriebeüberwachung, nicht nur bei neuen Anlagen umgesetzt, sondern auch in bestehenden Anlagen einge-

baut werden. Aufgrund der Kompaktheit der Steuerung und der vielen offenen Schnittstellen von TwinCAT werden auch immer häufiger Stand-alone-Systeme angefragt. Diese Stand-alone-Systeme werden aktuell beispielsweise in einigen Onshore-Anlagen als Monitoring-System für das Hauptlager und das Getriebe auf Basis eines CX5020-Embedded-PCs nachgerüstet. Dabei ist ein kleiner Klemmkasten mit fünf EL3632 und einer EL3413-Leistungsmessklemme ausgestattet. Optional werden UMTS-Modems und Kompaktheizungen integriert. Je nach verfügbarer Schnittstelle wird das Monitoring-System an die vorhandene Steuerung angebunden.

Zusammengefasst bietet Scientific Automation die Integration ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse in die Automatisierungstechnik von Windenergieanlagen, die über den Rahmen der klassischen Steuerung hinausgehen. Die Leistungsfähigkeit der PC-Control-Philosophie bietet dabei ausreichend Reserven, um weitere Funktionen jenseits der Standardsteuerung zu integrieren. Die notwendigen Basistechnologien stehen mit leistungsfähigen CPUs, schnellen Busklemmen, EtherCAT und der TwinCAT-Software zur Verfügung.

Autor: Pascal Dresselhaus, TwinCAT-Produktmanagement, Beckhoff

weitere Infos unter:

www.beckhoff.de/Scientific-Automation

www.beckhoff.de/Condition-Monitoring

www.beckhoff.de/TwinCAT3