



[extek]

powered by



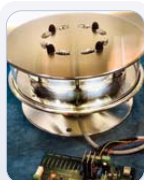
ELEKTROTECHNIK & AUTOMATION FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Scientific Automation in Windenergieanlagen



FORSCHUNG

Investition in zukünftige Batterietechnologien



NEUHEITEN

Hindernisfeuer mit integriertem Funknetzwerk



FACHARTIKEL

Abenteuerliche Elektroinstallationen in Windenergieanlagen



Bild 1: *Twincat 3 ist so aufgebaut, dass sich verschiedene Module aus SPS, C++, Matlab/Simulink oder Sicherheits-SPSen in der Echtzeitumgebung ausführen lassen.*

Scientific Automation in Windenergieanlagen

Neben der Steuerung und Regelung einer Windenergieanlage spielt die Überwachung und Vernetzung eine immer wichtigere Rolle. Viele klassischen Steuerungen kommen jedoch an ihre Grenzen. Die Lösung könnte ein Automatisierungssystem sein, welches einen nahezu wissenschaftlichen Ansatz verfolgt, der zum Beispiel die Messtechnik in die Anlagensteuerung integriert.

Scientific Automation ist für Bechhoff die Kombination von leistungsstarken Industrie- beziehungsweise Embedded-PCs, dem hochdeterministischen Feldbussystem Ethercat und Software. Genau diese Komponenten sind zur Automatisierung moderner Windenergieanlagen notwendig. Hersteller von Windenergieanlagen möchten schließlich 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, erscheint der Einsatz von Mehrkern-CPU's sinnvoll.

Mit der neuen CX2000-Baureihe halten diese CPUs Einzug in die bei Windenergieanlagenherstellern bevorzugten Embedded-PCs. Die Geräte sind mit *Sandy-Bridge*-Prozessoren von Intel ausgestattet. Neben sparsamen *Sandy-Bridge-Celeron*-Typen stehen auch *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 Leistung muss man sich durch entsprechende Programme nutzbar machen, etwa mithilfe der Steuerungssoftware *Twincat 3*.

Condition-Monitoring-Bibliothek für *Twincat 3*

Die Echtzeitumgebung von *Twincat 3* ist so aufgebaut, dass sich nahezu beliebige viele SPSen, Sicherheits-SPSen und C++-Tasks auf einem oder auf unterschiedlichen CPU-Kernen ausführen lassen. Im Fall der neuen *Twincat-3*-Condition-Monitoring-Bibliothek können Rohdaten mit einer schnellen Task aufgezeichnet und mit einer eher langsameren Task weiterverarbeitet werden. So kann man Messdaten kontinuierlich aufzeichnen und 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 Ergebnisse in ein glo-

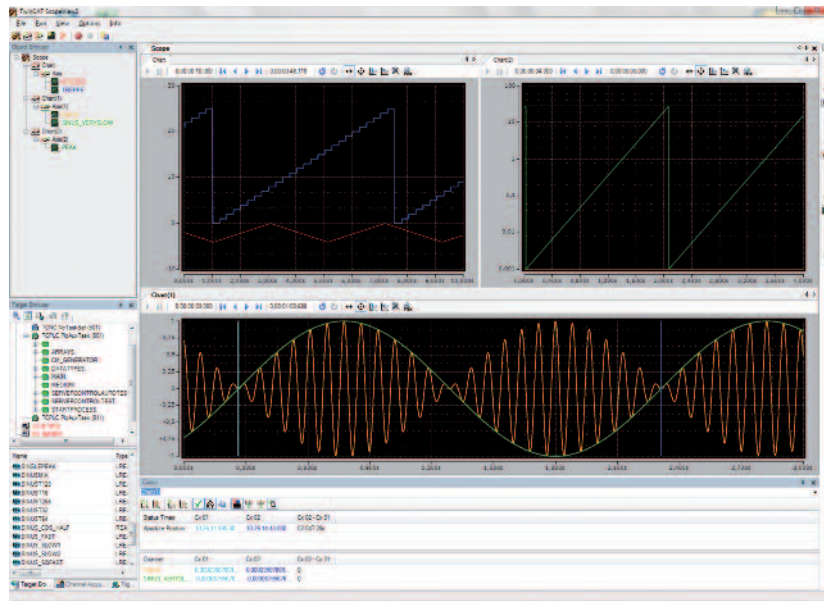


Bild 3: Signalanalyse in logarithmischer Darstellung mit dem TwinCAT Scope

bales Transfer-Tray, eine 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 Analyse-kette zusammenstellen. Gerade in der Windindustrie müssen solche Entwicklungen ausführlich getestet und simuliert werden. Änderungen und Updates in bereits im Betrieb befindlichen Windenergieanlagen sind sehr aufwendig.

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 wer-

den, sind keine Beckhoff-spezifischen 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* lässt sich direkt in *Twincat* darstellen und zum Beispiel zum Setzen von Breakpoints nutzen.

Neben *Twincat 3* und den Zusatzpaketen Condition Monitoring und *Matlab/Simulink*-Integration bietet das *Twincat Scope* die Möglichkeit der Darstellung aller relevanten Signale in Charts, die Server-Komponente zeichnet die Daten auf dem entsprechenden Zielgerät auf. Mit *Twincat 3* wird eine Basisvariante vom *Scope* immer automatisch mitinstalliert. Diese eignet sich insbesondere für die Inbetriebnahme von Anlagen. Dabei verschafft *Scope* dem Anwender eine schnelle grafische Übersicht über den Zustand der Maschine.

Mit verschiedenen Cursors kann man die Messwerte zyklusgenau auch im μ s-Bereich ablesen. Bei der Darstellung von

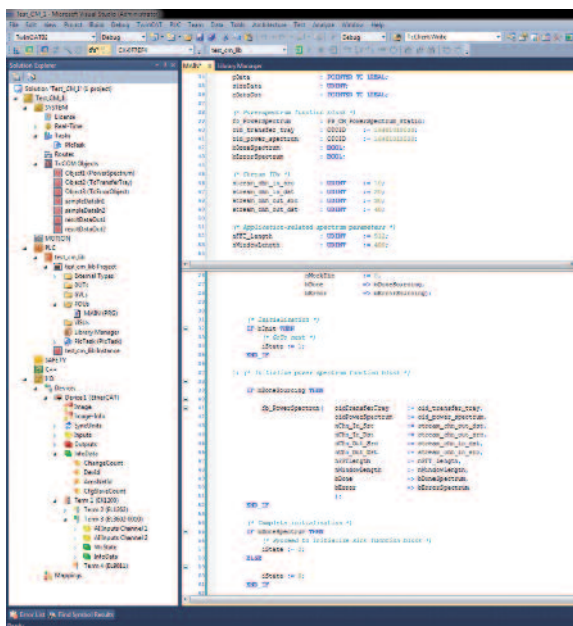


Bild 2: Messdaten kontinuierlich aufzeichnen und mit Algorithmen wie Power Spektrum analysieren.



großen Wertebereichen hilft die Umschaltung auf eine logarithmische Darstellung. Die Produkt-Level vom Scope ermöglichen zusätzliche Funktionalitäten wie Langzeitaufnahmen oder die Integrationsfähigkeit in die eigene .NET-Visualisierung. Mit allen *Scope*-Produkt-Leveln können Oversamplingwerte der Ethercat-Messklemmen visualisiert werden.

Echtzeitfähiges Bussystem

Ethercat ist nicht nur als Steuerungsfeldbus, sondern auch als Messtechnik-Feldbus etabliert. Nur mit diesem Ethernet-basierten sowie hochdeterministischen und schnellen Feldbusprotokoll sind komplexe Applikationen, wie beispielsweise die Integration von Condition Monitoring, umzusetzen. 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 Buszyklus hinaus steigern: Die digitalen Eingangsklemmen *EL1262* können beispielsweise Signale mit bis zu 1 Million Samples/Sekunde abtasten. Die Ethercat-Klemme *EL3702* erfasst Analogsignale von plus/minus 10 Volt mit 16-Bit-Auflösung und bis zu 100 Kilohertz. Verteilte Uhren in den Ethercat-Slaves, die Distributed-Clocks, sorgen für eine netzwerkweite zeitlich synchronisierte Messwerverfassung. 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 Mikrofone erfasst werden sollen, geeignet. An die zweikanalige Klemme kann man Piezo-Sensoren mit IEPE-Schnittstelle (Integrated Electronics Piezo Electric) direkt ohne Vorverstär-

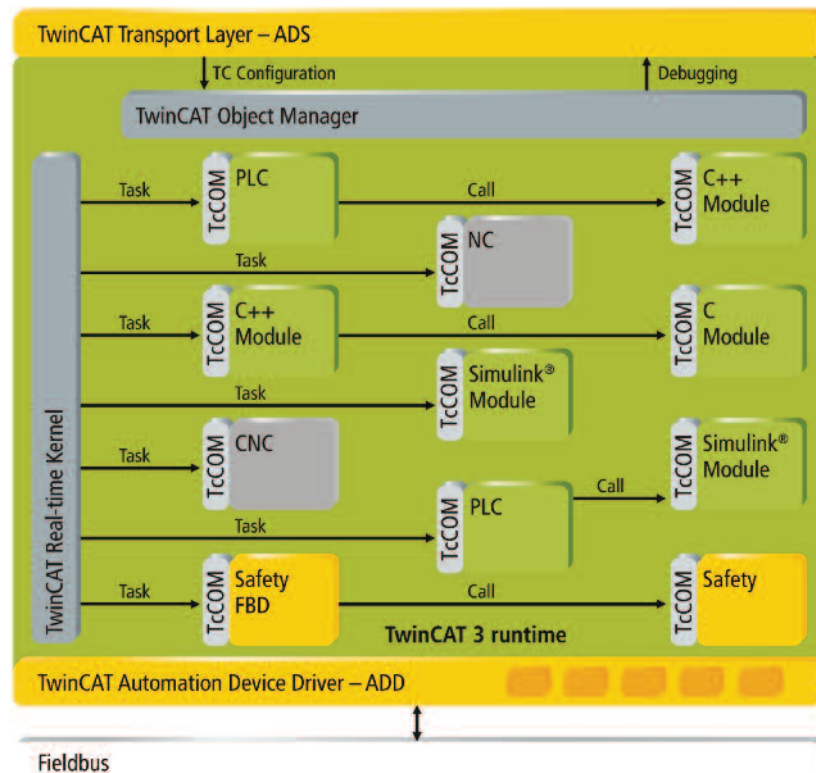


Bild 4: Die kompilierten *TwinCAT-3*-Module können sich programmiersprachenunabhängig gegenseitig in der Runtime aufrufen.

ker anschließen. Wegen verschiedenen Hardware-Filterstufen sind Signalabtastfrequenzen von 0,05 Hertz bis 50 Kilohertz 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 zehn Kilohertz abgetastet werden, wodurch sich die Klemme unter anderem auch für die Aufsynchro-nisation auf andere Netze eignet. Da sich Ethercat-Bussysteme nahezu beliebig erweitern lassen, lassen sich messtechnische Anwendungen wie eine Getriebeüberwachung nicht nur bei neuen Anlagen umsetzen, sondern auch in bestehenden Anlagen einbauen.

Zusammengefasst bietet Scientific Automation die Integration ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse in die Automatisierungstechnik von Windenergieanla-

gen, die über den Rahmen der klassischen Steuerung hinausgehen. Die Leistungsfähigkeit der PC-Control-Philosophie bietet dabei ausreichend Reserven, um weitere Funktionen jenseits der Standard-Steuerung zu integrieren. Die notwendigen Basistechnologien stehen mit leistungsfähigen CPUs, schnellen Busklemmen, Ethercat und der Software *TwinCAT* zur Verfügung. ■

www.beckhoff.de/scientific-automation
www.beckhoff.de/condition-monitoring



Autor: Pascal Dresselhaus, *TwinCAT*-Produktmanagement, Beckhoff Automation GmbH