

PC- und EtherCAT-basierte Steuerungstechnik als Basis flexibler Simulationskonzepte

Intelligente Energiesysteme erfordern komplexe und gekoppelte Echtzeit-Simulationen

Das OFFIS verfolgt mit dem SESA-Lab einen innovativen Ansatz in der Echtzeit-Co-Simulation intelligenter Steuer- und Regelungssysteme. Ziel ist es, innovative Schutz- und Leitsystemkomponenten umfassend zu evaluieren und so schneller und ohne Risiko in die Anwendung zu bringen. Umgesetzt wurde diese Lösung mithilfe der PC- und EtherCAT-basierten Beckhoff-Steuerungstechnik.

I/O-Hub mit EtherCAT-Backbone (links) für die topologiefreie Verknüpfung der analogen Ein- und Ausgänge des Echtzeit-Netzsimulators (rechts).

Das Smart Energy Simulation and Automation Laboratory (SESA-Lab) ist Teil einer integrierten „IKT für Energieeffizienz“-Laborinfrastruktur, die von Bund und Land als Forschungsgroßgerät gefördert wird. Begonnen hat der für Forschung und Lehre vorgesehene Aufbau Ende 2013 am Department für Informatik der Universität Oldenburg, mit wesentlicher Unterstützung des F&E-Bereichs Energie am OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg.

IKT-Einsatz in sicherheitskritischen Energiesystemen

Zukünftige intelligente Energiesysteme werden die Herausforderung bewältigen müssen, eine Vielzahl aktiver Komponenten leittechnisch zu integrieren und weitestgehend automatisiert im laufenden Betrieb aufeinander abzustimmen. Nur so lässt sich ein sicherer und zuverlässiger Betrieb bei gleichzeitig massivem Ausbau regenerativer, also volatiler und damit prognoseunsicherer Energieformen sicherstellen.

Die hierfür erforderlichen Informations-, Kommunikations- und Automatisierungssysteme sind zwar aus anderen Anwendungsbereichen bekannt, ihr langfristiger Einsatz in sicherheitskritischen Energiesystemen aber bislang weitestgehend ungetestet. Damit ist deren Nutzung aus Sicht der Energieversorgung hochgradig risikobehaftet. Neuartige IKT-Lösungen in der Betriebsführung dezentraler, regenerativ geprägter Energiesysteme – z. B. Schutz- und Leitsysteme, Komponenten für anlagenseitige netzstabilisierende Wirk- und Blindleistungsregelungen – sind daher im Vorfeld ausgiebig zu testen und ihr Einsatz im Zusammenspiel zu bewerten.

Flexible Simulationskonzepte sind gefragt

Die extrem hohe Systemkomplexität macht einerseits eine formale Analyse zum Nachweis bestimmter Eigenschaften unmöglich. Andererseits sind Feldtests, die alle erforderlichen Einflussfaktoren realitätsnah abbilden, aufgrund des hierfür erforderlichen Aufwands, ebenfalls nicht abbildbar. Eine adäquate Untersuchung kann daher nur simulativ erfolgen. Hierfür zum Einsatz kommende Simulationsumgebungen müssen in der Lage sein, eine Vielzahl heterogener und in verschiedensten Kontexten entwickelter Modelle zu integrieren. Am SESA-Lab wird eine Plattform geschaffen, auf der solche Modelle funktional integriert und in unterschiedlichsten Problem- und Anwendungskontexten zur Ausführung gebracht werden können.

Derart komplexe und umfangreiche Systeme lassen sich nicht durchgängig mit einer Genauigkeit und Auflösung simulieren, die die Untersuchung relevanter dynamischer Vorgänge und Regelungen (Oszillationen, Harmoniken, Reaktionen auf Fehlersituationen etc.) erlauben. Allerdings ist die Betrachtung solcher Phänomene für übergeordnete bilanzielle Untersuchungen (z. B. Fahrplansteuerung, Marktinteraktionen) meist auch nicht erforderlich. Aus diesem Grund – so Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff, Bereichsvorstand Energie beim OFFIS – entwickelt und stellt das SESA-Lab das Co-Simulations-Framework ‚mosaik‘ bereit, mit dem sich heterogene Modelle automatisiert komponieren und aufeinander abgestimmt simulieren lassen.

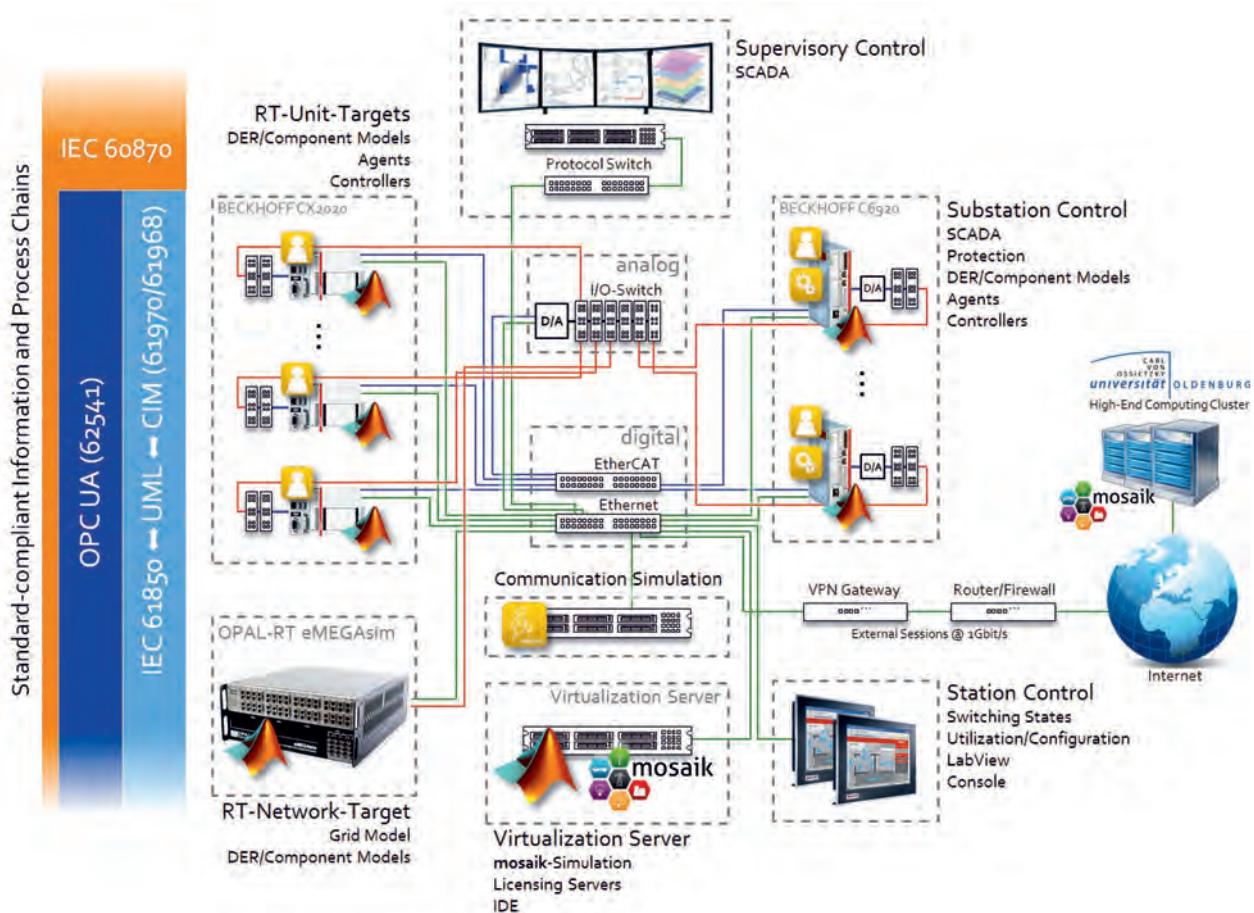


Bild: OFFIS

Schematischer Aufbau des SESA-Lab.

Co-Simulation präziser Echtzeit-Hardware und vergrößerter Softwaremodelle

Den Kern des SESA-Lab bildet ein Echtzeit-Netzsimulator. Er bringt die Komponenten von IKT- und Automatisierungssystemen zukünftiger Smart Grids nach dem Vorbild der Automobilindustrie als ‚Hardware-in-the-Loop‘ (HiL) zur Ausführung und untersucht deren dynamisches Verhalten in höchster Auflösung. Mit ‚mosaik‘ lässt sich diese dynamische Echtzeit-Simulation mit der vergrößerten softwarebasierten Simulation kombinieren und geeignet aufeinander abstimmen. So wird das gezielte Auskoppeln von Teilsystemen in den Hardware-Simulations- und Automatisierungsteil des Labors möglich.

Der Echtzeit-Netzsimulator erlaubt die Ausführung von hochgenauen dynamischen Netz- und Betriebsmittelmodellen auf dedizierten Signalprozessoren. So kann das dynamische/transiente Verhalten eines elektrischen Wechselstromsystems mit einer Genauigkeit von bis zu 10 µs (max. 100 kHz) aufgelöst werden. Der Netzsimulator verfügt über analoge Schnittstellen, an denen die Wechselstromsignale des Netzes anliegen, was den HiL-Betrieb von ‚echten‘ Geräten und Anlagen ermöglicht.

Embedded-Plattformen und topologiefreie I/O-Verknüpfung

Ergänzend zum Netzsimulator setzt das Labor auf Schaltschrank-PCs C6920, Embedded-PCs CX2020 und EtherCAT-Klemmen von Beckhoff. Dazu erläutert Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff: „Auf dieser PC-basierten Steuerungstechnik werden die Anlagen- und Komponentenmodelle auf der Basis von MATLAB®/

Simulink® in Echtzeit ausgeführt. Als Automatisierungssuite kommt dabei TwinCAT 3 zum Einsatz, mit einer Vielzahl von TwinCAT-3-Functions wie OPC UA, IEC 60870-5-10x, IEC 61850 und IEC 61400-25. Und gerade die Möglichkeit bei TwinCAT 3, MATLAB®/Simulink® nahtlos integriert als Programmiersprache nutzen und entsprechende Modelle einfach einbinden zu können, ist für uns ein großer Vorteil. Hinzu kommt, dass sich mit PC-Control als industrieller Steuerungstechnik ohne großen Aufwand einfache Regler oder sogar höherwertige, agentenbasierte Controller implementieren lassen. Die leistungsfähigeren IPC-Systeme kommen dabei auch als Stationsrechner für Leit- und Schutzsystemanwendungen zum Einsatz.“

Ein besonderes Merkmal dieses Aufbaus ist, laut Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff, die topologiefreie Verknüpfung und Zuweisung von Ein- und Ausgängen an die Komponenten innerhalb des Labors: „Zum Einsatz kommt hierfür eine Ethernet- und EtherCAT-basierte Kommunikation. Andererseits können auch die analogen Ein- und Ausgänge der Echtzeitplattformen virtuell miteinander verschaltet werden, was die flexible Verknüpfung der dynamischen Anlagenmodelle mit unterschiedlichen Knoten der Echtzeitsimulation ohne nennenswerten Umrüstaufwand erlaubt.“

weitere Infos unter:

www.offis.dewww.beckhoff.de/TwinCAT3