

Um die virtuelle Inbetriebnahme Anwendern mit begrenzten Kapazitäten zugänglich zu machen, hat Fluidon das Virtual Engineering Lab konzipiert. Die auf Open-Source-Toolkits und standardisierten Schnittstellen basierende Entwicklungsumgebung ist speziell auf die Anforderungen der Hydrauliksimulation zugeschnitten und ermöglicht Designtests in einem sehr frühen Projektstadium.

› von Dr.-Ing. Heiko Baum

Die virtuelle Inbetriebnahme präsentiert einen Teil des zukünftigen Produktlebenszyklusmanagements, das vollständig durch die Digital-Twin-Methodik unterstützt wird. Jede Ingenieursdisziplin – Mechanik, Hydraulik, Elektrotechnik und Softwaretechnik – trägt dabei zum digitalen Zwilling bei. Virtuelle Inbetriebnahme ermöglicht ein interdisziplinäres Arbeiten und fördert die Kommunikation in einem frühen Stadium der Produktentwicklung. Durch paralleles Engineering erreichen Anwender ein hohes Maß an Effizienz und Durchgängigkeit. Für Unternehmen ist einer der wichtigsten und offensichtlichsten Vorteile der virtuellen Inbetriebnahme der Zeitgewinn im Vergleich zum klassischen Prozess der sequenziellen Produktentwicklung. Beispielsweise können Steuerungsentwicklung und -test bereits in einem sehr frühen Projektstadium erfolgen. Bislang wird die virtuelle Inbetriebnahme zumeist von größeren Firmen durchgeführt. Sie verfügen über eine ausreichend breite Ingenieurbasis, um die benötig-



Mit dem Virtual Engineering Lab soll die Methode der virtuellen Inbetriebnahme zugänglicher werden.

Bild: Monopoly919/shutterstock

ten interdisziplinären Simulationsmodelle für den Digitalen Zwilling zu erstellen. Das Virtual Engineering Lab (VEL) ist eine modulare Entwicklungsumgebung zur Ankopplung von Digitalen Zwillingen an Feldbusnetzwerke. Fluidon konfiguriert das VEL anwendungsspezifisch, wodurch Entwickler eine schlüsselfertige virtuelle Inbetriebnahme-Umgebung für SiL- und HiL-Anwendungen erhalten.

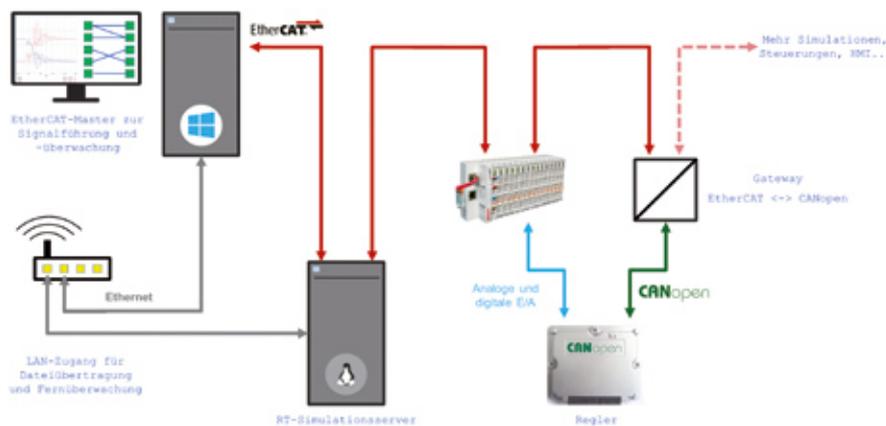
Das auf Open-Source-Toolkits basierende VEL ist speziell auf die hohen Anforderungen der Hydrauliksimulation ausgelegt, um beispielsweise auch die Dynamik der Hydraulikleitungen einer mobilen Arbeitsmaschine abzubilden. Hierdurch unterscheidet es sich von verfügbaren Lösungen

zur virtuellen Inbetriebnahme, die eher auf die Automatisierung von Fertigungs- und Montageprozessen mit vordefinierten Bewegungsdynamiken ausgerichtet sind.

Auf der Feldbusseite stellt das VEL eine EtherCAT-Anbindung zur Verfügung, die als HiL-Anwendung einen Datenaustausch mit der realen Steuerung über verschiedene Feldbusse deterministisch und mit einer Zykluszeit von Millisekunden gewährleistet. Alternativ kann das VEL auch als SiL-Anwendung mit der Entwicklungsumgebung der Steuerung verbunden werden. Auf der Simulationsseite ist das VEL eine Echtzeitlösung, die Linux-FMU-Modelle (Functional Mock-Up-Unit) aus allen FMI-konformen Entwicklungstools importieren kann, um den Digitalen Zwilling zu bilden. Hierbei können mehrere FMUs auch parallel angebunden werden, sodass beispielsweise Tool A die Hydraulik und Tool B die Mechanik liefert.

Der VEL-Echtzeitsimulator

Der Aufbau eines Digitalen Zwillinges zur HiL-Anbindung der Controller-Hardware erfordert ein deterministisches Verhalten der verknüpften FMUs. Um dies zu erreichen läuft der VEL-Echtzeitsimulator unter einem Linux mit Echtzeit-Kernel, der ein sehr genaues Timing der Rechenaufrufe der FMUs erreicht. Der VEL-Echtzeitsimu-



Struktur des Virtual Engineering Labs mit CANopen-Anbindung des Controllers.

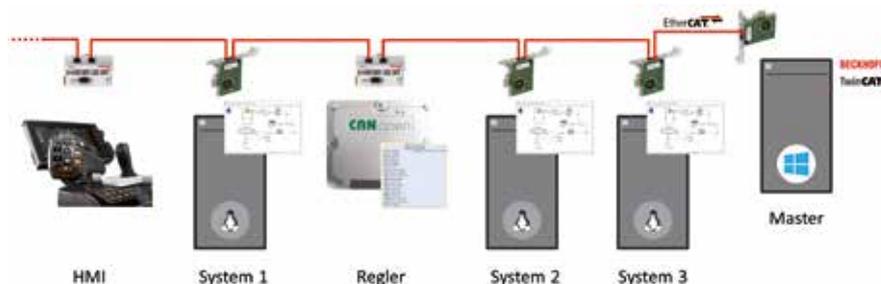


Beckhoff TwinCAT übernommen. TwinCAT scannt den EtherCAT-Bus nach neuen Slaves und erkennt automatisch alle verfügbaren Prozessdaten. Das VEL liefert in diesem Zusammenhang ein inverses Abbild der I/O-Signale der realen Steuerung.

Für EtherCAT ist eine große Anzahl von kompatiblen I/O-Geräten und Gateways zu anderen Feldbussen verfügbar. Über Gateways ist es beispielsweise sehr einfach möglich, Visualisierungswerkzeuge oder HMI-Geräte in den Simulationsverbund einzuschleifen.

Extremsituationen risikolos testen

Die durch Fluidon auf die Kundenaufgabe zugeschnittene VEL-Umgebung ist für Steuerungstechniker von großem Nutzen: Während im klassischen Prozess die Softwareentwicklung und der Test oft nur am realen Prototypen möglich sind, erfolgen diese nun in der Software-in-the-Loop (SiL)-Umgebung mit dem virtuellen Prototypen. Nach Auswahl der geeigneten



Erweiterte Topologie für rechenintensive Systeme.

Bilder: Fluidon

lator ruft die Rechenfunktionen aller FMUs zyklisch auf, synchronisiert die Berechnung der parallel rechnenden FMUs und tauscht zwischen ihnen E/A-Signale gemäß der benutzerdefinierten Struktur aus. Jeder FMU-Wrapper übernimmt bedarfsweise die Extrapolation bzw. Interpolation der ausgetauschten Signale. Ein Mapping-Modul puffert die FMU-Ausgänge, damit diese im nächsten Zeitschritt als Eingänge für andere FMUs verwendet werden können.

Die VEL-Feldbusschnittstelle

Zur Anbindung an den EtherCAT-Backbone, der alle Komponenten des HiL-Setups miteinander verbindet, ist der Echtzeitsimulator als EtherCAT-Slave konfiguriert. Große und komplexe Systeme können auf mehrere Rechenknoten aufgeteilt werden, um die Rechenlast zu verteilen. Die Aufgabe der Integration der HiL-Komponenten und des Signalroutings wird von

Hardware ermöglicht das VEL die weitere Validierung auf der realen Maschinensteuerung in der Hardware-in-the-Loop-Umgebung (HiL). Die Mensch-Maschine-Schnittstelle, bestehend aus Komponenten wie Joysticks, Bedienfeldern und Displays, kann bereits Teil dieses Testaufbaus sein und ermöglicht nicht nur einen Test aus Engineering-, sondern auch aus Anwendersicht. Extremsituationen der können in dieser Phase risikolos getestet werden. Die frühe Steuerungsintegration deckt Designprobleme früher auf als der traditionelle Prozess, ermöglicht kostengünstigere Korrekturmaßnahmen als in einem späteren Stadium und führt zu einer besseren Qualität des Produktdesigns. Die Zeit bis zur Markteinführung eines neuen Systems wird hierdurch deutlich verkürzt.

KF <

Dr.-Ing. Heiko Baum ist Geschäftsführer bei Fluidon.



**Jetzt
DIGITAL
ENGINEERING
MAGAZIN selbst
lesen oder
verschenken
und damit
10 Bäume
pflanzen.**



Alle Angebote unter:
[united-kiosk.de/
digital-engineering-magazin](http://united-kiosk.de/digital-engineering-magazin)

Mehr zur Aktion Magazines for Future und unseren Partnern:

Unser Magazin beteiligt sich an der Kampagne Magazines For Future: Gemeinsam mit unseren Freunden von united-kiosk.de und Eden Reforestation Projects werden überall auf der Welt 10 Bäume gepflanzt, sobald Sie ein Abo auf united-kiosk.de abschließen.