

Status quo der HIL-Simulation

Die Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulation ist in vielen Unternehmen fester Bestandteil des Elektronik-Entwicklungsprozesses. Oft wurden für diese Testaufgabe zentrale HIL-Abteilungen eingerichtet, teilweise betreuen auch die Fachabteilungen ihre HIL-Systeme selbst. Typisch sind in jedem Fall dedizierte HIL-Teams: Neben der Konzeption des Simulators auf elektrischer Seite (HIL-Hardware, Anschluss von Echt- und Ersatzlasten, Kabelbäume) sind I/O- und Streckenmodellierung sowie Erstellung und Durchführung der Tests entscheidende Aufgabenstellungen dieser Teams. Eine Spezialisierung, sprich Aufgabenteilung, der Betreuer in den HIL-Teams ist die logische Konsequenz. Die sich daraus ergebenden Aufgabenstellungen müssen durch leistungsfähige Werkzeuge optimal unterstützt werden.

Flexibilität ist Trumpf

Beim Verbundtest der gesamten Fahrzeugelektronik ist es üblich, dass die HIL-Systeme bereits zu einem Zeitpunkt spezifiziert und gebaut werden, zu dem sich einige Steuergeräte-Spezifikationen noch ändern können. Das führt zu hohen Anforderungen an die Flexibilität bzw. schnelle Umrüstbarkeit eines Simulators. Flexibilität ist ebenfalls gefragt, wenn verschiedene Steuergeräte-Varianten einzeln oder im Verbund zu testen sind. Ähnliches gilt für den Test neuer Komponenten für bereits in Produktion befindliche Fahrzeugplattformen.

Maximale Skalierbarkeit

Im Testalltag ist es wünschenswert, ein HIL-System gleichermaßen für den Steuergeräte-Verbund-Test und für den Test einzelner Komponenten einzusetzen. Sei es, um mit einem isolierten Teil-Simulator die Fehlersuche auf ein einzelnes Steuergerät zu konzentrieren oder weil nach den erfolgreichen Komponenten-

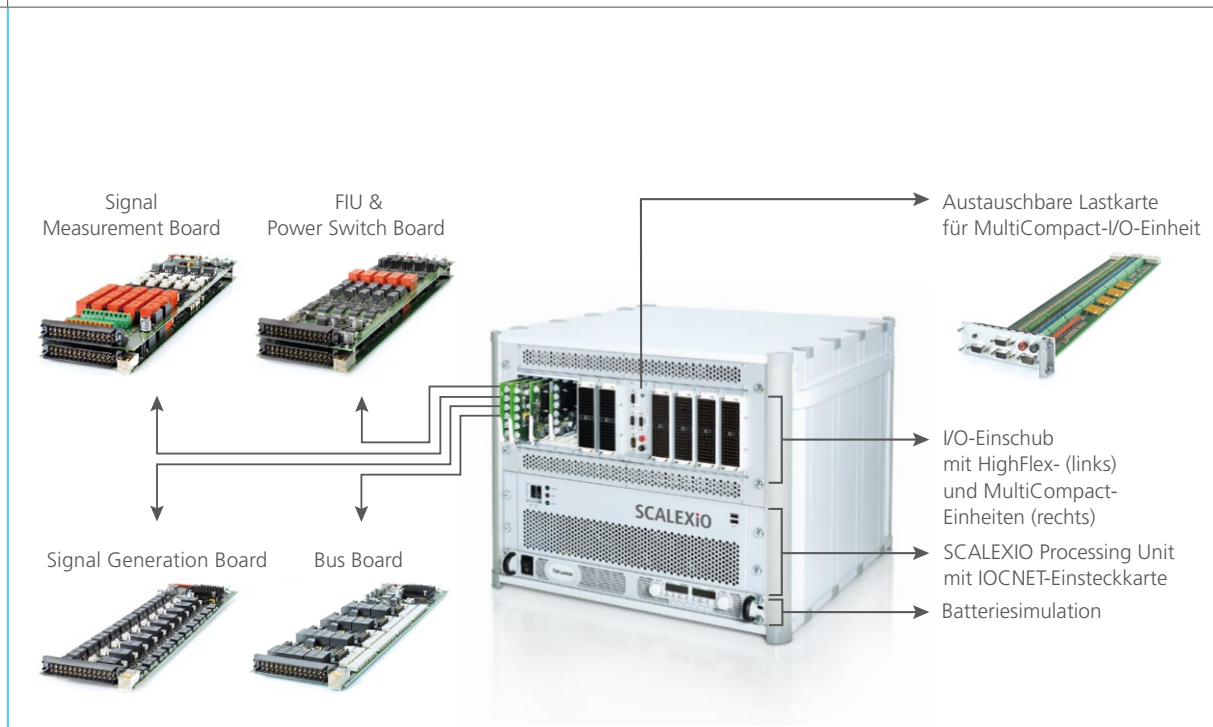


Arbeitsprozesse flexibel gestalten mit
neuer Simulator-Technologie



SCALEXIO

Die Hardware-in-the-Loop-Technologie hat sich in der Industrie als ein Standard in der Elektronikabsicherung etabliert. Viele Veränderungen bei den Arbeitsabläufen der Anwender verlangen nach einem neuen Produktkonzept, um bestmögliche Produktivität im Entwicklungsprozess zu erreichen. Die Antwort darauf ist SCALExIO.



Eine SCALEXIO-Systemkonfiguration mit den verschiedenen I/O-Karten.

tests die einzelnen Simulatoren später im Entwicklungsprozess zu einem Verbundsimulator zusammengeschaltet werden. Dies führt zu hohen Anforderungen an die Modularität, Skalier- und Erweiterbarkeit.

Produktiv ans Ziel

Aufwände und Zeiten für den ersten Aufbau bis zu den späteren Anpassungen und Umbauten müssen gering bleiben. Idealerweise erfolgen neue Konfigurationen per Knopfdruck. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang auch der Test und die Dokumentation der Systeme. Nicht zuletzt die Einführung der Norm ISO 26262 für die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme wird zukünftig eine genaue Dokumentation der Testsysteme erfordern.

Die neue HIL-Technologie SCALEXIO®

Die konsequente Umsetzung der identifizierten Anforderungen in ein HIL-Testsystem führt zu einer grundlegenden Neuausrichtung bestehender Konzepte. Daher basiert die neue HIL-Technologie SCALEXIO auf einer völlig neuen Hardware-

und Software-Architektur. Sie besticht besonders durch Merkmale wie hohe Kanalflexibilität, granulare Erweiterbarkeit und vollständige Software-Konfiguration.

Echtzeitrechner mit Quad-Core-Prozessor

Das SCALEXIO-Herzstück ist ein Echtzeitrechner. Dieser stellt über Gigabit-Ethernet eine Verbindung

SCALEXIO: Mehr Flexibilität in HIL-Projekten

zum Host-Rechner her, worüber der komplette Simulator konfiguriert wird, Echtzeitapplikationen geladen werden und schließlich auch die HIL-Simulation überwacht und gesteuert wird. Basis eines SCALEXIO-Rechenkerns ist ein Industrie-PC mit Intel® Core™ i7 Quad-Core-Prozessor, ein Echtzeitbetriebssystem (RTOS) und eine von dSPACE entwickelte PCIe-Einsteckkarte für die Kommunikation zur I/O und zu weiteren Echtzeitrechnern. Der Einsatz von Standard-PC-Technologie erlaubt es, zeitnah von frei am Markt verfügbaren Performance- und Technologie-Innovationen zu profitieren.

Systeminterne Kommunikation

Für die interne Kommunikation zwischen dem Echtzeitrechner und den I/O-Karten hat dSPACE ein neues Kommunikationsprotokoll entwickelt, das IOCNET (I/O Carrier Network). Mit dem auf Ethernet basierenden IOCNET können mehr als 100 I/O-Teilnehmer an ein SCALEXIO-System angeschlossen werden, die sich viele Meter voneinander entfernt befinden

können. So lassen sich räumlich weitverteilte Systeme realisieren, was die Anforderungen an Modularität und Flexibilität adressiert. Um die von dSPACE gewohnte Echtzeitfähigkeit zu gewährleisten, wurde das Protokoll für die Echtzeitkommunikation und eine hochgenaue Zeit- und Winkelsynchronisation ausgelegt. Die mit IOCNET erzielbare Übertragungsrate ist rund 10-mal höher als die bisher eingesetzte Technologie.

Zwei I/O-Kartentypen

Grob können die HIL-Signale in vier Klassen unterteilt werden: Signal-



SCALEXIO-Systeme bestechen durch ihre leichte Skalierbarkeit.

generierung (z. B. Simulation von Sensorsignalen), Signalvermessung (z. B. Einmessung von Aktorsignalen), Bussysteme und Versorgungssignale. Für diese vier Klassen stellt die SCALEXIO-Technologie zwei verschiedene per Software konfigurierbare I/O-Kartentypen zur Verfügung: die HighFlex-I/O-Karten und die MultiCompact-I/O-Einheit. Beiden gemeinsam ist jeweils ein lokaler PowerPC-Prozessor zur Signalverarbeitung und Entlastung des Echtzeitrechners, eine IOCNET-Schnittstelle, eine für Automobilanwendungen typische Signalkonditionierung sowie Wandler und Teile der elektrischen Fehlersimulation. Beide I/O-Kartentypen sind beliebig kombinierbar und können sowohl in kleinen Komponententestern als auch in großen Verbundtestsystemen eingesetzt werden. Die Integration von Signalkonditionierung und Fehlersimulation reduziert die interne Verdrahtung, vereinfacht die Aufbau- und bautechnik und erhöht somit auch die einfache Wiederverwendbarkeit.

HighFlex-I/O-Karten

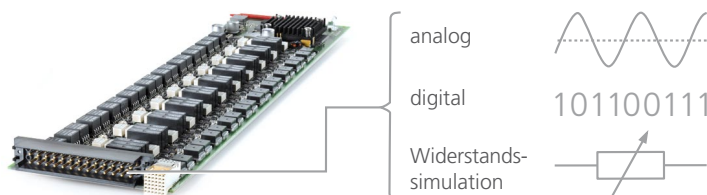
Die HighFlex-I/O-Karten zeichnen sich durch hohe Flexibilität und Leis-

SCALEXIO: Einfache Wiederverwendung für neue Testaufgaben

tungsfähigkeit aus. Die Signalgenerierungs- und -vermessungskarten verfügen jeweils über 10 einzeln galvanisch getrennte Kanäle. Der physikalische Schnittstellentyp jedes Kanals ist per Software konfigurierbar; dabei kann zwischen digitaler und analoger Schnittstelle sowie einer Widerstandssimulation gewählt werden. Die Buskarte enthält 4 galvanisch getrennte Buskanäle, die per Software als CAN-, LIN-, FlexRay- oder UART-Kanal konfigurierbar sind und die nötigen Transceiver und Terminierungen bereitstellen. Bei der Projektierung eines

Simulators mit HighFlex-I/O-Karten muss lediglich die Anzahl und nicht mehr die Art der Kanäle berücksichtigt werden. Das tatsächlich verwendete physikalische Interface wird per Software konfiguriert und lässt sich beliebig oft ändern. Diese erlaubt ein sehr hohes Maß an Flexibilität und Wiederverwendbarkeit. Alle HighFlex-I/O-Karten verfügen über ein einheitliches Steckerkonzept. Damit wird sichergestellt, dass sie steckplatzunabhängig montiert werden können, wodurch sich der Auf- und Umbau des SCALEXIO-Systems vereinfacht.

Die Kanäle der HighFlex-I/O-Signalgenerierungskarte sind physikalisch für analoge und digitale Signale sowie Widerstandssimulation konfigurierbar.



Zusammenfassung und Ausblick

SCALEXIO ist die konsequente Umsetzung der Anforderungen der Anwender, die in den letzten Jahren im Hardware-in-the-Loop (HIL)-Umfeld entstanden sind. Die hochmoderne Hardware- und Software-Architektur trägt den Veränderungen und neuen Ansprüchen in HIL-Projekten Rechnung. Die Potentiale der SCALEXIO-Technologie wurden bereits in Evaluierungs- und konkreten Pilotprojekten bei Kunden erprobt und bestätigt.

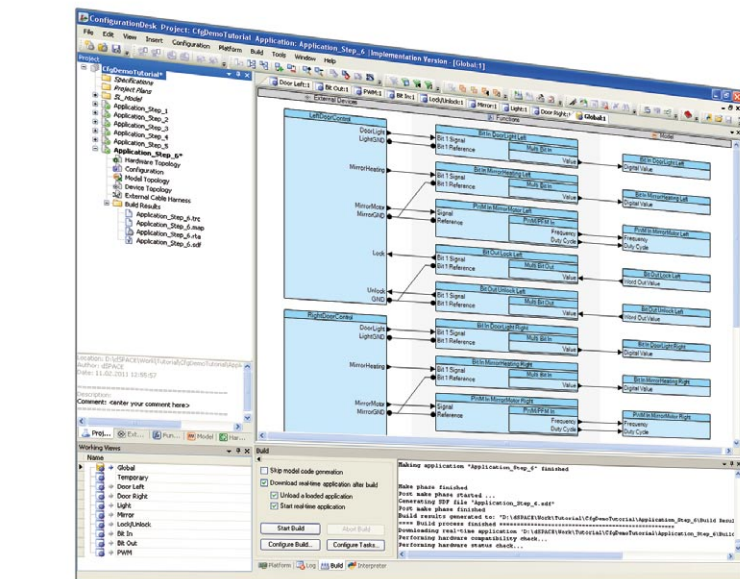
In der ersten Version ist das SCALEXIO-System ideal für Projekte im Bereich Antriebsstrang und Fahrdynamik. Mit späteren Versionen kommen weitere MultiCompact-I/O-Einheiten hinzu, die auf zusätzliche Anwendungsbereiche abgestimmt sind, beispielsweise Body-Anwendungen, die typischerweise viel Digital-I/O erfordern.

MultiCompact-I/O-Einheit

Die derzeit erhältliche MultiCompact-I/O-Einheit ist speziell für Antriebsstrang- und Fahrdynamik-Anwendungen ausgelegt. Sie besitzt in Summe über 150 Kanäle und ist als Einheit galvanisch getrennt. Zugunsten eines kompakten Aufbaus, einer hohen Kanaldichte sowie eines günstigen Preis/Kanal-Verhältnisses wurden weitgehend dedizierte statt multifunktionale Kanäle verbaut.

Das Aufbaukonzept

Durch Verwendung von möglichst vielen Off-the-Shelf-Komponenten



ConfigurationDesk bietet eine komfortable Oberfläche zur schnellen I/O-Konfiguration.

und einfacher, standardisierter 10-kanaliger Verdrahtung wird sich der Aufwand für Konfiguration, Aufbau, Test und Dokumentation eines Simulators stark reduzieren. Alle Systemkomponenten wie Echtzeitrechner, HighFlex-I/O-Baugruppenträger, MultiCompact-I/O-Einheit und Batterie-

lichkeiten der SCALEXIO-Hardware stehen Anwendern komfortabel über das neue Werkzeug ConfigurationDesk® zur Verfügung. Die Konfiguration der I/O-Funktionen findet auf einer abstrakten, logischen Ebene statt und nicht auf einem konkreten Hardware-Kanal. Dies ermöglicht

SCALEXIO: Kosten runter und schneller ans Ziel

simulationsnetzteil sind in bewährten 19"-Schränken verbaut. Die Kombination der vollständigen Software-Konfigurierbarkeit zusammen mit der Multifunktionalität und der bereits integrierten Signalkonditionierung und Fehlersimulation der I/O-Karten beschränkt den Umbau eines Simulators oftmals auf das Tauschen eines externen Kabelbaums. Mit diesem Aufbaukonzept von SCALEXIO wird eine deutliche Effizienzsteigerung erzielt.

Einfache Konfiguration per Software

Die vielfältigen Konfigurationsmög-

z. B. das nachträgliche Zuordnen der Funktionalität auf eine andere I/O-Karte oder sogar die Nutzung mehrerer physikalischer Kanäle, wenn die Strom-/Spannungsgrenze eines Signals erhöht werden muss. Dieses abstrakte Konfigurationsniveau erlaubt auch eine virtuelle Projektierung, während der HIL-Hardware-Aufbau noch entsteht, so dass schon sehr früh im Projekt mit der Konfigurationsarbeit begonnen werden kann. Aus ConfigurationDesk heraus wird außerdem der (inkrementelle) Build-Prozess angestoßen, so dass als Ergebnisse eine lauffähige Echt-

zeitapplikation entsteht, die direkt auf den HIL-Simulator geladen werden kann.

Koexistenz von I/O- und Streckenmodell

Eine Trennung der I/O-Konfiguration vom Streckenmodell ermöglicht modulare, wiederverwendbare Konfigurationen. Dadurch werden neue Arbeitsabläufe und die parallele Bearbeitung verschiedener Aufgaben besser unterstützt. Dieses Vorgehen spart ebenfalls Zeit, da Änderungen der I/O lediglich neuen I/O-Code erfordern, der Code für das Streckenmodell jedoch unangetastet bleibt.

Komfortabler Konfigurationsprozess

Der Konfigurationsprozess unterteilt sich grob in drei Abschnitte: Beschreibung der extern angeschlossenen Geräte (z. B. Steuergeräte, Echtlasten), Auswahl der I/O-Funktionen für jedes Signal und die Verknüpfung der I/O-Funktionen mit dem Streckenmodell. Die Konfigurationsreihenfolge ist hierbei beliebig und wird über eine übersichtliche 3-Spalten-Darstellung vorgenommen.

Weitere Software

Neben ConfigurationDesk steht die bekannte dSPACE Software für SCALEXIO zur Verfügung:

- ControlDesk® Next Generation zur Instrumentierung
 - AutomationDesk® zur Testerstellung und -automatisierung
 - Real-Time Testing für die taktsynchrone Ausführung von Echtzeit-testskripten und Simulationsmodell
 - MotionDesk zur Visualisierung
 - ModelDesk zur grafischen Modellparametrierung
 - Automotive Simulation Models für Echtzeitsimulationsmodelle
 - CAN und LIN MultiMessage Blocksets sowie FlexRay Configuration Package für die Restbussimulation
- Dies bildet die Basis für eine vollständige Lösung zum HIL-Testen. ■

Interview

mit Susanne Köhl,
Lead Product Manager
Hardware-in-the-Loop
Simulators



Frau Köhl, warum hat dSPACE für die HIL-Simulation eine neue Technologie entwickelt?

Die neue Technologie ist erforderlich, um für die geänderten Anforderungen aus den HIL-Projekten unserer Kunden optimale Lösungen zu bieten.

Was ist wirklich neu an SCALEXIO?

Mit SCALEXIO führen wir eine völlig neue Technologie ein: ange-

fangen beim Prozessor-Board, dem internen Bus für die Kommunikation mit der I/O und speziell auf den HIL-Anwendungsfall zugeschnittenen I/O-Karten über die Aufbautechnik bis hin zur Unterstützung der Hardware-Konfiguration mit einer neuen Software.

Welche Vorteile ergeben sich für den Anwender?

SCALEXIO bietet eine gezielte Unterstützung der Arbeitsabläufe beim Kunden, beispielsweise für die getrennten Rollen von Streckenmodellierern oder Hardware-Spezialisten. SCALEXIO bringt mehr Flexibilität für die Projekte: Konzeption und Umbau der Systeme sind schneller realisierbar. Somit können verschiedene Steuergeräte-Varianten und -Arten an einem System getestet werden, und nachträgliche Erweiterungen von Systemen lassen sich leicht umsetzen.

Durch die Verwendung derselben Komponenten für große Verbundtester und kleine Komponententester wird eine hohe Durchgängigkeit für verschiedene Testaufgaben erreicht. Last but not least ergibt sich eine Zeit- und Aufwandsersparnis, die

durch den vereinfachten Auf- und Umbau und die automatische Dokumentation des Systems durch softwarebasierte Konfiguration erreicht wird.

Können die bestehenden HIL-Systeme weiter genutzt werden?

Ja, selbstverständlich. Es ist zudem möglich, SCALEXIO mit den bestehenden HIL-Systemen über eine Prozessor-Prozessor-Kopplung zu verbinden. Mit ControlDesk Next Generation werden die beiden Systeme sogar aus einem Layout heraus bedient. Die Synchronisation der Messungen erfolgt dann auf Host-Seite.

Wird SCALEXIO die PHS-Bus-basierten Systeme ersetzen?

Ja, wir werden SCALEXIO weiter ausbauen, so dass es langfristig die PHS-Bus-basierten Systeme ersetzen kann. Wir gehen aber davon aus, dass beide Systeme sehr lange nebeneinander existieren, so dass jeder für sich das richtige System frei auswählen kann.

Frau Köhl, wir danken Ihnen für das Gespräch!