

Elektronische Hochvoltlasten für
Motor- und Batterieemulation

Spannend emuliert

Für die Emulation von Motoren und Batterien im Bereich von Spannungen bis 700 V hat dSPACE eine neue elektronische Hochvoltlast entwickelt. Zusammen mit den benötigten Simulationsmodellen ergibt sich damit ein schlüsselfertiges Testsystem für alle Anwendungen aus dem Traktionsbereich. Sämtliche Komponenten stammen aus einer Hand.



Das ideale Testsystem für Steuergeräte elektrischer Antriebe ist flexibel anpassbar, offen für Änderungen, kompakt und leistungsstark. Mit der neuen elektronischen Hochvoltlast setzt dSPACE genau hier an. Sie ist das Kernstück der hochdynamischen Elektromotor- und Batterieemulation für bis zu 700 V. Hinzu kommen die offenen und flexiblen Simulationsmodelle von dSPACE sowie ein Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulator dSPACE SCALEXIO. Über das zu testende Steuergerät hinaus sind keine weiteren realen Komponenten erforderlich. Dadurch wird der Teststand flexibel und kostengünstig.

Motoremulation für den HIL-Test

Ein Steuergerät für Elektromotoren muss mit Hilfe seiner integrierten Endstufen die vollständige Antriebsleistung eines Fahrzeuges mit elektrischem Antrieb verarbeiten. Beim HIL-Test muss dieses Steuergerät deshalb mit den echten Motorströmen belastet werden. Bisher wurde es dafür oftmals mit dem realen Antriebsmotor auf einem mechanischen Prüfstand in Verbindung mit einer dynamischen Belastungsmaschine betrieben. Diese Methode bringt eine Reihe von Nachteilen mit sich: Die hohen mechanischen Energien der rotierenden Maschinen erfordern aufwendige Sicherheitsmaßnahmen, Prüfstände sind beim Wechsel auf einen anderen Motor ebenso teuer wie unflexibel. Die erreichbare Dynamik ist durch die Dynamik der Lastmaschine begrenzt. Das Device under Test (DUT) kann nicht immer sicher betrieben werden, Fehlersimulationen sind nur eingeschränkt möglich. Eine Emulation von Motor und Batterie überwindet diese Nach-

teile und eröffnet dem Tester neue Möglichkeiten. Bei der Emulation geht es darum, den Motor und die Batterie zu simulieren und das DUT mittels hochdynamischer elektronischer Lasten mit den realen Strömen und Spannungen zu beaufschlagen – ganz ohne mechanische Komponenten.

Langjährige Erfahrung

Mit der neuen elektronischen Hochvoltlast erweitert dSPACE sein Produktportfolio und bietet nun ein schlüsselfertiges System für die vollständige Virtualisierung von Fahrzeugen mit realen Energieflüssen. Dabei stammen alle Komponenten aus einer Hand. Anwender profitieren von der langjährigen Projekterfahrung mit Motoremulationen aus dem Niedervoltbereich. Die dort bewährten Konzepte wurden nun auf den Hochvoltbereich übertragen und weiterentwickelt. Die komplette Hardware ist eine Eigenentwicklung von dSPACE und Schlüsseltechnologien wurden zum Patent angemeldet. Da der Anwender nur einen einzelnen Ansprechpartner kontaktieren muss, reduziert sich sein Abstimmungsaufwand bezüglich Systemaufbau und Betrieb.

Dynamische Hochvoltlast

Die elektronische Hochvoltlast (Abbildung 1) kann sowohl zur Emulation von Lasten, zum Beispiel Motoren, als auch von Quellen wie Batterien oder AC-Netzanschlüssen genutzt werden. Die Verwendung der gleichen Hardware für beide Anwendungen reduziert den Einarbeitungsaufwand für das Gesamtsystem und vereinfacht Konfigurationsänderungen. Mit ihrer sehr hohen Dynamik hinsichtlich der Stromänderungsgeschwindigkeit, der großen Bandbreite der emu- >>

Mit der neuen Hochvoltlast lassen sich Fahrzeuge vollständig virtuell mit echten Energieflüssen darstellen – schlüsselfertig aus einer Hand.

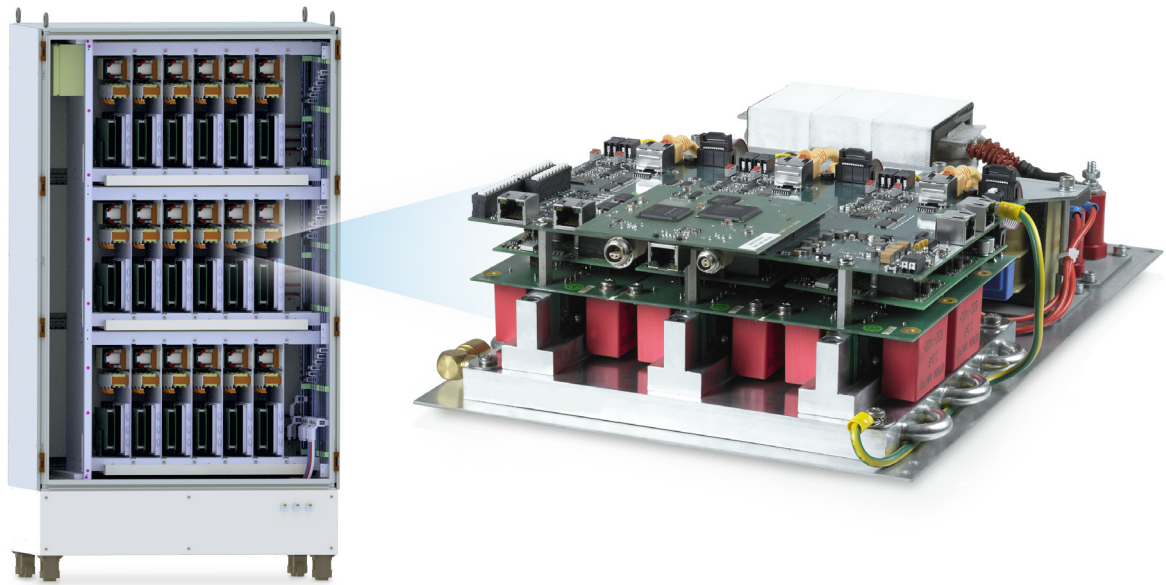


Abbildung 1: Die elektronische Hochvoltlast ermöglicht die Emulation von Motoren und Batterien im Bereich von Spannungen bis 700 V.

lierten Induktivitätswerte sowie dem Spannungsbereich bis 700 V erfüllt sie alle Anforderungen für Anwendungen aus dem Traktionsbereich. Durch einen beliebigen parallelen Betrieb der Lasten werden Leistungen bis zu vielen 100 kW erreicht. Das Modul ist mit seinen Maßen von 45 cm x 30 cm sehr kompakt.

Offene Simulationsmodelle

Für die Simulation der Motoren und Drehgeber kommen offene FPGA-basierte Modelle aus der dSPACE XSG Electric Components Library zur Anwendung. Mit ihnen können echte Phasenströme vorgegeben werden, die eine sehr genaue und schnelle Berechnung ermöglichen. Bei Bedarf können sie vom Kunden selbst oder von den dSPACE Experten für spezielle Anforderungen angepasst und erweitert werden. Mit den dSPACE

Automotive Simulation Models (ASM) erhält der Anwender verschiedene Modellbibliotheken mit offenen Simulationsmodellen für den Prozessor, die er selbst für Spezialanwendungen erweitern kann. Sie umfassen zum Beispiel Modelle für verschiedene Batterietypen (ASM Electric Components) sowie Modelle für komplette Antriebsstränge und Fahrzeuge (ASM Vehicle Dynamics). Die Simulationsmodelle für die Tests auf Leistungsebene sind dieselben, die auch für die Simulation auf Signalebene verwendet werden. Die Anwender müssen sich daher nur einmal einarbeiten und können bereits bestehende Konfigurationen weiter nutzen.

Leistungsstarker Simulator

Als HIL-System kommt ein SCALEXIO-Simulator zum Einsatz. Aufgrund der Vielzahl flexibler I/O-Karten lässt

sich das System leicht an unterschiedlichste Anwendungen anpassen. Durch die leistungsstarke SCALEXIO Processing Unit sowie die FPGA-basierte Motoremulation gibt es keinerlei Einschränkungen bezüglich der Simulations- und Emulationsmöglichkeiten. Alle Betriebspunkte eines Elektromotors können sowohl im Motor- als auch im Generatorbetrieb emuliert werden. Des Weiteren ist die Emulation von harmonischen Frequenzen möglich, wodurch sich eine sehr hohe Genauigkeit für die Motorstromnachbildung ergibt. SCALEXIO bietet damit die ideale HIL-Umgebung für Last- und Funktionstests auf Leistungsebene.

Breite Anwendungsmöglichkeiten

Die elektronische Hochvoltlast ist für die hochdynamische Motor- und Batterieemulation in elektrischen Antriebssystemen optimiert. Weitere

Die kompakte, modulare Bauweise des Emulationssystems sowie offene Simulationsmodelle ermöglichen eine einfache Anpassung für verschiedenste Anwendungen.

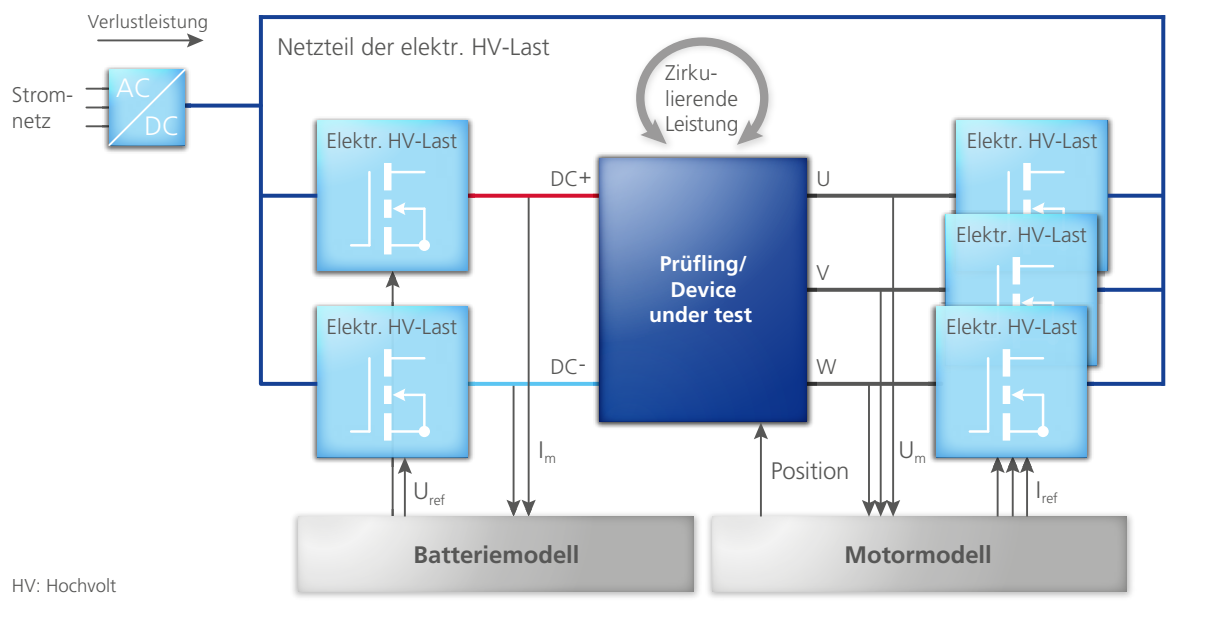


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines typischen Testaufbaus.

Anwendungsbereiche umfassen den Test von Industriemotoren, Windkraft- und Solarwechselrichtern, DC/DC-Umrichtern sowie die Emulation von Wechselspannungsnetzen. Durch die flexiblen Konfigurationsmöglichkeiten sind alle gängigen Frequenzbereiche abgedeckt, beispielsweise zwei oder drei Phasen bei 50 Hz oder 400 Hz für Projekte der Luft- und Raumfahrt. Das Emulationssystem kann in verschiedenen Phasen der Entwicklung und Testprozesse eingesetzt werden:

- Test neuer Regelalgorithmen für Leistungselektroniksysteme
- Zuverlässigkeitsprüfungen und Fehlertests
- Freigabe- und Zulassungstests mit kontrollierter Fehlereinspeisung
- Robustheitstests, beispielsweise mit unterschiedlichen Motorparametern
- Systemtests der Hochvoltkomponenten eines Fahrzeugs im Zusammenspiel

Da die Komponenten emuliert werden, können all diese Tests gefahrlos

durchgeführt werden – auch in kritischen Betriebspunkten, die einen realen Motor gefährden oder sogar zerstören würden. Durch die kontinuierliche Überwachung von Strom und Spannung ist der Schutz des Prüflings auch im Grenzbetrieb stets gesichert.

Das Gesamtsystem

Das Gesamtsystem beinhaltet neben dem Emulatorschrank mit den Hochvoltlasten und dem HIL-Simulator zur Berechnung der Simulationsmodelle noch ein Kühlaggregat. Die Kopplung zwischen SCALEXIO und dem Emulatorschrank erfolgt über die von dSPACE entwickelte Netzwerktechnologie IOCNET. Diese ermöglicht eine latenzarme, schnelle Kommunikation mit dem SCALEXIO-Echtzeitprozessor. Für die Installation ist lediglich ein günstiger Standard-Netzanschluss erforderlich, da keine Rückspeisung über das Stromnetz erfolgt. Durch den internen Energiefluss zwischen Motor und Batterieemulation arbeitet das Gesamtsystem höchst effizient und es wird nur eine geringe

Anschlussleistung von typischerweise 20 % der Nennleistung benötigt. Ein typischer Testaufbau für einen Traktionsantrieb besteht aus zwei elektronischen Lasten zur Emulation der Batterieströme, drei Lasten für die Nachbildung des Motors, dem zu testenden Steuergerät und einem Netzteil zur Kompensation der Verlustleistung (Abbildung 2). Durch die kompakte Bauweise benötigt diese Beispielkonfiguration für die Emulation eines 150-kW-Motors und der Batterie nur einen Emulatorschrank.

Integration in die bestehende Produktlandschaft

Neben den Simulationsmodellen kann weitere dSPACE Software wie ModelDesk für die Modellparametrierung, ControlDesk für die Simulationskontrolle, MotionDesk für die Visualisierung und AutomationDesk für die Testautomatisierung wie gewohnt genutzt werden. Die neue elektronische Hochvoltlast wird noch 2017 im Rahmen von Engineering-Projekten verfügbar sein. ■