

Auf dem Prüfstand: der elektrische Antriebsstrang von morgen

Anwendungsbericht: imc realisiert Test- und Simulationsfeld für das Fraunhofer Institut (IFAM Bremen)



Die optimale Antriebstopologie und -auslegung ist bei der (Weiter-)Entwicklung von Elektrofahrzeugen entscheidend. Die imc Meßsysteme GmbH hat für das Fraunhofer Institut (IFAM Bremen) einen Prüfstand mit zwei Prüfsträngen und integrierter Simulationslösung realisiert, der die Entwicklung und den Test neuer Komponenten und Modelle für den elektromotorischen Antriebsstrang ermöglicht.

Ziele

Um die Effizienz und die Reichweite von Elektrofahrzeugen optimieren zu können, sind fundierte Tests des elektrischen Antriebsstrangs und seiner Komponenten unter verschiedensten Arbeits- und Umgebungsbedingungen die Ausgangsbasis. Das Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung in Bremen (IFAM) hat zu diesem Zweck einen Entwicklungsprüfstand mit zwei Prüfsträngen mit integrierter Simulationslösung von der imc Meßsysteme GmbH realisieren lassen.



Ein besonderes Augenmerk lag auf umfangreichen Tests der Batterie und deren Simulation, um das Verhalten unter verschiedenen Umweltbedingungen genau zu betrachten. Die Ergebnisse sollen dazu dienen, Batterien in puncto Kapazität, Leistungsfähigkeit, Gewicht, Lebensdauer, Sicherheit und Größe zu optimieren.

Ziele – auf einen Blick:

- Betrachtung aller Komponenten eines kompletten Antriebsstrangs für die e-Mobility unter realistischen Bedingungen
- Untersuchung von Alterung, Eigenschaften und Optimierungspotenzialen von Energiespeichern (Batterien)
- Messungen mit einer Batteriesimulation, bei denen sowohl der Lade- als auch der Entladevorgang reproduzierbar simuliert werden

- Untersuchungen von Batterien unter extremen Temperaturbedingungen (-40°C bis +140°C)
- Untersuchung und Optimierung der Bremsenenergie-Rückgewinnung (Rekuperation)
- Verbesserung des Zusammenspiels von elektrischen Motoren und Frequenzumrichtern
- Charakterisierung der Dauerlaufeigenschaften von elektrischen Antriebssystemen
- Verbessertes Zusammenspiel der Einzelkomponenten: eine übergreifende elektromechanische Optimierung des kompletten Antriebsstrangs

Integriertes Messen, Steuern, Regeln und Simulieren



Da die Messdaten aus realen Erprobungsfahrten von Prototypen und ersten Serien-Elektrofahrzeugen oft nicht hinreichend für anspruchsvolle Optimierungsziele sind, fließen die auf der Teststrecke aufgezeichneten Fahrzeugdaten u.a. in ein Matlab Simulink-Modell ein.

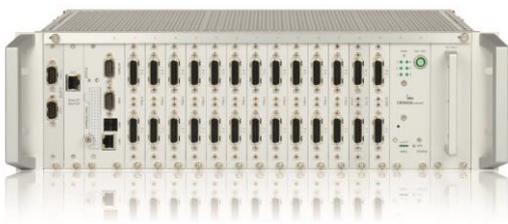
Durch Veränderung dieser Daten und die Erstellung von neuen systemdynamischen Modellen lassen sich gezielt härteste Bedingungen am Prüfstand simulieren und Zusammenhänge der Einzelkomponenten des Antriebsstrangs – wie z.B. Batterie, Ansteuerinheit,

Leistungselektronik oder Elektromotor – untersuchen. Zudem ist die modellgestützte Entwicklung auf dem Prüfstand zeit- und kosteneffizient. Auch die Reproduzierbarkeit ist bei Belastungs-/Dauerlauftests ein wichtiger Vorteil.



Hardware-in-the-Loop

Zum Test und zur Simulation von Komponenten des Antriebsstrangs nutzt IFAM die schlüsselfertige Lösung imc HiL. Messdatenerfassung, Steuerung, Regelung und Simulation sind hier von imc in einem System vereint worden. In Matlab Simulink erstellte Modelle lassen sich direkt in das imc-Messsystem einbinden. Sie werden auf einem in die Messhardware (wie imc CRONOScompact) eingebetteten Prozessor in Echtzeit ausgeführt.



Messsystem: imc CRONOSflex

Entwicklung von Energiespeichermodellen

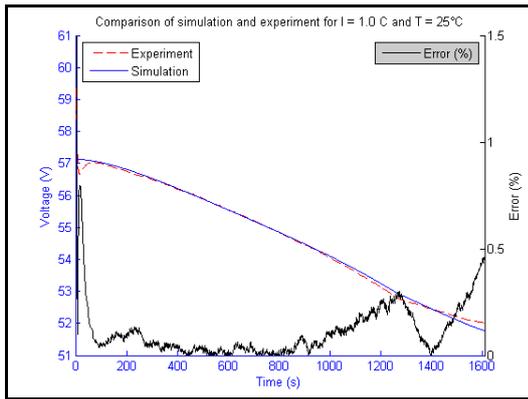
Die IFAM fokussiert bei ihren Untersuchungen insbesondere die Entwicklung neuer Modelle zur Simulation von Energiespeichersystemen.

Im ersten Schritt wählen die Ingenieure die Batteriechemie und die elektrischen Kennwerte der Batterie aus, die es zu modellieren gilt. Aus der Batteriechemie ergeben sich zu berücksichtigende Randbedingungen wie die Betriebstemperatur, maximale Ströme sowie strom- und temperaturabhängige Kapazitätscharakteristika.

Im zweiten Schritt entscheiden die Ingenieure, was simuliert werden soll. Dies kann beispielsweise die Spannungscharakteristik in Abhängigkeit von der Temperatur und des gewählten Entladestroms sein.

Im dritten Schritt gilt es echte Energiespeichersysteme zu testen, um die für die Modellentwicklung notwendigen Daten zu gewinnen. Im Pilotprojekt setzte das Team dazu die Batterie innerhalb einer Klimazelle verschiedenen thermischen Belastungen aus, um dann jeweils mehrere Lade- und Entladezyklen zu durchfahren.

Im vierten Schritt werden Simulation und Experiment verglichen und das Modell so lange über eine gezielte Parameteroptimierung verändert, bis es der Realität weitestgehend entspricht. Das fertige Batteriemodell kann über einen bestimmten Temperatur- und Strombereich eingesetzt werden, um bei Echtzeitberechnungen im Feldversuch, im tatsächlichen Einsatz oder im Testfeld die Batterie zu simulieren.



Vergleich Simulation und Test einer Blei-Säure-Batterie

Fazit

Die Anforderung möglichst schnell zu aussagekräftigen und verwertbaren Resultaten zu kommen, setzt eine hohe Produktivität beim Messen und Testen voraus. Der von imc entwickelte e-Mobility Prüfstand erlaubt es Forschern des Fraunhofer Instituts und Entwicklern aus der Industrie in einem sich rasant entwickelnden Markt Schritt zu halten. Die integrierte Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik von imc trägt entscheidend dazu bei. Auf Kundenwünsche zugeschnittene Softwarekomponenten erleichtern die Arbeit mit komplexen Konfigurationen und Simulationen. Zudem erlauben imc Standard-Software- und Hardwarekomponenten die flexible und schnelle Integration von externen Komponenten wie Klimazelle, Batterie-Simulatoren oder von elektronischen Steuerungskomponenten. In einem sich dynamisch stetig verändernden Umfeld ist die Anpassbarkeit an neue Bedingungen und Komponenten ein Garant für Zukunftssicherheit und Effizienz.

Wichtige Daten des Test- und Simulationsfeldes

Zwei Motorenprüfstände, um Antriebsachsen im 4-Quadranten-Betrieb prüfen zu können (links-/rechtsdrehend, Motor-/ Generatorbetrieb).

- Bis 8000RPM
- Bis 600Nm
- Zwei mal 130kW mechanisch

Spannungs- und Strombereiche im 2-Quadranten-Betrieb

- Bis 1.000 V
- Bis +/-600 A
- Bis 120 kW

Batterieprüfung

- Sicherheitsbereich nach Eucar Level 7
- Temperierbare Messzelle bis 1m³
- Temperaturbereich: -40 °C bis 140 °C

Verwendete Software

- imc STUDIO zur Prüfstandsteuerung, Messwertaufnahme und Auswertung.
- MatLab/Simulink zur Modellierung.
- Messtechnik: imc CRONOScompact mit HiL-Echtzeitsimulation

Erfasste Größen

(100 analoge Eingangskanäle)

- Spannung und Strom Prüflingswechselrichter
- Spannung und Strom Motorphasen bis 1000 V, +/- 600 A
- Drehmoment
- Drehzahl
- Temperaturen
- Triaxiale Schwingungsmessung über ICP/IEPE-Sensoren
- Unterstützung verschiedener Bussysteme wie CAN, CANopen, FlexRay
- Schnelle analoge Signale
- Freie Drehzahl- oder Zählereingänge
- Ströme und Spannungen des Generators („Bremse“) in drei Phasen

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0
Fax: +49 (0)30-46 31 576
E-Mail: hotline@imc-tm.de
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfü-

gung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichen und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage www.imc-tm.de genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: marketing@imc-tm.de. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.