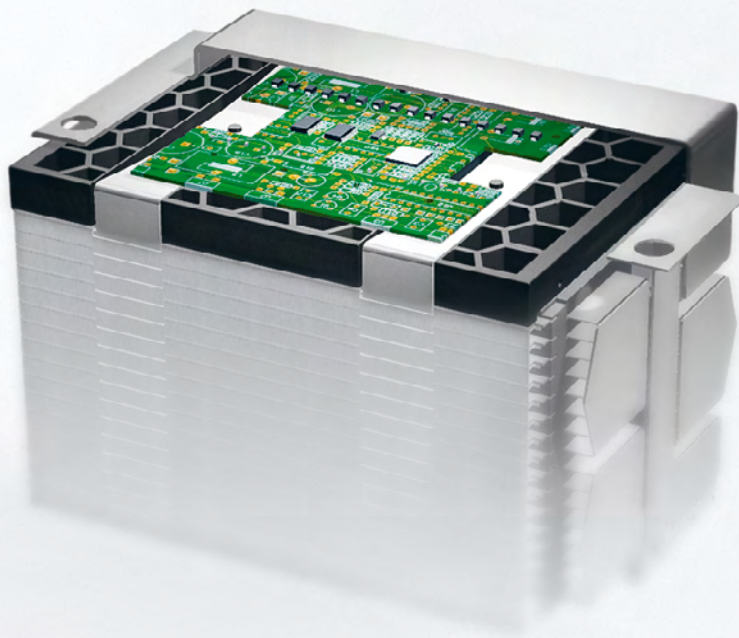


Energiespeicher sicher nutzen

Batterie-Management- Systeme gefahrlos und präzise testen



Energiespeicher sicher nutzen

Batterie-Management-Systeme gefahrlos und präzise testen

Highlights der Scienlab BMS Testumgebung

Sicherheit für Personal und Produkt

Da beim BMS-Test mit der Scienlab Lösung die realen Komponenten der Prüflingsumgebung nachgebildet werden, wird das Risiko von Gefahren, die z. B. von der Zellchemie und der elektrischen Energie der Batterie ausgehen, deutlich minimiert. Auch in kritischen Arbeitspunkten wird somit höchste Sicherheit für Personal und Produkt erzielt.

Echtzeitfähige Schnittstellen

Standardisierte und echtzeitfähige Schnittstellen der Scienlab Emulatoren garantieren eine schnelle Datenübertragung von 1 Gbit/s zwischen den Testsystemen und der HiL. Sie sind höchst zuverlässig und ermöglichen eine schnelle Einbindung in jede HiL-Testumgebung.

Parametrierte Zellmodelle

Auf Kundenwunsch unterstützt Scienlab die BMS Entwicklung durch hochpräzise parametrisierte Zellmodelle für jeden Zelltyp. Diese können unterschiedliche Komplexitäts- und Detaillierungsgrade haben und somit das Verhalten beliebiger realer Zellen nachbilden.

Höchste Messpräzision

Die Spannungsmessgenauigkeit von ± 1 mV und die Strommessgenauigkeit von ± 2 μ A sorgen für eine exakte Spannungs- und Stromstellung und somit für eine optimale Nachbildung der Zellcharakteristik. Die einfache Kalibrierbarkeit der BMS Testumgebung gewährleistet dabei kontinuierlich eine zuverlässige Systemqualität.

Dynamische Regelung

Hochdynamische bidirektionale Spannungsquellen bewirken Spannungssprünge in weniger als 80 μ s. Durch eine Kleinsignalbandbreite von typischerweise 1 MHz können auch hochfrequente Strompulse, wie sie bei aktiven Balancing-Verfahren auftreten, problemlos nachgebildet werden.

Die Einführung neuer Speichertechnologien und das Zusammenschalten mehrerer Energiespeicherzellen zu Modulen oder Packs erfordert ein intelligentes Batterie-Management-System (BMS). Aufgrund der immer häufigeren Verwendung von Batterien im Bereich der Elektromobilität (z. B. Personen-, Flur- und Förderfahrzeuge), für Power Tools oder stationäre Speicher wird auch das BMS immer wichtiger. Es übernimmt wesentliche Sicherheits-, Kontroll- und Steuerungsfunktionen. So überwacht es verschiedene Parameter wie z. B. Spannung, Strom, Temperatur, um so den Ladezustand (SOC) zu bestimmen. Darüber hinaus ist das BMS für das thermische und Energiemanagement, das Cell-Balancing und die Performance verantwortlich. Die sichere Funktionalität kann nur garantiert werden, wenn das BMS durch eine Vielzahl von Tests mit unterschiedlichen Zuständen der Zellen, Umweltbedingungen und Fehlerszenarien validiert wird. Um das Testen von BMS sicher sowie zeit- und kosteneffizient zu gestalten, ist es von Vorteil, die an das BMS angeschlossenen Komponenten zu ersetzen (z. B. einzelne Zellen, Sensoren). Dadurch können die Eigenschaften hinsichtlich Genauigkeit und Dynamik realitätsnah nachgebildet werden.

Die Scienlab Lösung

Unterstützung in jedem BMS Entwicklungsschritt

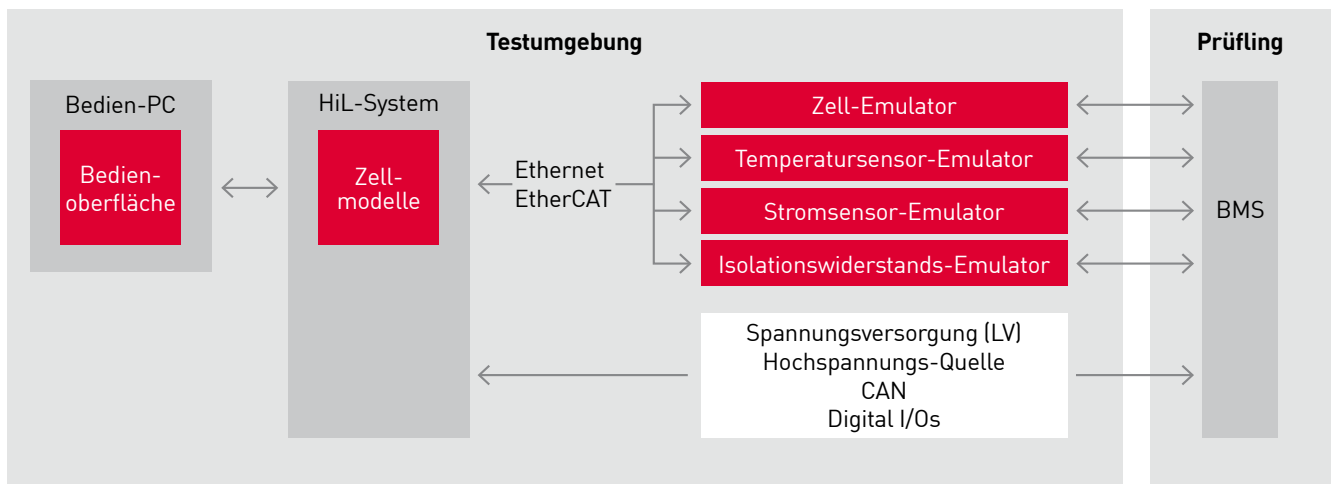
Als Dienstleister und Hersteller von Testsystemen bietet Scienlab kundenspezifische Lösungen für die sichere Entwicklung und Validierung von Batterie-Management-Systemen. Das Angebot reicht von der Modellbildung und Charakterisierung der Batteriezelle über die Modellimplementierung bis zum individuellen und modularen Hardware-in-the-Loop (HiL) System. Die Testumgebung erlaubt schnelle, flexible und reproduzierbare Tests, in denen das Verhalten von realen Batterieozellen, Strom- und Temperatursensoren sowie der Kommunikation mit externen Systemen nachgebildet wird. Dazu können Zellmodelle für jeden Zelltyp mit unterschiedlichen Komplexitäts- und Detaillierungsgraden zur Verfügung gestellt werden. Die Berechnung der Modelle erfolgt durch Echtzeit-Rechner, die in ein HiL-System eingebunden sind.

Anwendungsbereiche

- Reproduzierbares Testen und Optimieren von BMS
- Emulation einzelner Zellen sowie von Modulen und Packs auf Zellebene
- Absicherung aller BMS-Entwicklungsschritte bzgl. Hard- und Software
- Tests von neu entwickelten Algorithmen (Balancing, SOC, SOH)
- Tests mit passiven und aktiven Balance-Schaltungen (induktiv und kapazitiv)
- Überprüfung der Messgenauigkeit in verschiedenen Betriebsituationen
- Absicherung von Endprodukten



Aufbau einer HiL-Testumgebung zur Validierung des BMS



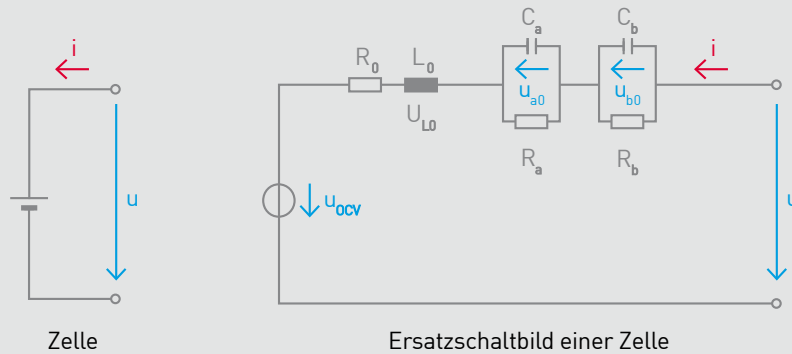
Simulation aller Batterieeigenschaften

Für die Entwicklung eines BMS emuliert die Scienlab BMS Testumgebung alle an das BMS angeschlossenen Komponenten. Die realen Zellen werden durch Zell-Emulatoren nachgebildet. Sie emulieren verschiedenste Zelltypen, indem sie mit parametrierbaren Zell-Modellen angesteuert und in Echtzeit geregelt werden. Kombiniert mit Temperatursensor-Emulatoren, Stromsensor-Emulatoren und Isolationswiderstands-Emulatoren können alle Funktionen eines BMS unter verschiedenen Umweltbedingungen getestet werden. Dabei deckt der Bereich der Ausgangsspannung der Zell-Emulatoren die typischen

Batteriespannungen ab und ist auch für innovative Einsatzgebiete wie Zellen mit Hochvoltmaterialien ausgelegt. Die Emulatoren erlauben einen stufenlosen und unterbrechungsfreien Übergang zwischen Quellen- und Senkenbetrieb.

Eine zusätzliche Hochspannungs-Quelle bietet die Möglichkeit die Reaktion des BMS auf fehlerhafte Messung der Ausgangsspannung zu testen. Die BMS Testumgebung liefert neben der CAN-Kommunikation zum Fahrzeug auch digitale Steuersignale und die Versorgungsspannung des BMS.

Parametrierbares Modell einer Batteriezelle



Modellierung von Zellen

Zur Nachbildung des Verhaltens von realen Zellen können unterschiedliche Modelle ausgewählt werden. Neben der Parametrierung der Elemente einer Ersatzschaltung können auch komplexe Modelle mit dem Einfluss von Temperaturen, SOC, SOH, etc. implementiert werden.

Reproduzierbare Messergebnisse

Die hochgenaue Messtechnik ist rückführbar kalibriert und garantiert eine exakte Mess- und Stellgenauigkeit. Alle Kanäle des Systems werden über den internen Datenbus synchronisiert, wodurch alle Messwerte und Sollwertausgaben reproduzierbar sind.

Safety first

Die Verifikation der Sicherheitsfunktionen steht bei der Entwicklung eines BMS an oberster Stelle. Neben den gewünschten Betriebspunkten eines BMS werden auch variable Fehlerszenarien simuliert, wie z. B. Leitungsbruch, Kurzschluss, Über-/Unterspannung und -temperatur sowie Überstrom. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass kritische Arbeitspunkte für den Prüfling gefahrlos angefahren werden können, sondern es gewährleistet auch den Schutz des Testlabors und -personals. Zudem beträgt die Isolationsfestigkeit an den Anschlüssen aller Emulatoren 1 kV untereinander und zu PE.



BMS-Entwicklung mit der Scienlab Testumgebung

Umfangreiche Tests für eine erfolgreiche BMS-Entwicklung

Testszenario	Scienlab Lösung
<p>Sicherheitsalgorithmen des BMS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfassung von Unter- und Überspannung der Zelle ▪ Erfassung von Überstrom ▪ Erfassung von Über- und Untertemperatur ▪ Erfassung von Kurzschluss/Leitungsbruch ▪ Verifikation des Anschlusszeitpunktes der Zellen ▪ Verifikation des BMS internen Isolationswächters 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachbildung verschiedener Zelltypen in jedem Arbeitspunkt zu jeder Zeit ▪ Nachbildung des Stromsensors ▪ Nachbildung von genormten, widerstands-basierten Temperatursensoren: Pt50, Pt100, usw. ▪ Kurzschluss, Leerlauf und Verpolung von jedem Zell-Emulator-Kanal möglich ▪ Zusätzliche interne Spannungsmessungen vor den Ausgangsrelais ▪ Nachbildung eines Isolationswiderstands (Isolationsfehler) an den Batterieklemmen
<p>Verifikation der Algorithmen zur Bestimmung von SOC, SOH, SOF</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestimmung des Ladezustands des Batteriemoduls oder -packs (State-of-Charge SOC) ▪ Bestimmung des Alterungszustands der Batterie (State-of-Health SOH) ▪ Bestimmung der Leistungsfähigkeit und des Leistungszustands der Batterie (State-of-Function SOF) ▪ Ladezustandsbestimmung nach einem, mehreren oder partiellen Ladezyklen ▪ Testen der Laderegulierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachbildung von Modulen und Packs auf Zellebene ▪ Implementierung verschiedener Batteriemodelle (z.B. Li-Modell) ▪ Regelung der Zellspannung nach implementiertem Modell ▪ Verifikation der Algorithmen durch ladungstreu Erfassung der Balancingströme pro Zelle und Berücksichtigung in der Modellberechnung ▪ Nachbildung von verschiedenen Stromsensoren zur Erfassung des Lade-/Entladestroms der Batterie wie Shunt- und Hall-Sensoren sowie Sensoren mit CAN-Schnittstelle ▪ Emulation der Zellaalterung durch nichtlineare Parameterabhängigkeiten von z.B. Innenwiderstand und Kapazität in den Modellen sowie Bestimmung der Ladezyklen ▪ Auswahl von unterschiedlich komplexen Modellen für verschiedene Entwicklungsstufen ▪ Simulationsgestützte Weiterentwicklung der einzelnen Algorithmen ▪ Modellierung und Visualisierung mit Produkten von z.B. dSpace, National Instruments
<p>Balancing Funktionen testen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachweis von fehlerfreien Algorithmen zum Cell Balancing ▪ Erkennung der max. Zellspannung bei Ladung und aktivem Balancing ▪ Verifikation der Fehlererkennung während des Balancings ▪ Nachweis desselben SOC jeder Zelle nach Ladung/Balancing ▪ Nachweis des Balancing-Stroms innerhalb des spezifizierten Bereichs ▪ Prüfung von aktiven und passiven Balance-Schaltungen ▪ Prüfung von induktiven und kapazitiven Balance-Schaltungen ▪ Auf die Zelle ausgerichtete Aufbau- und Verbindungstechnik mit niederinduktivem Anschluss 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verifikation auf Basis exakter Batteriemodelle ▪ Nachbildung der Zellimpedanz, auch für hohe Frequenzen, mit passiven Ausgangsfiltern an den Anschlüssen zum Prüfling ▪ Vermeidung unerwarteter Induktionsspannungen bei hohen Stromgradienten im aktiven Balancing  <p>Balancing</p>
<p>Kommunikation zur Peripherie (z.B. Fahrzeug)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommunikation der überlagerten Steuerung ▪ Fehleraufschaltung durch Failure Insertion Unit für alle elektrischen Signale und Bus-Schnittstellen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommunikation über CAN-Schnittstellen ▪ Dynamische Umgebungssimulation aller angebotenen Sensoren ▪ Anbindung aller digitalen Ein- und Ausgänge ▪ Restbus-Simulation über HiL-Testumgebung

Individuelle Systemkonfiguration

Der modulare Aufbau der BMS Testumgebung erlaubt die Zusammenstellung einer individuell an die Kundenapplikation angepassten Testumgebung inklusive parametrierter Zell-Modelle und einer Software zur Ansteuerung des Systems. Durch standardisierte Schnittstellen kann das System in jede HiL-Testumgebung implementiert werden. Die modulare Systemarchitektur erlaubt eine nachträgliche Erweiterung der Testumgebung und somit jederzeit eine Anpassung an neue Testanforderungen. Dabei sind verschiedene Aufbauvarianten erhältlich.



BMS Testumgebung als Systemschrank



BMS Testumgebung als Tischgerät

Technische Daten

Zell-Emulator

Spannung	0 ... 8 V
Mess- und Stellgenauigkeit	<1 mV
Max. Ausgangsstrom	±5 A (Parallelbetrieb: ±10 A)
Max. Ausgangsleistung	±40 W (Parallelbetrieb ±80 W)
Max. Spannungsanstiegszeit (3 V → 5 V)	≤80 µs
Isolationsfestigkeit	1 kV zu anderen Emulatoren und zu PE
Strommessgenauigkeit bei ±10 mA	±2 µA + 0,05 % vom Messwert
Strommessgenauigkeit bei ±5 A	±1 mA + 0,05 % vom Messwert

Temperatursensor-Emulator

RTD Sensoren	u. a. Pt100, Pt500, Pt1000, Ni & KTY
Isolationsfestigkeit	1 kV zu anderen Emulatoren und zu PE
Stellbereich	0 ... 5 kΩ
Auflösung	0,1 Ohm
Max. Stellgenauigkeit	±0,1 Ω ±0,1 % vom Stellwert

Stromsensor-Emulator

Stellbereich	±100 mV
Max. Stellgenauigkeit	±10 µV ±0,1 % vom Stellwert
Isolationsfestigkeit	1 kV zu anderen Emulatoren und zu PE

Isolationswiderstands-Emulator

Stellbereich	1 kΩ ... 100 MΩ
Max. Stellgenauigkeit bei 1 kΩ ... 1 MΩ	1 % vom Stellwert
Max. Stellgenauigkeit bei 1 MΩ ... 100 MΩ	2 % vom Stellwert
Isolationsfestigkeit	1 kV zu anderen Emulatoren und zu PE

Spannungsquelle

HV-Stellbereich (Spannung)	z. B. 0 ... 650 V, andere auf Anfrage
LV-Versorgung	z. B. 24 V, andere auf Anfrage

I/O

Input / Output	digital, PWM
----------------	--------------

Schnittstellenkommunikation

Zum HiL-System	Ethernet, EtherCAT (1 kHz, echtzeitfähig)
Zur Peripherie	CAN

Die passende Lösung für jeden Batterie- und BMS-Entwicklungsschritt

Als etablierter Hersteller von Energiespeicher-Testsystemen besitzt Scienlab ein fundiertes Wissen über Batterien und BMS. Neben der BMS-Testumgebung bietet Scienlab umfangreiche Dienstleistungen rund um die BMS- und Batterie-Entwicklung. Auf Kundenwunsch realisieren wir individuelle BMS und Energiespeicher – von der Entwicklung bis zur Absicherung durch eigene Testsysteme im Prüflabor. Scienlab ist gemäß DIN ISO 9001:2008 zertifiziert und stellt Produkte unter Berücksichtigung der ECE- und EG-Richtlinien sowie bei Bedarf mit Typen genehmigung des Kraftfahrt-Bundesamtes her.

Das Scienlab Angebot im Überblick

- Bewertung und Optimierung bestehender Batteriesysteme und BMS
- Auswahl und Charakterisierung geeigneter Zellen für den konkreten Anwendungsfall
- Vollständig modellbasierte Software-Entwicklung und Code-Generierung auf Basis von MATLAB/Simulink oder Bereitstellung der Software-Umgebung zur Software-Entwicklung durch den Kunden
- Erstellung von Zellmodellen zur Implementierung in die modellbasierte Entwicklung
- Bereitstellung von Komponenten, Methoden und Dienstleistungen rund um die BMS-Entwicklung (Hard- und Software)
- Beratung und Optimierung des Batteriesystem-Designs hinsichtlich Aufbau- und Verbindungstechnik, thermischen Managements, elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) und Sicherheit
- Entwicklung und Fertigung kundenspezifischer Batteriesysteme und BMS inkl. Betriebsstrategie (Cell-Monitoring und -Balancing, SOC-Bestimmung, Schutz)
- Validierung mit Scienlab Batterie- und BMS-Testumgebungen



Alles aus einer Hand – von der Idee bis zur Inbetriebnahme vor Ort

Garant für die Umsetzung individueller Ingenieur-Dienstleistungen auf höchstem Niveau sind die Mitarbeiter aus dem Hause Scienlab: Am Standort Bochum werden alle Produkte entwickelt und produziert – von der Hardware-Produktion über die Software-Entwicklung bis zur Abnahme. Weitere Standorte befinden sich in München und Shenyang (China). Das

Verständnis der Anwenderbedürfnisse ist bei Scienlab tief verankert, wird im ständigen Dialog mit den Kunden weiterentwickelt und ist die Basis für Produkte, mit denen unsere Kunden ihre Aufgaben absolut effizient, zielgerichtet und verlässlich durchführen können. So entstehen High-End-Lösungen, die unseren Kunden den entscheidenden Wettbewerbsvorteil verschaffen.

Texte, Fotos und grafische Gestaltungen in diesen Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt. Nutzung, Verbreitung oder Vervielfältigung nur nach Abstimmung mit Scienlab electronic systems GmbH. Bilder mit freundlicher Unterstützung durch Fraunhofer IWES.



Scienlab electronic systems GmbH

Lise-Meitner-Allee 27

44801 Bochum

Germany

phone +49 234 41 75 78 0

fax +49 234 41 75 78 10

web www.scienlab.de

mail info@scienlab.de