

Um die hohe Energiedichte von Li-Ion-Batterien optimal zu nutzen, muss der Ladezustand der einzelnen Zellen genau überwacht werden. Zu diesem Zweck hat dSPACE ein Batteriemanagementsystem entwickelt, mit dem der Entwicklungsprozess vom ersten Modell bis zum Testen im Fahrzeug unterstützt wird. Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Messen und Regeln von Li-Ion-Batterien.

Elektromobilität braucht leistungsfähige Batterien

Einer der Gründe für den Siegeszug des Verbrennungsmotors im 20. Jahrhundert ist die hohe Energiedichte von Benzin. Während ein Liter Benzin eine Fahrt von etlichen Kilometern ermöglicht, schafft ein Elektrofahrzeug selbst mit einer modernen Batterie gleicher Masse bzw. gleichen Volumens derzeit nur einen Bruchteil der Strecke. Dieser Vergleich macht deutlich, dass die Entwicklung leistungsfähiger Batterien mit hoher Energiedichte entscheidend ist, um Elektrofahrzeugen zum Durchbruch zu verhelfen.

Li-Ion-Batterien als Ausweg

Energiespeicher mit hoher Energiedichte sind beispielsweise Batterien, die auf der Lithium-Ionen-Technologie beruhen. Eine Li-Ion-Batterie besteht aus vielen Einzelzellen, deren Spannung typischerweise im Bereich von 3,3 ... 4,2 V liegt – je nach Batterietyp. Daher werden viele Einzelzellen zu einem Zellstapel zusammenge-

Perfekte Balance

Regelung von Li-Ion-Zellspannungen während des Prototypings





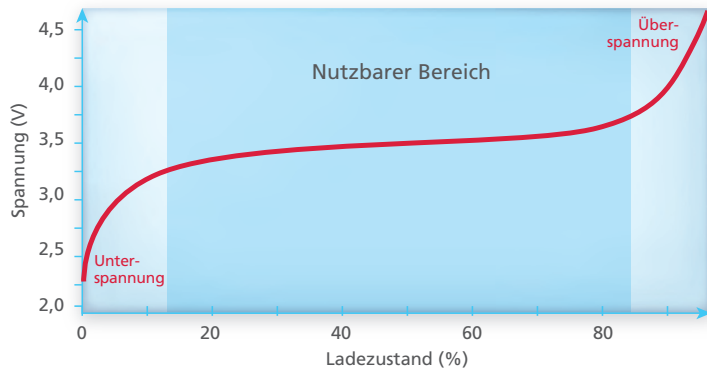


Abbildung 1: Typische Ladekurve einer Li-Ion-Zelle. Der nutzbare Spannungsbereich ist auf einige 100 mV beschränkt.

geschlossen, um die geforderten Spannungen von einigen hundert Volt zu erreichen.

Li-Ion-Batterien benötigen Aufsicht

Gerade Li-Ion-Batterien müssen ständig überwacht und geregelt werden, denn der nutzbare Spannungsbereich einer Li-Ion-Zelle ist auf einige 100 mV beschränkt (Abbildung 1). Je weiter sich die Spannung aus diesem Idealbereich herausbewegt, desto schädlicher ist dies für die Lebensdauer der Zelle, im Extremfall könnte sie sogar zerstört werden. Wie wichtig die Überwachung des Batteriezustands ist, zeigen die Beispiele von Batteriebränden bei Mobiltelefonen, Laptops und nicht zuletzt beim Boeing Dreamliner. Daher ist der Schutz der Zellen vor Unter- und Überspannung von zentraler Bedeutung. Für diese Aufgabe kommt ein Batteriemanagementsystem (BMS) zum Einsatz. Die besondere Herausforderung für das BMS besteht darin, bei einer Gesamtspannung des Zellstapels von üblicherweise mehreren hundert Volt die Zellspannungen galvanisch getrennt mit einer Genauigkeit von wenigen Millivolt zu messen. Zusätzlich muss das BMS die Temperatur überwachen, denn sie ist eine wichtige Einflussgröße für den Zellstatus.

Das BMS ermittelt dazu mit Hilfe von

Algorithmen und kontinuierlicher Beobachtung der einzelnen Zellen u.a. die verbleibende Energiemenge (State of Charge, SoC) und den

Balancing wird denjenigen Zellen, deren Spannung zu hoch ist, ein ohmscher Widerstand parallel geschaltet, über den überschüssige Ladung abfließt. Die Spannungsbalance der Zellen eines Zellstapels ist eine der wichtigsten Einflussgrößen auf die Lebensdauer von Li-Ion-Batterien.

Das Batteriemanagementsystem von dSPACE

Da Standard-Lösungen nicht den oben genannten Anforderungen genügen, hat dSPACE ein eigenes Batteriemanagementsystem, das „Battery Cell Voltage Measurement and Balancing“-System, entwickelt, mit dem der Anwender Zellspannungen von Li-Ion-Batterien messen und

Mit dem Batteriemanagementsystem von dSPACE lassen sich Hochvoltbatterien auf Zellebene mit hoher Genauigkeit regeln.

„Gesundheitszustand“ (State of Health, SoH) der Batterie. Zusätzlich führt das BMS ein sogenanntes Cell Balancing durch, um den Spannungspegel aller Einzelzellen auf dem gleichen Niveau zu halten. Beim passiven

prototypisch regeln kann. Zudem erlaubt es die Entwicklung von Algorithmen für das Batteriemangement. Das dSPACE BMS (Battery Management and Balancing System) erlaubt das Anschließen von Li-Ion-Batterien

Abbildung 2: Der modulare Aufbau des dSPACE Batteriemanagementsystems erlaubt maßgeschneiderte Ausbaustufen bis ca. 200 Zellen und lässt sich auch direkt im Fahrzeug einbauen.



mit einer Gesamtspannung von bis zu 846 V. Das System misst die Spannung jeder Zelle mit hoher Genauigkeit und bietet die Möglichkeit, sie bei Bedarf mit Hilfe eines zuschaltbaren Widerstandes zu verringern.

Das modular gestaltete System ermöglicht es, Ausbaustufen von 6 bis ca. 200 Zellen zu realisieren. Außerdem lässt es sich auch direkt im Fahrzeug einbauen. Die Module werden über Ethernet mit einem dSPACE Prototyping-System verbunden, beispielsweise der Micro-AutoBox II. Ein Modul kann die Spannung und die Temperatur von bis zu 24 Zellen messen sowie jede Zelle unabhängig passiv ausgleichen. Die Balancing-Widerstände sind auf einer separaten Trägerkarte untergebracht, so dass auch verschiedene Widerstandswerte in kurzer Zeit ausprobiert werden können. Spannungssowie Temperaturmesseingänge sind galvanisch isoliert, daher lässt sich eine reale Batterie direkt anschließen. Ein Prototyping-System muss in allen relevanten Bereichen leistungsfähiger als ein Seriensystem sein. Das dSPACE RCP BMS erreicht eine Genauigkeit von ± 3 mV bei einer Messfrequenz von bis zu 1 kHz – unabhängig von

Leistungsmerkmale im Überblick:

Max. Anzahl von Zellen	Ca. 200
Max. Spannung	846 V
Anzahl Zellen pro Modul	24
Zellspannung	0 ... 5 V
Messfrequenz	Max. 1 kSPS
Genauigkeit	± 3 mV bei 3,3 V ± 300 mV
Auflösung	0,61 mV
Synchronisierte Messung	Für alle Zellen
BMS IC	Intersil ISL78600
Temperaturmessung	Für jede Zelle, mittels Thermistor (NTC)
Balancing-Methode	Passives Balancing
Isolation	Vollständige galvanische Isolierung
Isolationsüberwachung	Schnittstelle für Isolationsüberwachungsgerät
Sicherheitseinrichtungen	Watchdog, Diagnose-Optionen, Temperaturüberwachung
Hardware-Schnittstelle	Ethernet
Software-Schnittstelle	Simulink®-Blockset

der Anzahl der Zellen. Damit können auch Vorgänge in der Zellchemie nachvollzogen werden. Die Zellspannungsmessung der einzelnen Module lässt sich zudem untereinander synchronisieren. Damit der Anwender während der Entwicklung von Batteriemanageralgorithmen nicht eingeschränkt wird, bietet die Betriebsart „Manuelles Balancing“ alle Freiheiten, um Zellen einzeln oder zusammen in beliebigen Intervallen auszugleichen. Mit der Betriebsart „Automatisches Balancing“ wird

eine Komfortfunktion bereitgestellt, die dem Entwickler durch Angabe von Zielspannung und Abschaltzeit den Rücken frei hält, damit er sich auf höherwertigere BMS-Algorithmen konzentrieren kann.

Lückenlose Systemüberwachung

Um jederzeit den Gesamtzustand des Systems überwachen zu können, verfügt das dSPACE BMS über umfangreiche Fehlererkennungs- und Alarmfunktionen:

- Warnung vor Hardware-, Kommunikations- und Synchronisationsfehlern
- Temperaturwarnungen
- Warnung vor Fehlern in der Isolation
- Warnung vor Unter- bzw. Überspannung der Zellen

Um die Sicherheit des Gesamtsystems zu gewährleisten, wird der Isolationswiderstand durch ein separates Gerät überwacht, das jederzeit Informationen über den Zustand der Isolierung liefert und bei Isolationslecks sofort Alarm schlägt.

Aus Sicherheitsgründen ist das dSPACE BMS nur im Rahmen eines Engineering-Projekts einsatzfertig von dSPACE erhältlich. ■

Abbildung 3: Das Isolationskonzept des dSPACE Batteriemanagementsystems sorgt für Sicherheit im Umgang mit der hohen Batteriespannung.

