

Technical Article

次世代の車載 **BMS** を開発する際のハードウェアエミュレーションの重要性

自動車の電動化に関する競争の激しい環境の中で、OEM (自動車メーカー) 各社が妥協できないもののひとつは、ハイブリッド車や電気自動車の安全性と信頼性です。

自動車のバッテリー管理システム (BMS) は、以下の点で安全性と信頼性を実現するために不可欠です。

- セル障害を防止する。
- セルと環境センサの監視を通じて、迅速に障害の検知と応答を行う。
- 自動車の高電圧システム内で絶縁を継続的に監視する。
- 車両の航続可能距離を推定する。
- 充電または駆動の最大電力を評価する。
- バッテリーパック容量に基づいて航続可能距離を延長する。
- バッテリーパックの交換またはリサイクルが必要になるまでのバッテリーサイクル数を増やす。

BMS の信頼性を向上させる要求が高まる一方で、開発サイクルの短縮の必要性も高まっています。これらのシステムの複雑さを考慮すると、OEM は開発を効率化するために、システム開発者、半導体企業、サードパーティーのパートナーとのこれまで以上に緊密な連携を求めています。図 1 に、電気自動車 (EV) の BMS の例を示します。



図 1. EV で使用する代表的な BMS とバッテリー

こうした協力関係は、BMS 開発中に使用されるソフトウェアベースのシミュレーション機能で明らかです。この間、コンポーネントとシステムは、物理的なハードウェアや高価なテスト環境のない開発サイクルの初期段階で、通常および過剰な条件下でテストされます。ハードウェアインザループ (HIL) シミュレータなどのツールは、バッテリーモジュールやパックをエミュレートすることができ、開発の加速化、コンパクトなテスト環境のセットアップ、仮想プロトタイピング、自動テスト、物理的なバッテリーパックなしで BMS 用ソフトウェアの開発が可能になります。

テストプロセスを簡素化することで、エミュレータは BMS 分野におけるイノベーションの加速化において重要な役割を果たすことができます。

車載 BMS を開発する際にエミュレータを使用する利点

ハードウェアインザループ (HIL) ソリューションは、バッテリーセル、モジュール、またはパックの 2 極動作を安全にシミュレーションする方法を提供します。すべてのセルに対する実際の高精度電圧の出力は、電圧レベルのハードウェアインザループ (HIL) テストと呼ばれます。

また、BMS のメインコントローラを信号レベルでテストし、バッテリーセルとセル監視ユニット (CSU) をシミュレーションすることも可能です。このアプローチの焦点は、実際の高電圧を使用せずに、BMS コントローラの機能と車両ネットワーク (またはその他の環境) との相互作用をテストすることです。これにより、最終的なハードウェアに対するより詳細な説明が可能となり、エミュレータと呼ばれます。

バッテリーパック全体 (またはモジュール) およびセルモニタとパックモニタの両方をエミュレートすることで、詳細なテストを繰り返し行うことが可能となります。たとえば、**BQ79616-Q1** バッテリモニタのようなシミュレーションされた IC (集積回路) を使用し、ごく初期の開発段階でテストを行うことができます。信号レベルで BMS コントローラをテストする場合に想定される別の使用事例は、モーターコントローラやオンボードチャージャなど、他の制御ユニットとの統合テストです。

BMS エミュレータの機能

dSPACE セルフコントローラ仮想化 (CCV) は、完全なハードウェアや高電圧の安全装置を必要とせずに、セルコントローラ機能の包括的な信号レベルの BMS テストを実行することができます (図 2 を参照)。

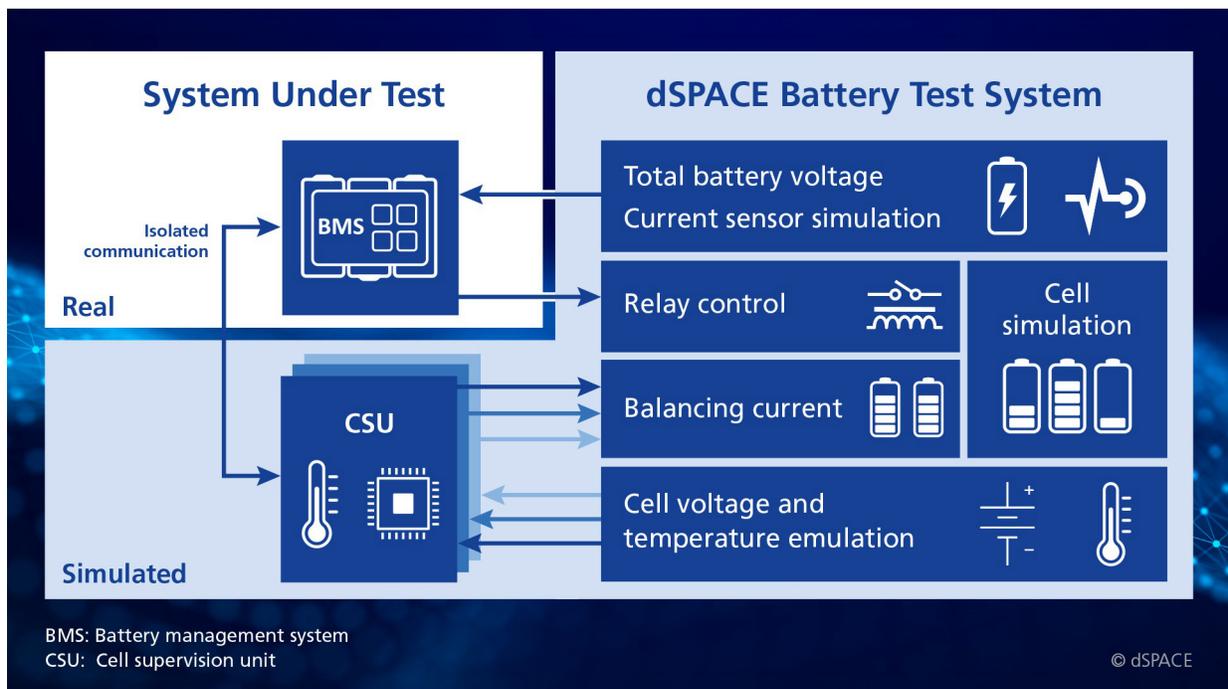


図 2. 信号レベルの BMS テストに dSPACE ソリューションを使用する場合の、バッテリーセル、CSU、メイン BMS コントローラとの通信シミュレーションの図

dSPACE CCV などの BMS テストエミュレータの利点の 1 つは、高価で予約を取りにくい高電圧ラボ環境の外でテストを実施できることです。高電圧 BMS テストに比べ、信号レベルのアプローチには、価格効率とよりコンパクトな試験システムのフットプリントという利点があります。信号レベルテストでは実際のセル電圧を必要としないため、テストシステムの複雑さが抑えられ、安全設備の要件も少なくなります。

また、信号レベルテストは設計の柔軟性を高めます。システム機能を早期にテストすることで、実際のバッテリーまたは CSU などのバッテリーパックの監視用ハードウェアが利用可能になる前であっても、設計者は最適化に集中することができます。また、セルコントローラをシミュレーションするだけでなく、dSPACE ソリューションはメイン BMS コントローラ、車両の電子制御ユニット、リアルタイムテスト用コンピュータ、または車両のハードウェアとの通信をエミュレートすることもできます。

dSPACE CCV ソリューションの一般的な使用事例には、メイン BMS コントローラで統合テストを実行して、ハイブリッド車や電気自動車の E モータコントローラ (インバータ) やオンボードチャージャなど、他の車両制御ユニットとの通信を検証することが含まれます。また、障害の検出と応答に関する充電状態 (SOC) と健全性 (SOH) のアルゴリズムをテストし、システムまたは自動車のハードウェアインザループシミュレータ全体で統合テストを実行することもできます。

これらのエミュレータは、強力なフィールドプログラマブルゲートアレイをベースにしており (図 3 を参照)、厳しいタイミング要件にも対応可能です。また、高速、安全、絶縁型の通信を実現するために、幅広い通信プロトコルをサポートしています。これにより、エミュレートしたバッテリーパックをハイブリッド型エミュレーションまたはリアルハードウェア環境でバッテリー管理ユニットに接続するなど、より柔軟なテスト機能が可能になります。

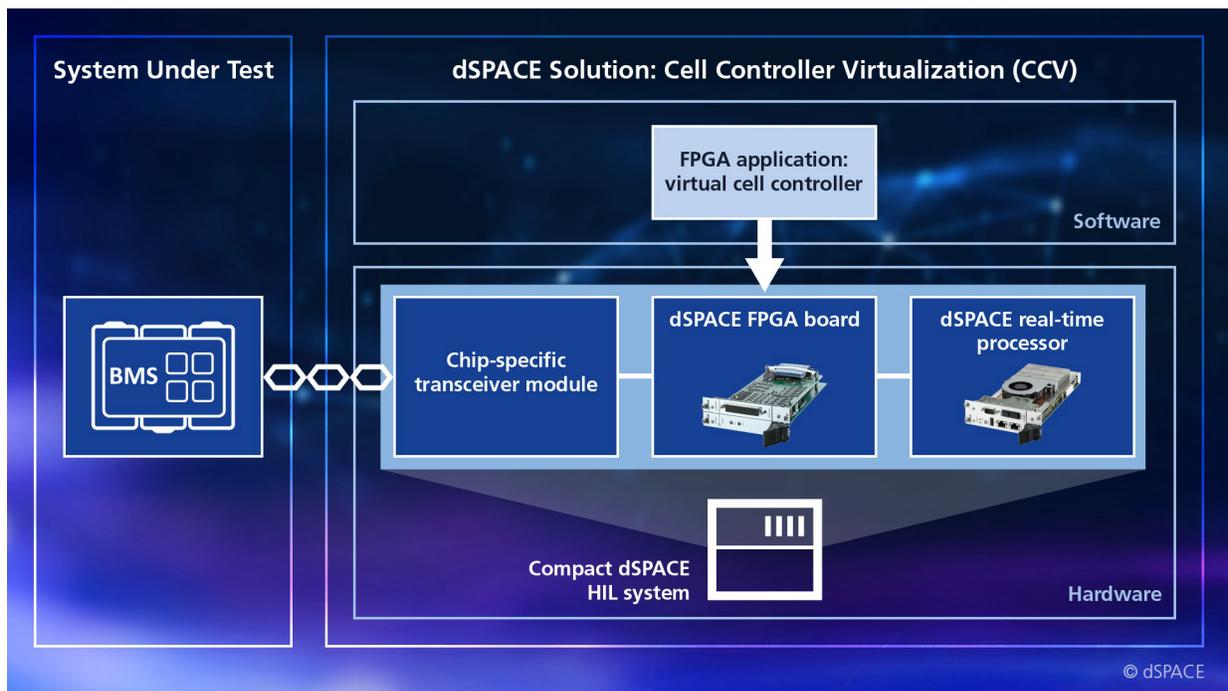


図 3. BMS を信号レベルでテストするための dSPACE CCV ソリューションの概要

まとめ

20 年以上にわたる車載 BMS の革新の中で、エミュレーションソリューションが対応して進歩していく様を目にするのは非常に興味深いことです。dSPACE セルコントローラ仮想化 (CCV) ソリューションは、TI のバッテリー管理 IC をエミュレートすることにより、設計プロセスの初期段階からシステム開発を促進します。迅速化されたプロセスにより、ハードウェアが利用可能になる前にソフトウェアの開発を進め、現実的または極端な動作条件をテストすることで、システムの安全性と信頼性の向上に貢献します。

商標

すべての商標はそれぞれの所有者に帰属します。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated