

モーターおよびバッテリーエミュレーション用の高電圧電子負荷

Electrifying Emulations

dSPACE は、最大 700 V の電圧でモーターやバッテリーをエミュレートできる新しい高電圧電子負荷を開発しています。この電子負荷を必要なシミュレーションモデルと組み合わせれば、すべてのトラクションアプリケーション向けのすぐに使えるシングルソースのテストシステムとなります。



Electric Drive の電子制御ユニット (ECU) に理想的なテストシステムは、コンパクトかつ強力で柔軟性に優れ、容易に修正できるシステムです。dSPACE では、このような目的に適う新たな高電圧電子負荷を開発しました。このシステムは、最大 700 V での高度に動的なモーターおよびバッテリーエミュレーションの中核として機能します。これを補完するためには、オープンかつ柔軟な dSPACE シミュレーションモデルや dSPACE SCALEXIO HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレータを使用します。このシステムを使用すると、実際のコンポーネントとしてはテスト対象の ECU さえあれば済むため、テストセットアップの柔軟性向上とコスト削減が可能になります。

HIL テスト向けのモーターエミュレーション

モーター向けの ECU では、Electric Drive を搭載した車両の全駆動力を組み込まれた電子負荷で処理しなければなりません。そのため、HIL テストを行う場合は ECU に実際のモーター電流を流すことが必要です。これまでは通常、動的負荷装置を含むメカニカルテストベンチ上で実際の駆動モーターと共に ECU を動作させていました。ただし、この手法にはいくつかの欠点があります。モーターが回転する際の高い機械エネルギーには複雑な安全対策が必要であるため、さまざまなモーターをテストする場合、テストベンチではコストが高くなり、柔軟性にも欠けてしまいます。また、実現されるダイナミクスは、負荷装置のダイナミクスの制限内となります。さらに、テスト対象デバイス (DUT) は常に安全に動作するわけではないため、欠陥シ

ミュレーションは特定の範囲までしか実施できません。これらの欠点を回避するには、モーターやバッテリーのエミュレーションが必要です。これにより、テスト担当者に新たな可能性がもたらされます。エミュレーションでは、モーターやバッテリーをシミュレートし、高度に動的な負荷を使用して DUT に実際の電流や電圧を印加しますが、機械コンポーネントは一切使用しません。

長年にわたる経験

dSPACE は、実際のエネルギーフローをシングルソースから供給し、それを使用して車両の完全な仮想化を実現する既製システムとして、新たな高電圧電子負荷を開発しました。このシステムの利点は、長年にわたる dSPACE の低電圧モーターエミュレーションで蓄積された経験を活用できることです。高電圧モーターエミュレーションは、これまでの確立されたコンセプトを受け継いでいるだけでなく、さらなる進化を遂げています。ハードウェア全体の開発は dSPACE が行っており、重要なテクノロジーについては特許を申請しています。ユーザにとっては、dSPACE という単一の企業、つまりシングルソースからソリューションの提供を受けられるため、システムのセットアップや動作の調整のための労力を大幅に削減できる利点があります。

動的な高電圧負荷

高電圧電子負荷 (図 1) は、モーターなどの負荷、およびバッテリーや AC 電源などの他のソースをエミュレートする場合に使用します。いずれの用途にも同じハードウェアを使用することで、システム全体の使用手順を習得する手間が不要になり、設定

>>

新たな高電圧負荷では、実際のエネルギーフローをすぐに使えるシングルソースから供給し、それを使用して完全に仮想的に車両をシミュレートすることができます。

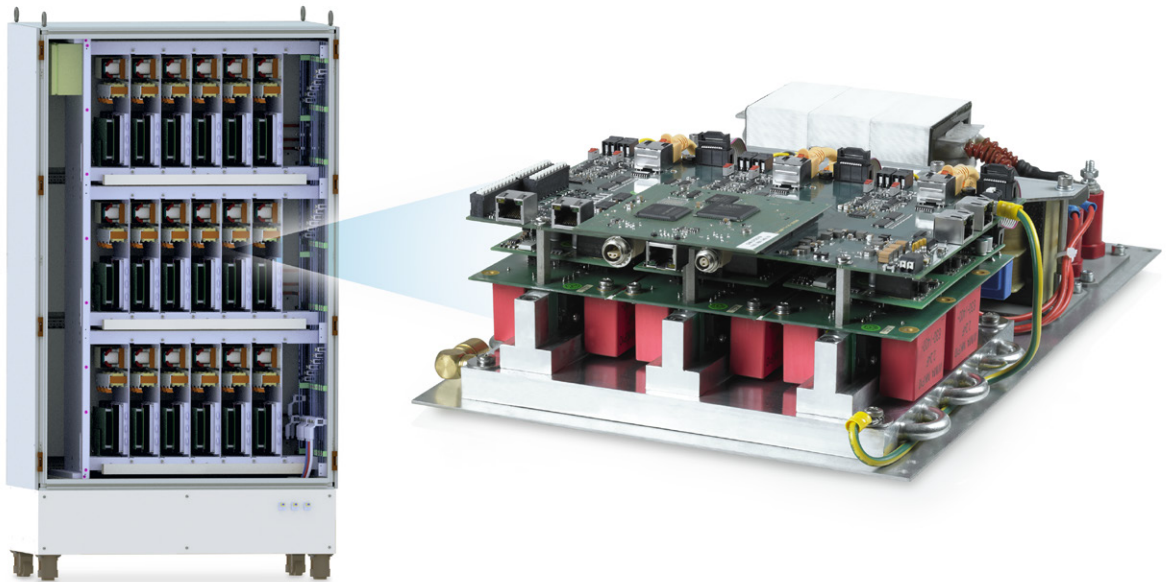


図 1：高電圧電子負荷を使用することにより、最大 700 V の電圧でモーターやバッテリーをエミュレートすることができます。

の変更も容易になります。このハードウェアでは、高度に動的な電流変化率や広帯域幅のインダクタンス値のエミュレーション、さらには最大 700 V の電流範囲を提供することが可能なため、トラクションアプリケーションで求められるすべての要件に対応することができます。すべての負荷を同時に使用すれば、最大数百キロワットの電力を実現可能です。筐体は非常にコンパクトなモジュールとなっており、計測寸法は 45 cm x 30 cm (約 18 in x 12 in) です。

オープンなシミュレーションモデル

モーターやインクリメンタルエンコーダのシミュレーションは、dSPACE XSG Electric Components Library のオープンな FPGA ベースのモデルを使用しています。このモデルにより実際の相電流を誘導すると、極めて精度の高い計算処理を高速で行うことができます。必要な場合には、ユーザ自身で、または dSPACE の

専門チームが特殊な要件に合わせてモデルを調整したり拡張したりすることも可能です。プロセッサ向けのオープンなシミュレーションモデルを備えたさまざまなモデルライブラリを提供する dSPACE Automotive Simulation Models (ASM) を使用すれば、特殊な用途に合わせてモデルを拡張できます。ライブラリには、各種バッテリータイプ (ASM Electric Components)、完全なドライブトレイン、および車両 (ASM Vehicle Dynamics) などに適した多様なモデルが含まれています。電力レベルでのテスト用シミュレーションモデルは、信号レベルでのシミュレーションに使用するものと同じです。このため、モデルの使用方法を何度も習得する必要がなく、既存の設定の再利用も可能です。

強力なシミュレータ

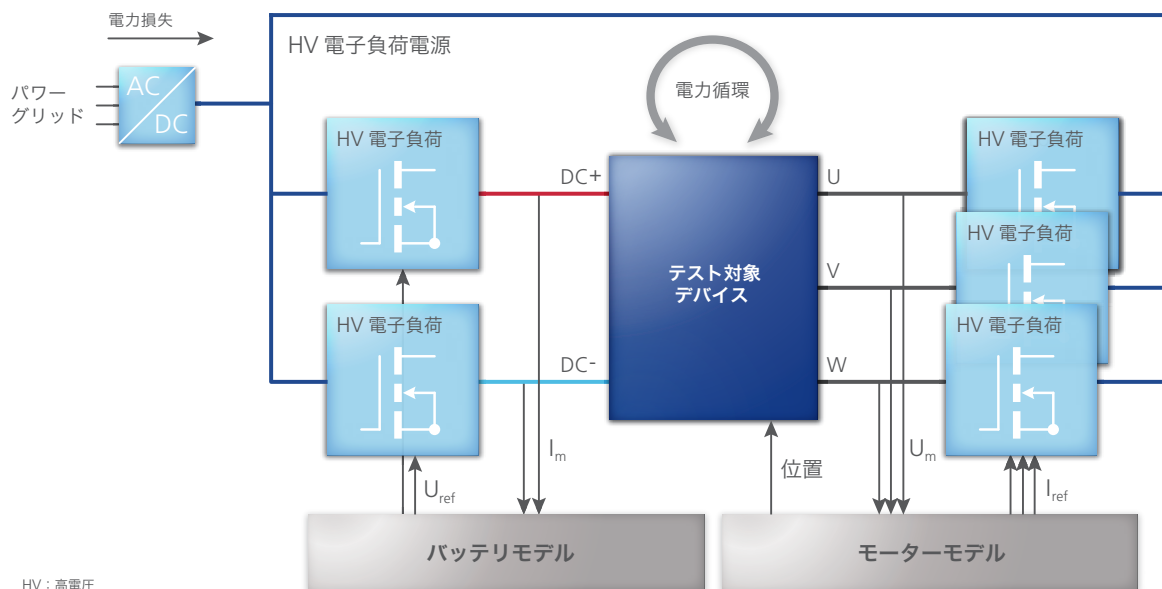
SCALEXIO シミュレータは HIL システムとして使用することができます。多数の入

出力カードを柔軟に搭載できる SCALEXIO は、幅広い用途に合わせて調整しやすいシステムです。また、強力な SCALEXIO プロセッサユニットと FPGA ベースのモーターエミュレーションが備えられているため、制約を気にせずにシミュレーションやエミュレーションを実行できます。さらには、モーターおよび発電機のいずれのモードでもモーターのあらゆる動作点をエミュレートすることができ、高調波周波数のエミュレーションも可能なため、極めて精度の高いモーターシミュレーションが実現します。SCALEXIO は、電力レベルでの負荷テストや機能テストに理想的な HIL 環境と言えます。

幅広い適用分野

高電圧電子負荷は、Electric Drive システム向けのモーターやバッテリーを高度に動的にエミュレートする場合に最適です。また、産業用インバータ、風力および太陽光発電用インバータ、および DC/DC イン

コンパクトでモジュール型のセットアップおよびオープンなシミュレーションモデルを搭載したエミュレーションシステムは、幅広い用途に合わせて調整しやすい構成となっています。



HV：高電圧

図2：一般的なテストセットアップの概略図

バータのテストやACパワーグリッドのエミュレーションなどにも利用できます。このシステムの設定は柔軟に変更できるため、航空宇宙産業のエンジニアリングプロジェクトに適した50 Hzまたは400 Hzの二相または三相など、すべての一般的な周波数範囲に対応させることができます。次のようなさまざまな開発フェーズやテストプロセスで使用することも可能です。

- パワーエレクトロニクスシステムの新たな制御アルゴリズムのテスト
- 信頼性テストおよび欠陥テスト
- 欠陥生成の制御によるリリーステストおよび認定テスト
- さまざまなモーターパラメータなどを使用した堅牢性テスト
- 車両の高電圧コンポーネントの相互作用に関するシステムテスト

コンポーネントのテストはエミュレーションによって行うため、実際のモーターを危険にさらしたり破壊したりしてしまう可能性もあるクリティカルな動作点においても、作業のすべてをリスクなしで実行できます。また、過酷な条件下でテストを行う場合でも、電流や電圧を継続的に監視することによりDUTを確実に保護することができます。

システム全体

システム全体は、高電圧負荷を備えたエミュレータラック、シミュレーションモデルを処理するためのHILシミュレータ、および冷却装置で構成されています。SCALEXIOシミュレータおよびエミュレータラックの接続は、dSPACEのネットワークテクノロジーであるIOCNETを使用しています。これにより、SCALEXIOリアルタイムプロセッサによる高速かつ低レイテンシの通信が可能になります。また、パワーグリッドにエネルギーが戻されることがないため、このシステムの設置は手頃で標準的な主電源のみがあれば完了します。モーターおよびバッテリーエミュレーション間の内部エネルギーフローにより、システム全体は極めて効率性に優れており、通常は電力定格の20%という比較的低い接続負荷しか掛かりません。トラクションドライブの一般的なテストセットアップは、バッテリー電流のエミュレート用の2つの電子負荷、モーターのエミュレート用の3つの負荷、テスト対象のECU、および損失電力を補うための主電源アダプタとなります(図2)。この構成例では設計がコンパクトなため、150 kWモーターおよびバッテリーをエミュレートするのに必要なエミュレータラックは1つのみです。

既存のツールチェーンへの統合

シミュレーションモデルのほか、モデルのパラメータ設定にはModelDesk、シミュレーションのモニタリングにはControlDesk、ビジュアル表示にはMotionDesk、テストオートメーションにはAutomationDeskなど、その他のdSPACEソフトウェアも通常通りに使用することができます。新たな高電圧電子負荷は、エンジニアリングプロジェクトの一環として2017年に発表される予定です。■