

パワーレベルでのHILシミュレーション用電子負荷エミュレータが高出力モーターにも対応



Full Power

Green Success

dSPACEは、ここ数年、電動ステアリングシステム等で使用される小型電子制御モーターなどのHIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションに電子負荷シミュレーションを使用しています。今回、新しい電子負荷エミュレータにより、パワーレンジを大幅に上げることができるようになりました。これにより、ハイブリッド車や電気自動車の大型ドライブモーターもパワーレベルでシミュレートできるようになります。

パワーレベルでのモーターのシミュレーション

Electric DriveシステムのHILテストにパワーステージを含める必要がある場合は、信号レベルのテストでは不十分です。テストベンチで実際の駆動モーターを動作させる方法もありますが、パワーレベルでモーターをシミュレートするという選択肢もあります(図1)。このシミュレーションでは、実際の端子電圧および電流をマッピングし、ECUに入力して、実際のモ-

ーターの電氣的挙動をシミュレートする必要があります。この種の純粋に電氣的なテストベンチは、機械式のドライブテストベンチよりも操作が簡単で安全です。実際の駆動モーターをまだ入手できない状態でも、非常に早い段階でテストを実行できます。さらに、複数の種類のモーターをシミュレートすることも可能です。機械式のテストベンチとは異なり、これらのシミュレータには動力学プロセスに関する制限がありません。

新しい電子負荷エミュレータは600 Vを上回る電圧と最大100 kWの出力に対応しています。このため、現在および将来のElectric DriveシステムのHILシミュレーションに最適です。

電子負荷エミュレータの仕組み

電子負荷エミュレータは、モーターコイルで発生する電圧 U_{EMK} の可変的な動作部分をエミュレートします。モーターコイルの誘導動作は、同等の代替誘導率 L_{MOTOR}

で表現されます。誘導電圧 U_{EMK} はモーターモデルによってリアルタイムで計算され、電子負荷シミュレータによって実装されます。

電子負荷エミュレータの実装方法

この負荷エミュレータは、LTI社のServoOneシリーズのインバータを使用します。

誘導電圧を計算するためのモーターモデルは、Simulink®を使用してdSPACEリアルタイムシステム上で実装されます。

シミュレートできるモデル要素にはドライブトレインなどがあります。シミュレーションのために、プロジェクト固有の要件に従い、各種センサおよびアクチュエータのシミュレーションをリアルタイムシステムに追加できます。ハイブリッド ECU では、エンジン回転数センサ（リゾルバなど）の適切なシミュレーションが1つ以上必要です。

用途

電子負荷エミュレータのコンセプトは、あらゆる種類のモーターのシミュレーションに使用できます。モーター誘導率、トルク生成、消費電力などの各モーターの物理的性質が、現実と同じように表現されます。可変的な誘導率（内部の永久磁石、IPM モーター、または飽和による影

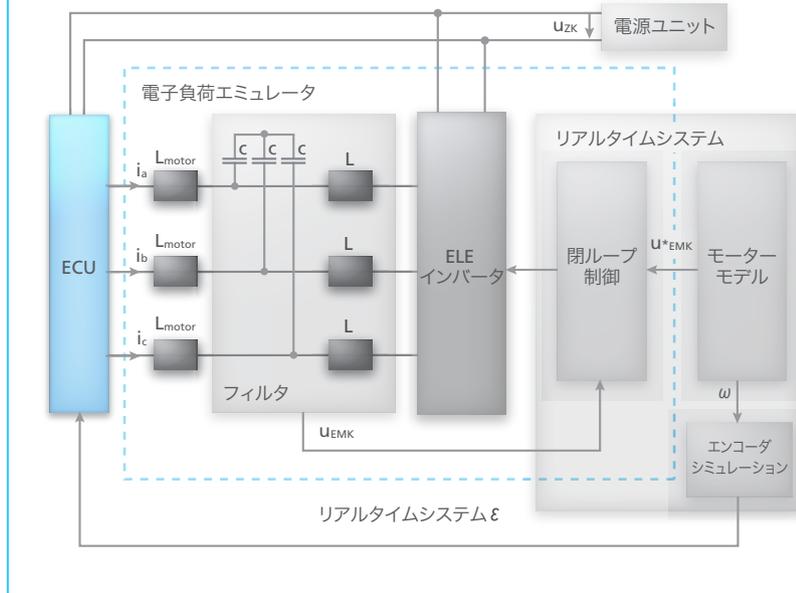


図2：電子負荷エミュレータを含むHILシステムの全体像 ELE = Electronic Load Emulation (電子負荷エミュレーション)、EMF = Electromotive Force (起電力)

響など) の場合は、一定の代替誘導率とするために、負荷エミュレータで平均値を使用する必要があります。ただし、トルクと出力パワーの正確な表現は可能です。複数のモーターモデルを可変的なドライブトレインモデル（自動車用シミュレーションモデル (ASM) など）と組み合わせ

せて使用することにより、あらゆるハイブリッド車および電気自動車の構成をシミュレートできます。このコンセプトは、産業分野での各種 HIL 用途にも適しています。■

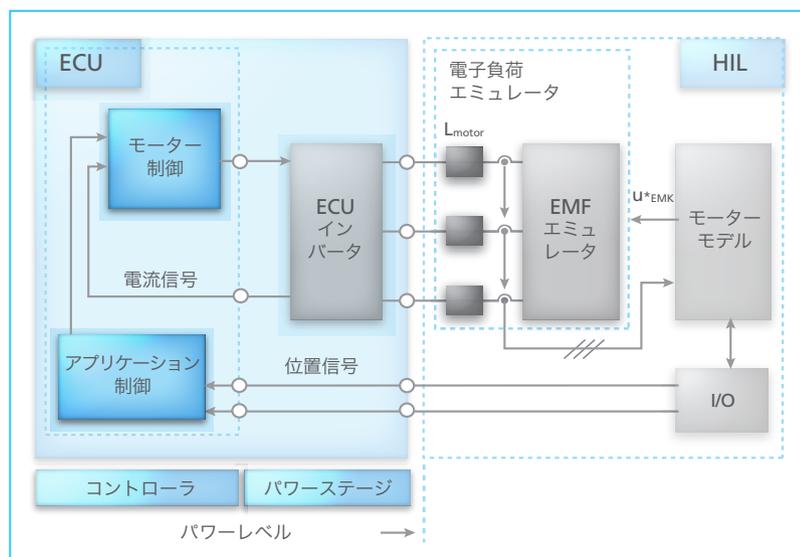


図1：パワーインターフェースでモーターをシミュレートするための電子負荷エミュレータ

まとめ

新世代の電子負荷により、電気駆動モーターのHILシミュレーションのためのソリューションを利用できるようになりました。このソリューションは、パワーレベルで柔軟で比較的使いやすいシミュレーションが重要であり、かつコストのかかる機械式のモーターテストベンチの使用を避けたい場合に便利です。