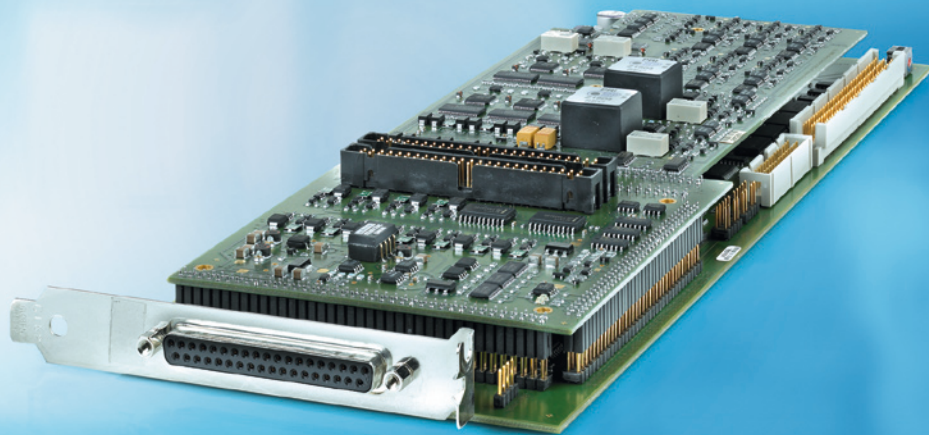


All

EMH ソリューション – モーターの新しい統合化
HIL シミュレーション

Under One Roof





モーターのHILシミュレーションでは、制御変数とセンサ信号のために多くの入出力が必要になります。dSPACEでは現在、重要なI/O機能をすべて1つのボードに組み込んだ、統合されたFPGAベースのソリューションを提供しています。

現在、HIL (Hardware-in-the-Loop) システムをモーター ECU に接続するために使用できる多数の制御システムインターフェースが用意されています。電動ステアリング用のような低パフォーマンスのモーターでは、多くの場合、ECUの電気的パワーレベルまたは機械的レベルが、HILシステムへのインターフェースとして適しています。これに対して、ハイブリッド車や電気自動車の駆動モーターでは、信号レベルが望ましい選択となります。特に、ECUソフトウェアのテストが重要視される場合や、パワーステージの操作が不要な場合には、信号レベルが適しています。

信号レベルにおける3相モーターのシミュレーションとサービスコール

信号レベルでシミュレーションを行う場合、パワーエレクトロニクスは取り外され、ECUの信号処理部分のみがシミュレータに接続されます。インバータステージのパワースイッチの制御信号は、シミュレータで読み取られ、パワーエレクトロニクスとモーターのリアルタイムシミュレーションのサービスコールのベースとなります。HILシミュレーションで閉じたループを作

るためには、シミュレータで、ローター位置とモーター電圧用のセンサ信号を計算する必要があります。dSPACEでは、PWM (パルス幅変調) 信号および PSS (位置センサシミュレーション) 信号の生成および計測用に、信号レベルで接続するための特殊なボードを早い段階から製品ラインアップに加えています。

新たに統合されたI/Oソリューション

dSPACE DS5202 FPGA Boardをベースにした新しいモーター HIL (EMH) ソリューションにより、初めて、「1枚のボードで」最大2個のモーターをシミュレートするために必要な複数のI/Oチャンネルが提供されました。これによりユーザは、モーターのHILシミュレーションの作業を開始するためのコンパクトでコスト効率の高い方法を利用できます。

高精度のPWM信号計測

B6インバータステージをシミュレートするには、たとえば、ECUの6ゲート制御信号の計測(図2)を高精度で行う必要があります。EMHソリューションを使用する場合、計測は25 nsの時間分解能で行われます。

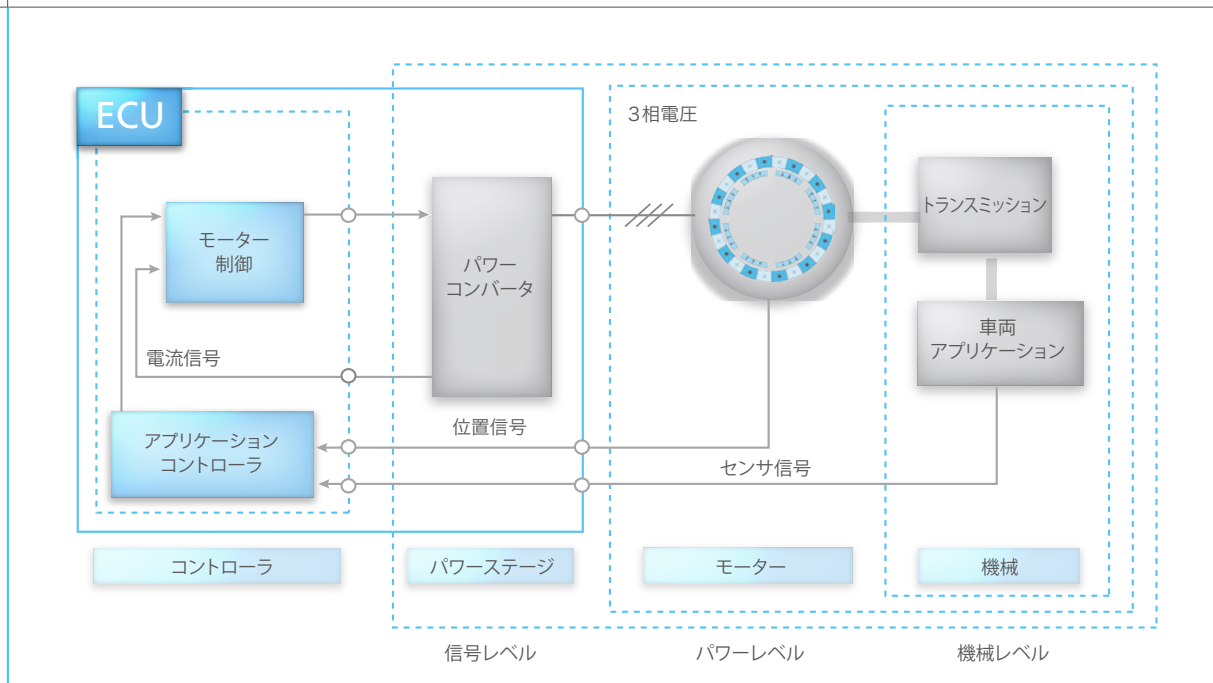


図1: モーターシミュレーション用のインターフェース

定義されたサンプリングタイムで、デューティ比、周期、および個々の信号のパワーアップ時間、さらに組となる信号のデッドタイムが、ブリッジアーム内で決定され、HIL シミュレータ (DS1006 Processor Board) のプロセッサ上でリアルタイムモデルに使用できるようになります。EMH ソリューションでは通常、動作モードに応じて、PWM 周期の中央で割り込みをかけることでプロセッサのサンプリングタイムが個別に決定されるため、モーターのパワーエレクトロニクスモデルが、PWM 周波数に同期して計算されます。これにより、脈動が避けられます。この間、オーバーサンプリングとダウンサンプリングを変更できます。PWM 周波数に応じて、サンプリングタイムは約 30 ~ 60 μ s の間の値になります。EMH ボードの 16 チャンネルを

EMH ソリューションにより、モーターシミュレーションに必要なすべての I/O 機能が統合され、小型化、高パフォーマンス、高いコスト効率を実現します。

使用すれば、2 個の 3 相 PWM モーターに対するすべてのゲート信号を読み取ることができます。

位置センサ信号のシミュレーション

モーターの制御は、電圧の制御と速度の計算を実行するためにローターの正確な角度が必要になるため、これを HIL システムによって高分解能でシミュレートする必要があります。EMH ソリューションによって提供される位置センサシミュレーションは、実績のある回転角度処理ユニット (APU) の原理に基づいています。これは、すでに DS2211 HIL I/O Board で信頼性をもって使用されています。EMH ボードには、4 基の独立した APU が搭載されており (図 3)、ユーザはこれらの APU をそれぞれ異なるセンサシミュレーションチャンネルに割り当てることができます。この柔軟性があるため、たとえば、独立した 2 個のモーターつまり独立した 2 軸のシミュレーションが可能になります。EMH ソリューションでは、次の機能が提供されます。

- リゾルバ、サインエンコーダ、またはアナログのユーザ定義信号をシミュレートする、3つのアナログ出力を持つアナログセンサシミュレーショングループ
- インクリメンタルエンコーダ、ホールセンサ、またはデジタルのユーザ定義信号をシミュレートする、3つのデジタル出力を持つデジタルセンサシミュレーショングループ
- 独立して使用可能な3つのデジタル補助出力

アナログ信号はすべて 100 ns で更新され、デジタル信号はすべて 25 ns で更新されます。ボードには広範囲のシグナルコンディショニングが格納されているので、モーター ECU を信号レベルで直接接続できます。

汎用の RS485 UART インターフェースを使用すれば、多種多様なプロトコルを実装することができます。LTi による TwinSync プロトコルに加えて、SSI (同期シリアルインターフェース)、HiPerface、EnDat などのインクリメンタルエンコーダに対応したプロトコルも間もなく利用可能になります。

用語解説

B6 インバータ – 3 相交流電流用の 6 つのスイッチ素子から成るスイッチブリッジを持つインバータ。

SSI (同期シリアルインターフェース) – プロトコルベースのインクリメンタルエンコーダ用の規格。他に、HiPerface や EnDat などがあります。

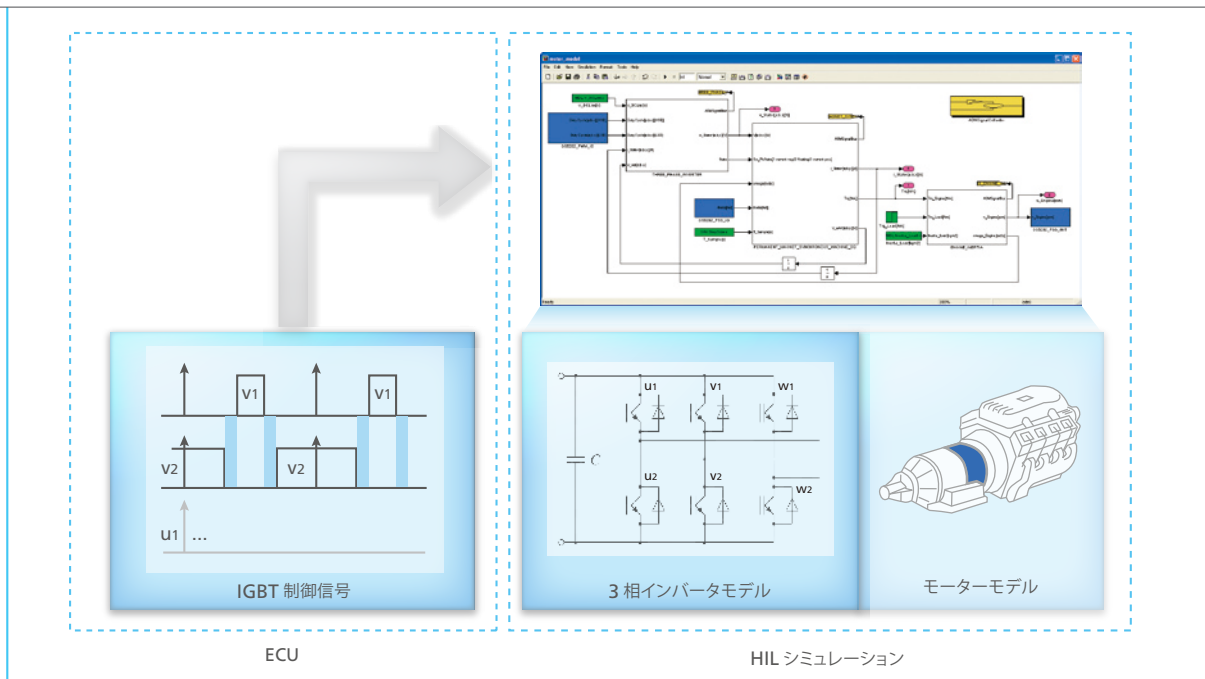


図2：高精度のPWM計測は、モーターHILソリューションの多くの機能の1つです。

その他のI/Oソリューション

EMHソリューションでは、PWMセンサ信号や位置センサ信号以外に、モーターのシミュレーションに通常必要となるその他の信号も提供されます。

たとえば、高速バイポーラDAC（デジタルアナログコンバータ）の6チャンネルを使用して、エンジン電圧をシミュレートすることができます。分解能は12ビット

で、出力ドライバは $\pm 10\text{ V}$ の電圧範囲をカバーしています。追加のユニポーラDACチャンネルで、外部のバッテリーシミュレーション電源ユニットが制御されるため、HILシステムでモーターの純粋なシミュレーションを実行する場合でも、追加のI/Oボードは必要ありません。4つのバイポーラアナログ入力をすべて一緒に使用することもでき、たとえば、電

源ユニットの電流を計測するのに使用可能です。

この他に、汎用処理用（リレーボックスを制御する場合など）の13のデジタル出力があります。このうち3つのデジタル出力が多機能になっています。PWM出力機能やデジタル出力機能以外に、角度同期信号生成を実行する方法も提供されます。■

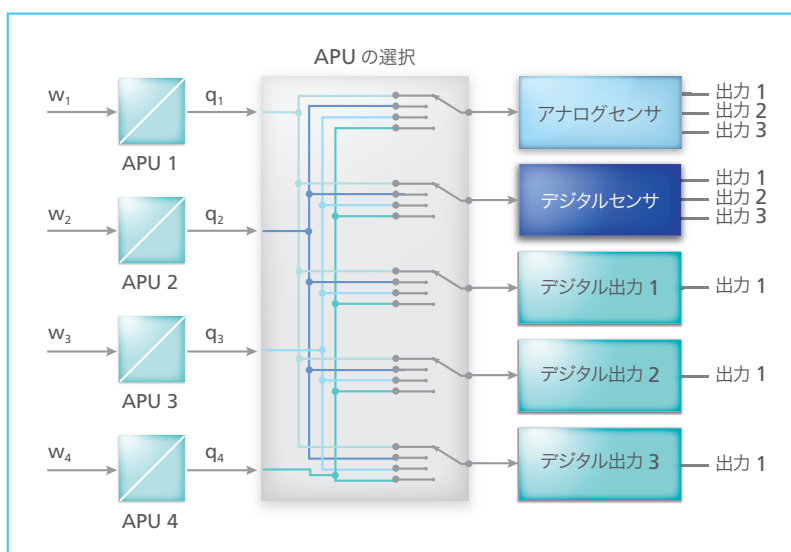


図3：独立した4基のAPUを使用して、時間に関して極めて精度の高い位置センサ信号のシミュレーションが可能になります。

まとめ

新しいモーターHILソリューションは、信号レベルにおけるモーターのHILシミュレーションに対応した、コスト効率の高い、高パフォーマンスのソリューションです。このソリューションは、dSPACE Mid-Size シミュレータおよび dSPACE Full-Size シミュレータで、個別のECUテストや、ハイブリッド車や電気・機械式駆動装置をシミュレートする複数のdSPACEシミュレータを含むネットワークシミュレータで統合テストを行う際に使用できます。

また、ユーザが産業用サーボコンバータのテストなどの産業用途のために、小型のシステムをセットアップすることも可能にします。