

持続可能な環境に貢献するエネルギー効率の高いモータ制御設計を実現するには

[Jay Nagle](#) (Principal Product Marketing Engineer)

モータ制御システムの運転による電力消費量は、それだけで全世界の消費量の 50%を占め、先進国の産業分野では 60~70%を占めています。そのため、これらのシステムにおけるエネルギー消費を削減する事は長期的な環境保護の観点からきわめて重要です。Microchip 社の幅広い半導体ポートフォリオ、開発ツール エコシステム、リファレンス デザインは、送電網への電力需要を軽減するエネルギー効率の高いモータ制御システムの構築に役立ち、持続可能な未来を創ります。

電動モータ アプリケーションにおけるエネルギー効率の向上

電動モータはポンプ、コンベヤ、コンプレッサ、ファン、ロボットシステム、電化製品、マテリアル ハンドリング システム、CNC 装置等の各種システムに不可欠な要素です。これらのシステムは産業用プロセスの運用、スマート農業による資源の収穫、e モビリティ、住宅と商用施設における HVAC ユニットの運用に欠かせません。このようなアプリケーションのモータ制御のエネルギー効率を向上する事は温室効果ガスの排出量を大幅に削減してより望ましい環境負荷を実現する事につながるため、非常に重要です。

システム設計者は、バッテリーの駆動時間と寿命を伸ばす電力損失の少ないリアルタイムの組み込みモータ制御システムを設計する際、モータのサイズと種類を適切に選択するだけでなく、以下の点を考慮します。

- モータへの最適な電圧と電流の供給
- 突入電流とモータ起動電流の低減
- 温度管理の最適化
- コスト、サイズ、ノイズの低減
- 電力密度の向上
- 機能安全とセキュリティ

上記の設計目標のほとんどは、リアルタイム制御の展開に必要な数値計算とデジタル信号処理を高速に実行できる性能を備え、シングルデバイスで複数の機能を実行するために高度に統合された周辺モジュールを内蔵する適切な低電圧 MCU(マイクロコントローラ)またはマイクロプロセッサを選定すれば、システムレベルで達成可能です。さらに、負荷条件の変化に応じて適切なエネルギー効率を発揮する DC/DC コンバータをシステム全体で利用し、広い帯域幅と高速なサンプリング変換レートを持つ計測およびシグナル コンディショニング IC(集積回路)を採用して、モータのロータの位置と角速度、トルク要件の変化に素早く対応できるようにする事も重要です。基本的に、モータ制御システムを構成するハードウェア ソリューションは、マイクロコントローラまたはマイクロプロセッサから電源段のゲートドライバへの PWM(パルス幅変調)信号出力を動的に調整し、モータに供給される電圧と電流を安定化する必要があります。モ-

タに供給される電圧と電流はトルクと速度の要求によって決まります。一般的に、AC 誘導および PMSM(永久磁石式同期モータ) タイプのモータは、VFD(可変周波数駆動)を使って周波数と電圧を変化させ、モータの速度とトルクを操作する事で、動作をできる限り効率的に完了できるようにしています。Microchip 社では[モータ制御ソフトウェア ライブラリ](#)を提供しており、このライブラリには dsPIC® DSC(デジタルシグナル コントローラ)または 32 ビット MCU を使って可変周波数駆動を行うためのベクトル制御方式 FOC(界磁制御)を実装するための機能コードブロックが含まれています。正弦波制御や台形制御に比べ、モータ制御用の FOC アルゴリズムには、特に高精度なトルク制御と低動作ノイズが求められる高性能アプリケーションで多くの利点があります。とりわけ、FOC アルゴリズムはエネルギー効率の大幅な改善に役立ちます。例えば、FOC 制御ではモータの磁束とトルクを個別に制御できるため、適用される負荷条件に応じて最も効率の良いポイントで動作させる事ができます。また、FOC 制御の実装を拡張するために、持続可能な実践設計に合わせたアプリケーション固有のアルゴリズムを提供しています。

- **弱め磁束:** 高速回転時のモータの電圧要求を制限する
- **IPD(初期位置検出):** 逆回転なしでモータを始動
- **ソフトストップ:** モータ速度の制御された減速によって DC 電圧スパイクを制限する
- **ストール検出:** モータのストールに反応してモータの過電流を制限する
- **ウィンドミリング:** 空転するモータの速度と位置を検出する
- **トルク補償:** モータの振動を検出して低減する

システム設計者がコントローラを含む完全なモータ制御ソリューションを構築できるよう、Microchip 社の [Sustainability](#) サイトの [Energy-Efficient Motor Control Systems](#) ページにインタラクティブなブロック図(図 1)を掲載し、Microchip 社の幅広いポートフォリオを使って送電網、再生可能エネルギー源、エネルギー貯蔵システム(リチウムイオン電池等)に接続された持続可能なシステムを構築するためのガイダンスを提供しています。

持続可能なモータ制御に役立つ Microchip 社の主なデバイス ソリューション:

- [FPGA と 8/16/32 ビット MCU と dsPIC® DSC\(デジタルシグナル コントローラ\)](#)
- [SiC\(シリコン カーバイド\)](#)、[パワー-MOSFET](#)、[IGBT](#) [パワー ディスクリット](#)およびモジュール
- [ゲートドライバ](#)
- [クロックとタイミング](#)
- [インターフェイスとコネクティビティ](#)
- [電磁誘導式位置センサ](#)
- [電源管理:](#) LDO とスイッチング レギュレータ
- [電流検出アンブ](#)と[ミクストシグナル デバイス](#)

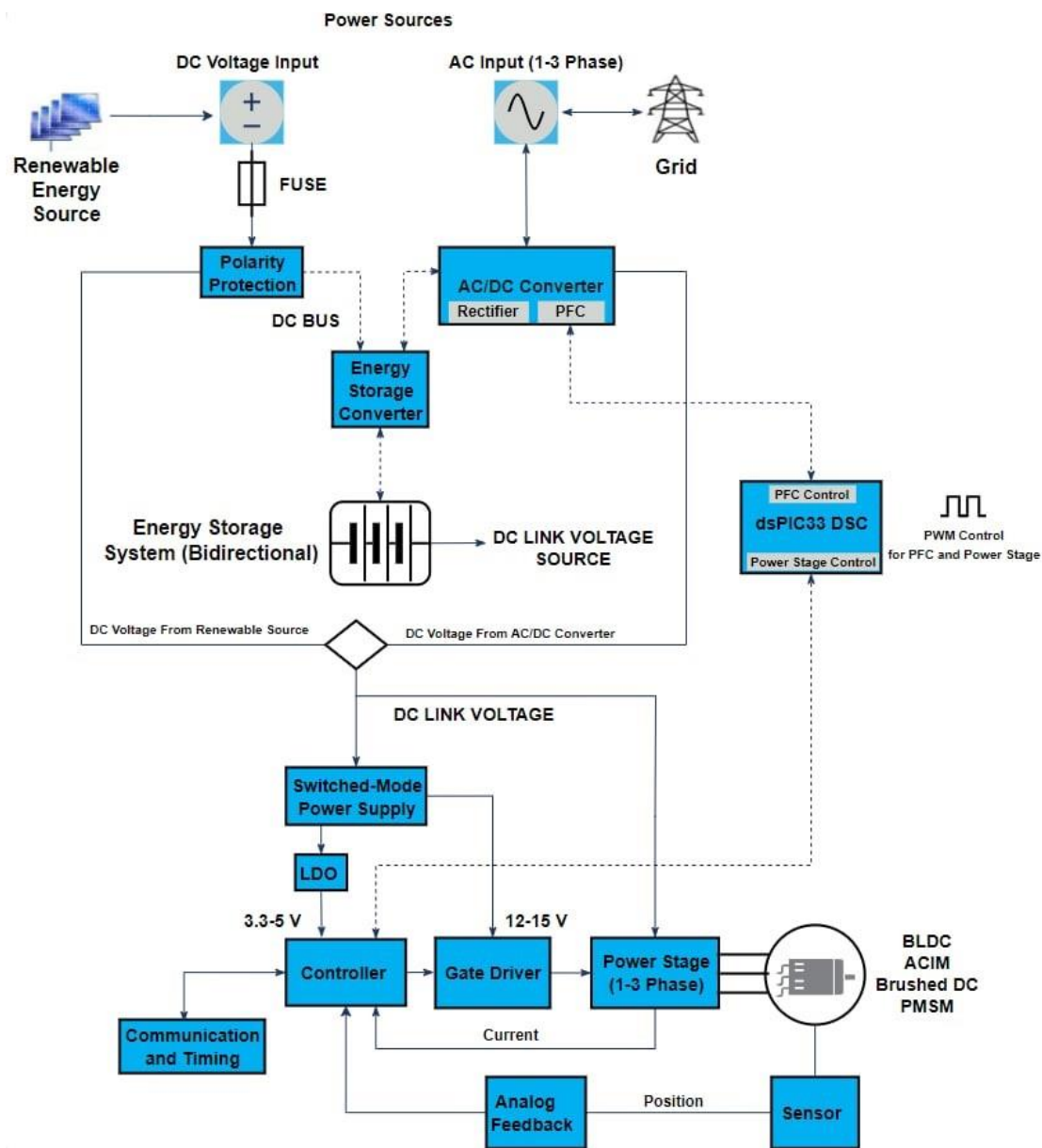


図 1: エネルギー効率の高いモータ制御システムのインタラクティブなブロック図

Microchip 社では、センサベースまたはセンサレスの制御アルゴリズムを実行する BLDC、PMSM、ACIM、ステッピングモータ向けの開発ツール、リファレンス デザイン、ソフトウェアライブラリのエコシステムを提供しています。さらに、組み込みのリアルタイムモータ制御システムを設計するのに役立つ低消費電力製品のポートフォリオも幅広く提供しています。