

電気自動車(EV)におけるモータ制御のトレンド

Helen Jin, Patrick Heath

要約:

EV に搭載される BLDC モータの数は増加する傾向にあります。以下では、このトレンドについて解説すると共に、車載 BLDC モータ制御向けに設計された Microchip 社の dsPIC33C デジタルシグナル コントローラ(DSC)を紹介します。

電気自動車市場の動向

EV 市場は近年急速に成長しており、世界的販売台数は 670 万台に達しています。2030 年には 4780 万台に達し、新車で販売される乗用車の約半数を EV が占めると予測されています。中国での EV 販売台数は 2021 年において 333 万台であり、2022 年には 600 万台を超えると予測されます。

EV は従来の自動車よりも多数のモータを必要とします。クランクシャフトまたはカムシャフトからベルト等を介して機械的に駆動されていたポンプ、コンプレッサ、アクチュエータ等を、EV ではモータで駆動する必要があります。また、電子制御式の冷却水ポンプ等、新しいシステムのためにもモータが必要です。低コストの [ブラシ付き DC \(BDC\)モータ](#) も使えますが、[ブラシレス DC \(BLDC\)モータ](#) は EV に以下の重要な利点をもたらします:

- ・高いエネルギー効率
- ・正弦波制御による低騒音動作
- ・高い信頼性
- ・モータの長寿命化

EV では、以下の目的でモータが使われます。

冷却水ポンプ

EV では、エンジン冷却の代わりに以下の 3 つの新しいシステム向けに温度制御が必要であるため、電子制御式冷却水ポンプの必要性が従来のエンジン車に比べて高くなります。

- ・高電圧バッテリーパック
- ・トラクション モータ
- ・トラクション モータ用インバータ電子制御ボード

EV 1 台あたり平均 3 個の電子制御式冷却水ポンプが必要であり、これらのポンプは従来のベルト駆動式ポンプに比べて高コストです。

冷却ファン

エンジン車は、BLDC モータで駆動されるラジエータ用冷却ファンをエンジンのサイズに応じて 1 または 2 個備えています。EV では、最大で 3 個のラジエータファンが使われます。これらのラジエータは、高電圧バッテリーパックとトラクション モータのインバータ電子制御ボードの冷却用に必要です。EV が停止した後や高電圧バッテリーの充電中に、これらのファンが動作し続けている音を聞くことができます。

EV の HVAC システム向けに追加の BLDC モータが使われる場合もあります。エンジン車はエンジンからベルトを介して HVAC コンプレッサを駆動しますが、EV はコンプレッサを直接駆動するために[モータ](#)を必要とします。HVAC システムでは、空気の循環用にも BLDC 駆動ファンが必要です。

ヒートポンプ

一部の EV は、ヒートポンプ機能をサポートする最新の電動コンプレッサを備えており、これにも BLDC モータが使われます。ヒートポンプは熱交換用に電磁式膨張弁と冷媒用配管を含み、冷房用エアコンとは逆の働きをします。ヒートポンプにより、抵抗素子を使った PTC (Positive Temperature Coefficient) ヒーターに比べて 3~4 倍高い動作効率が得られます。しかし、ヒートポンプ式ヒーターは -20 °C 以上の周囲温度でしか良好に機能しません。

PTC ヒーターはどの温度でも機能し、EV の暖房用に広く用いられています。PTC は 100% に近い効率でエネルギーを熱に変換できるものの、バッテリーエネルギーを大量に消費するという欠点があります。EV に PTC ヒーターを使うと、低温環境ではバッテリー充電までの航続距離が大幅に減少してしまいます。

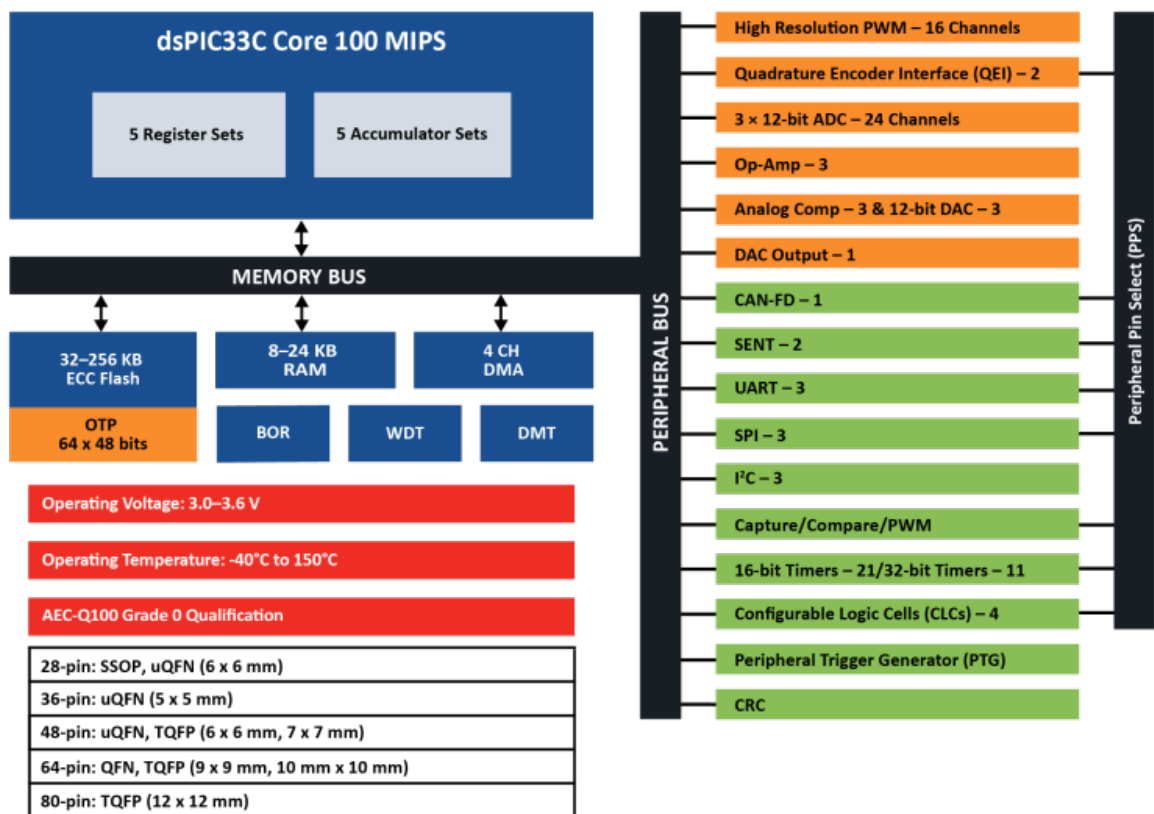
熱管理システム(TMS: Thermal Management Systems)が EV における新しいトレンドです。TMS は、HVAC システム(冷暖房用コンプレッサ、エアコンファン、送風ファン、膨張弁、アクチュエータを含む)の制御機能と高電圧バッテリーパックおよびトラクション モータ用インバータボードの温度制御機能(熱の回収/再利用を含む)を統合します。TMS は EV の総合的な機能を大幅に強化するため、EV 市場に非常に大きな可能性をもたらします。このように複雑な制御システムには、ISO26262 機能安全規格への適合と AUTOSAR®への対応も求められます。

以上のように、EV で使われる BLDC モータの数は増加し、結果としてモータ制御に使われる MCU の数も増加します。周知のとおり、EV はモータ制御用 MCU を含む半導体部品に対して高度な要求を課します。以下に、基本要件の一部を示します。

- ・高 CPU クロック周波数
- ・モータ制御専用周辺モジュール
- ・AEC Q100 グレード 0 認証(-40~+150 °C)
- ・機能安全規格と AUTOSAR への対応

モータ制御向け dsPIC33CK デジタルシグナル コントローラ(DSC)

Microchip 社の [dsPIC33CK デジタルシグナル コントローラ\(DSC\)](#)は、モータ制御向けに専用設計されています。これらのデバイスはユニークなハイブリッドコア(MCU 部と DSP 部で構成)を採用し、高コストの DSP チップを必要とせずに効率的な DSP 命令の実行をサポートします。これらの DSC は高精度 RC オシレータと豊富な高性能アナログ周辺モジュールを備えています。アナログ モジュールには [12 ビット ADC](#) (3.5 Msps、10.5 ENOB)、参照電圧向け [12 ビット DAC](#) を備えた高速 15 ns アナログ コンパレータ、高精度オペアンプが含まれます。これらのモジュールを使うとモータ制御回路の外付け部品点数を減らす事ができるため、コストと実装スペースを節約できます。



dsPIC DSC は幅広い周囲温度レンジ(-40~+150 °C)で動作し、AEC Q-100 グレード 0 車載規格認証済みであるため、[車載および産業用モータ制御アプリケーション](#)に最適です。機能安全を強化するため、これらのデバイスは DMT、WWDT、FLASH OTP 等を含む豊富な安全機能を備えています。また、お客様による DSCISO 26262 機能安全認証の取得を支援するため、Microchip 社は機能安全マニュアル、FMEDA レポート、動的診断コードを提供しています。

さらに、Microchip 社は、モータ制御向けにハードウェア開発ツールとソフトウェア アルゴリズム サポートを含む非常に包括的なエコシステムを提供しています。例えば無償の motorBench® Development Suite グラフィカル ユーザ インターフェイス(GUI)を使うと、磁界方向制御(FOC)アルゴリズムを使って BLDC モータを容易に動作させる事ができます。また、無償の X2C-Scope 仮想オシロスコープを使うと、モータ制御を含む各種アプリケーション コードを PC から非常に容易にデバッグできます。

モータ制御向け dsPIC33CH デュアルコア DSC

Microchip 社の [dsPIC33CH デュアルコア DSC](#) を使うと、複数の BLDC モータを備えた冷却水ポンプ/ファン システムの制御を 1 つのコントローラに統合し、コストと実装スペースを削減できます。これらの DSC は 2 個の独立したコア(各コアは最高 100 MHz で動作)を備え、2 または 3 個の BLDC モータを制御するために必要な全てのモータ制御用周辺モジュールを内蔵しています。

Microchip 社のモータ制御ソリューションの詳細は、[dsPIC® DSC](#) と [Motor Control and Drive](#) でご覧ください。