

Application Brief

シンプルなブラシレス DC – センサ付きモーター制御



Matt Hein

Analog Motor Driver

はじめに

ブラシレス DC (BLDC) モーターは依然として重要かつ急成長しているモーター タイプであり、ブラシ付き DC (BDC) モーターやステッピング モーターに比べて多くの性能上の利点を備えています。BLDC モーターは BDC に比べて、効率、パワー、トルクが優れており、より静かで、長寿命化、高速化が進んでいます。今日、市場には「ブラシレス」技術の搭載を明確にアピールするさまざまな製品が存在します。市場動向に遅れを取らないことは、市場で有用な、成功する製品を設計するために重要です。こうした製品の例としては、コードレス電動工具や園芸用器具、コードレス掃除機、ドローンおよびリモコン玩具、扇風機や空気清浄機、自動ブラインドなどがあります。

ただし、お客様のシステムに BLDC モーターを実装することの難しさは、多くの製品設計チームにとって依然として大きな参入障壁になっています。特に、BLDC 制御の複雑さと BDC モーターを比較した場合、それが顕著です。これは、本書の主なトピックである、センサ付き台形波制御を使用するシステムにも当てはまります。

ブラシ付き DC システム

一般的な中電力ブラシ付き DC モーター システムを見ると、4 つの外部 MOSFET とそれに関連する 1 つの H ブリッジ ゲートドライバ (DRV8701) があります。低ドロップアウトレギュレータ (LDO) は、メイン モーター電源からマイコン (MCU) とホール エフェクト センサ用に 3.3V を生成します (LDO はゲートドライバに内蔵されている場合もあります)。システム MCU は、入力 (ボタン、コマンドなど) を受け取り、2 つの出力 (方向信号 (時計回りまたは反時計回り) と PWM 信号 (固定周波数での 0% ~ 100% デューティ サイクル)) を使用してモーターを制御します。MCU へのモーター速度フィードバックには、ホール エフェクト センサが使用されます。

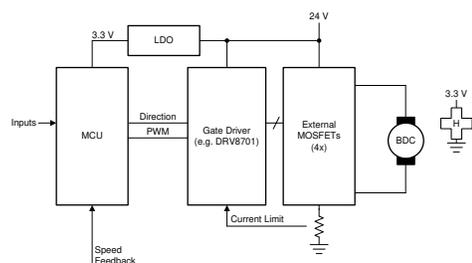


図 1. ブラシ付き DC モーター システム

このようなシステムで使用される制御ループは、速度制御ループか位置 / サーボ制御ループのいずれかです。ホール エフェクト センサの出力周波数は、モーター速度に正比例し、速度制御ループを閉じるために使用されます。積分器 / アキュムレータをホール エフェクト センサ信号に適用すると、モーターの位置を判断し、位置制御ループを実行できます。

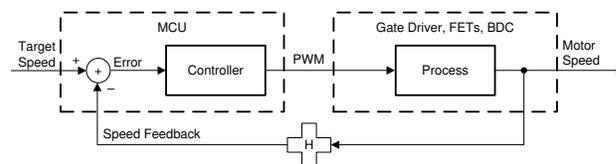


図 2. ブラシ付き DC モーターの速度制御ループ

従来のブラシレス DC システム

同様の BLDC システムを見てみると、ブラシレス DC モーターを同じ方法で実装する際の複雑さをなぜエンジニアが懸念するかが理解できます。BLDC 制御の従来のソリューションでは、3 個の $\frac{1}{2}$ H ブリッジ ゲートドライバと 6 個の外部 MOSFET が使用されます。これらのゲートドライバは 6x PWM インターフェイスを備えており、各 FET は制御信号 (合計 6 つの入力信号) を必要とします。ブラシレス DC モーターには電氣的整流が必要です。つまり、正しい順序で各相を通電することでモーターを継続的に回転させるのはシステムの役割です。センサ付き制御方式では、モーターに 3 つのホール エフェクト センサが内蔵されており、位置フィードバックが得られます。一部のモーターでは、ホール エフェクト センサがアナログ出力を備えたホール素子に置き換えられており、その場合、適切なフィードバックを実装するために追加のコンパレータが必要です。図 3 に示すように、MCU の要件は、ブラシ付き DC

モーター方式に比べて、必要な入力と出力に関して大幅に増加します。

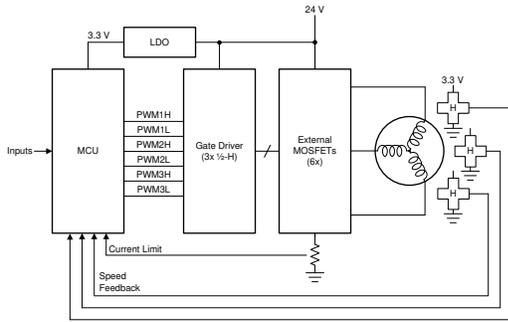


図 3. 従来のブラシレス DC モーター システム

簡素化されたブラシレス DC システム

ブラシレス DC システムを「簡素化」するために、3 相スマートゲートドライバである [DRV8306](#) を検証してみましょう。このデバイスは、[DRV8306](#) でブラシレス DC モーター整流を制御するための 6 ステップ (矩形波) 整流テーブルを内蔵しています。これにより、MCU の処理要件をオフロードするとともに、MCU に必要な GPIO の数も削減します。整流テーブルの内蔵により、[DRV8306](#) デバイスは、ブラシ付き DC モーター システムと同様に、方向および PWM コマンドのみの簡単な BLDC 設計を実装できます。また、[DRV8306](#) にはホール素子コンパレータも内蔵されているため、追加のコンパレータや回路なしで、ホールエフェクトセンサまたはホール素子と組み合わせて使用できます。[DRV8306](#) 内には 3 つのホール信号すべてが結合され、1 つの速度フィードバック信号が MCU に送信されます。

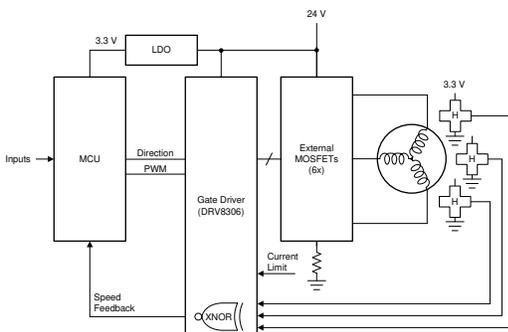


図 4. 簡素化されたブラシレス DC モーター システム

図 5 を見ると、ゲートドライバがモーター整流を処理した時点で、制御ループはブラシ付き DC モーターのループに似ていることがわかります。

これにより、複雑さを軽減して制御が簡素化されたシステムを実現できます。前述のブラシ付き DC モーター システムの例と、このシンプルなブラシレス DC モーターの例では、MCU のモーター制御要件は同じです。

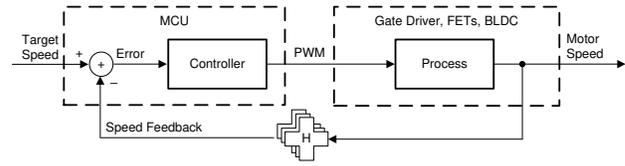


図 5. 簡素化されたブラシレス DC モーターの速度制御ループ

まとめ

設計の複雑さは、ブラシレス DC モーターを製品に実装しない一般的な理由として挙げられています。従来のブラシレス DC システムの場合はそのとおりですが、[DRV8306](#) などのデバイスを使用することで、ブラシ付き DC モーターの制御を簡素化して、制御の複雑さをブラシ付き DC システムと同程度に軽減できます。

推奨デバイス

[DRV8306](#) は、センサ付きモーターの台形波制御を実行できる唯一のデバイスではありません。必要なシステム要件に基づいて他のデバイスを選択することもできます。[MCT8316Z](#) は、最大 8A ピークのモーター向けに電力段 MOSFET と電流センシング抵抗を内蔵した、もう 1 つの類似デバイスです。[DRV8306](#) および [MCT8316Z](#) は、ホール素子の入力をサポートできますが、以下に示す他のデバイスは、外部コンパレータなしのホールエフェクトセンサ (1x PWM モード) のみをサポートします。

表 1. 関連のアプリケーション ブリーフ

SLVA939	TI スマートゲートドライバを使用するブラシレス DC (BLDC) モーター向けの簡単な磁界方向制御 (FOC)
-------------------------	---

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月