

Application Brief

トラクション インバータのバイアス電源における LM51551-Q1 の設計のヒント



Hangjie Wang, David Ji

概要

電気自動車 (EV) の普及が進む中、トラクション インバータ システムは、EV パワートレイン全体の信頼性と堅牢性を維持するうえで重要な役割を果たしています。トラクション インバータ システムは通常、モーター、パワー スイッチ (IGBT または SiC デバイス)、ゲートドライバ、絶縁型バイアス電源、マイコン (MCU) で構成されています。IGBT と SiC の各ゲートドライバを適切に駆動するには、正と負の両方のバイアス電圧が必要です。『HEV および EV トラクション インバータ用の絶縁型バイアス電源のアーキテクチャ』テクニカル ホワイト ペーパーで説明されているように、絶縁型バイアス電源アーキテクチャには、完全分散型、半分散型、集中型の構成など、複数の種類があります。集中型アーキテクチャでは、一つのコントローラでバイアス電源システム全体を管理できます。また、コスト効率、ガバナニク絶縁能力、回路の簡素さから、フライバックトポロジが広く採用されています。このアプリケーション ブリーフでは、集中型バイアス電源アーキテクチャと、LM51551-Q1 を実装した詳細な回路図を紹介するとともに、正しい UVLO バイアス電源シーケンスも重要な設計上の考慮事項であることを説明します。

バイアス電源

1. トラクション インバータのバイアス電源アーキテクチャ

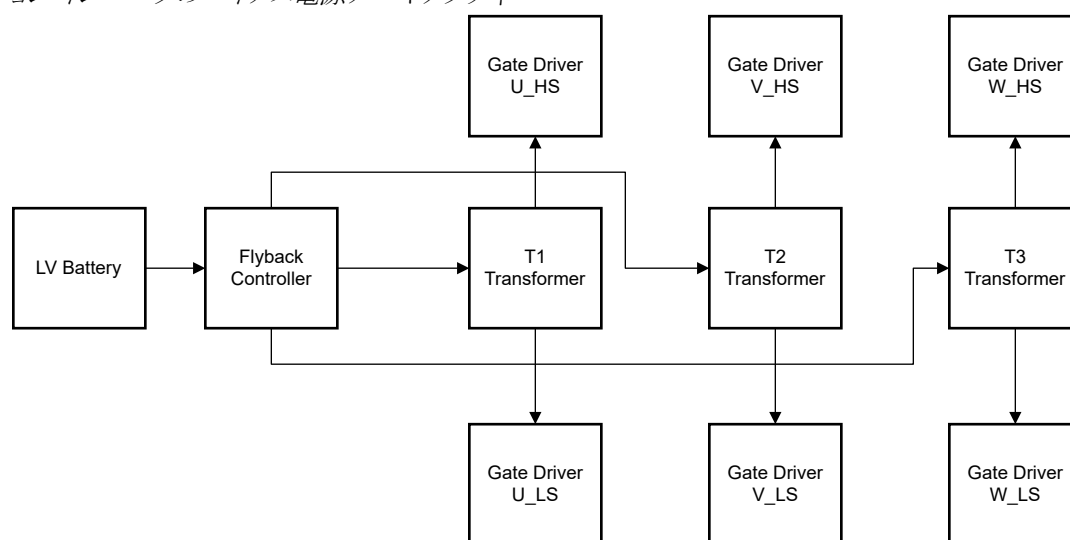


図 1. バイアス電源システムのブロック図

図 1 に、集中型バイアス電源のアーキテクチャを示します。フライバック コンバータは、低電圧バッテリーから電力を供給されます。LM51551-Q1 は 1 次側 MOSFET スイッチを制御して、トランスの 1 次巻線に高周波の電圧パルスを生じます。三つの絶縁型トランスは、それぞれ U 相、V 相、W 相のゲートドライバ専用です。各トランスは、互いに絶縁された正と負の二つの出力レールを備えており、ハイサイドとローサイドのゲートドライバに個別に電力を供給します。

2. 「バイアス電源の回路図」

代表的な設計を図 2 に示します：

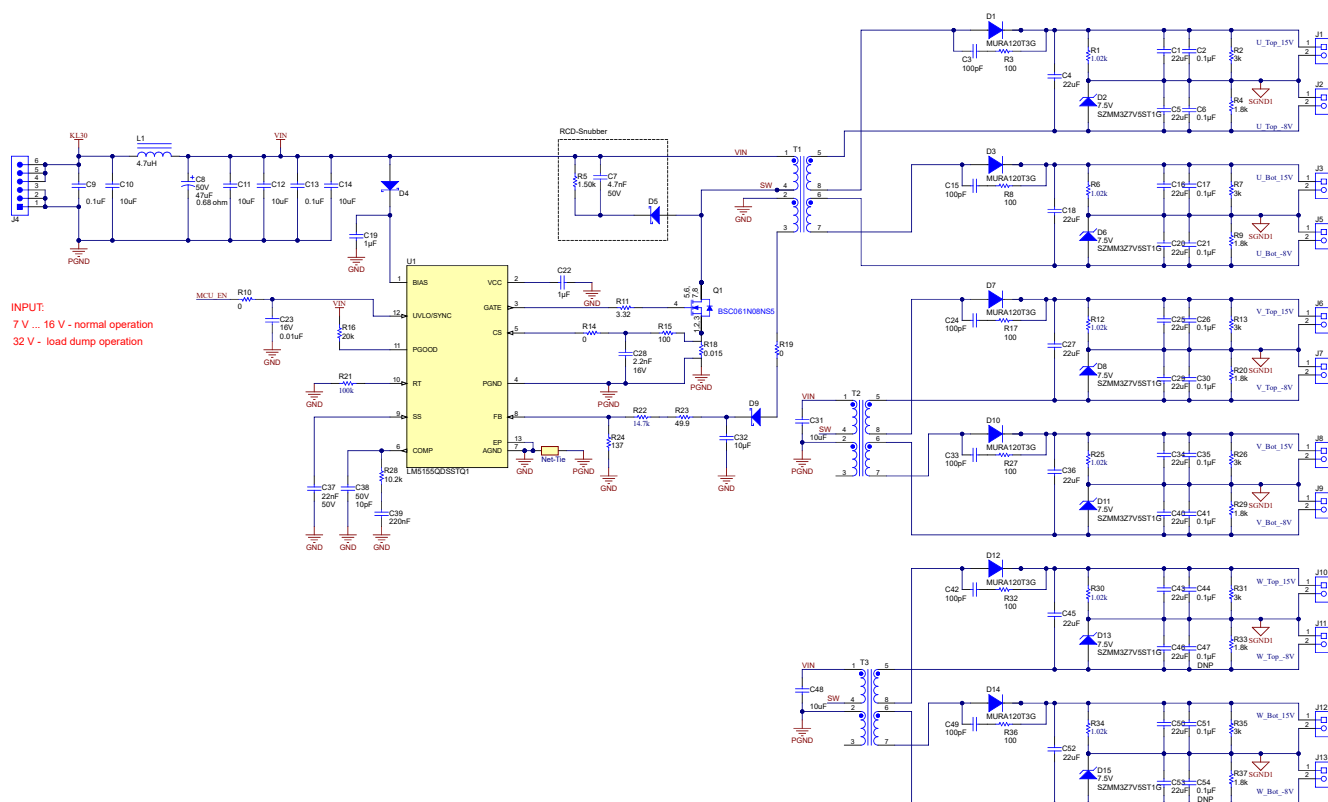


図 2. 代表的なバイアス電源の回路図

3. バイアスと UVLO のパワーアップ/パワーダウン シーケンシングに関する考慮事項

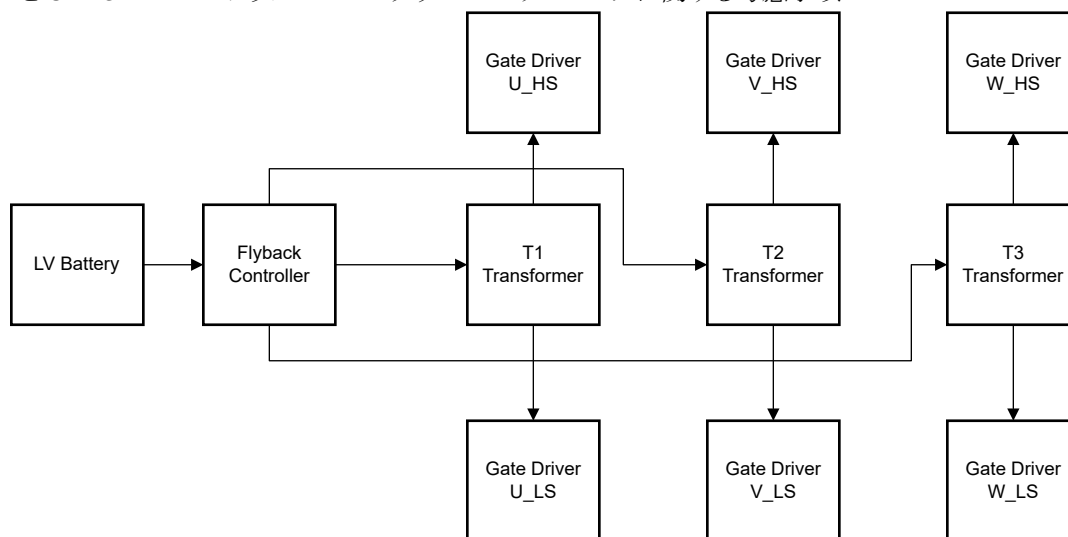


図 3. UVLO のブロック図

この集中型アーキテクチャでは、一つのコントローラでバイアス電源全体を制御します。機能安全と省エネルギーを考慮して、バイアス電源は制御された方法で適切にイネーブルおよびディセーブルする必要があります。LM5155-Q1 は、入力電圧低電圧誤動作防止 (UVLO) 機能を内蔵しています。UVLO ピンはマイコンとの柔軟なインターフェイスとなり、システムレベルの要件に応じてフライバックコンバータを有効または無効にできます。マイコンが UVLO ピンを介して LM5155-Q1 を有効または無効にするときは、スイッチング遷移の間、すべてのピン電圧を規定の絶対最大定格内に維持する必要があります。

表 1. バイアスと UVLO の絶対最大定格

	MIN (V)	MAX (V)
BIAS から AGND へ	-0.3	50
UVLO から AGND へ	-0/3	VBIAS+0.3

バイアスと UVLO の電圧ストレスを考慮して、パワーアップ シーケンシングとパワーダウン シーケンシングについては、それぞれ図 4 と図 5 を参照してください。

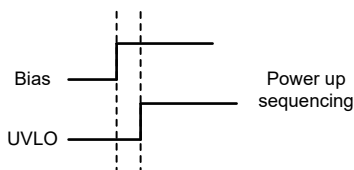


図 4. パワーアップ シーケンシング

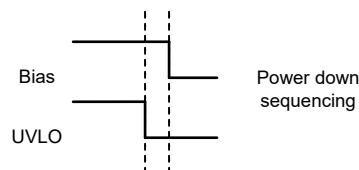


図 5. パワーダウン シーケンシング

まとめ

絶縁型バイアス電源には、完全分散型、半分散型、集中型の各アーキテクチャがありますが、そのうち集中型アーキテクチャは、トラクション インバータ アプリケーション向けに最もコスト効率の優れた設計を実現します。このアプリケーション ノートでは、集中型バイアス電源アーキテクチャと、LM51551-Q1 を実装した詳細な回路図について説明します。

LM51551-Q1 を使用して設計する際は、BIAS ピンと UVLO ピンの両方について規定のパワーアップ シーケンスとパワーダウン シーケンスに従うことで、信頼性の高い動作と絶対最大定格への準拠を実現できます。

参考資料

本書に加えて、以下の参考文献を ti.com で参照してください。

1. テキサス インスツルメンツ『LM51551-Q1 2.2MHz 広入力範囲非同期昇圧 / SEPIC / フライバック コントローラ』、データシート
2. テキサス インスツルメンツ『LM5155 を使用した絶縁型フライバック コンバータの設計方法』、アプリケーション ノート
3. テキサス インスツルメンツ、『HEV および EV トラクション インバータ用の絶縁型バイアス電源アーキテクチャ』、テクニカル ホワイト ペーパー

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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