

Application Brief

「車載アプリケーション向けの堅牢なバックアップ電源システムの設計」



概要

ドライバーにとって重要な機能を提供するため、車両には、バックアップ電源システムが搭載されています。これらのシステムが緊急に作動する必要があるため、エンジニアはバックアップ電源が常に利用可能であることを確保する必要があります。スーパーキャパシタを使用して、短時間のラストガスバックアップ電源を供給する 2 つの車両サブシステムとして、ADAS ドメインコントローラと緊急ラッチ (E ラッチ) が挙げられます。ADAS ドメインコントローラは、車両の周囲にある多数のセンサから取得した情報を処理し、緊急時に対応します。ADAS ドメインコントローラは、重要なプロセッサにバックアップ電力を供給するために、スーパーキャパシタの採用をし始めており、これにより、車両のメイン電源が突然遮断された場合でも、プロセッサは適切にシャットダウンし、データを保存できるようになっています。E ラッチはスーパーキャパシタのバックアップ電源を使用して、メイン電源が遮断された場合に、電動ドアロックを自動的に解錠します。ADAS ドメインコントローラと E ラッチバックアップ電源システムが重要な機能を確実に果たすためには、設計上のいくつかの課題があります。まず、スーパーキャパシタは合計充電電圧が 0V になるまで完全に放電できるため、エンジニアは、スーパーキャパシタの電圧範囲全体にわたって充放電できるようにシステムを設計する必要があります。スーパーキャパシタの電圧範囲全体を考慮しないと、バックアップ電源時間が短くなり、バックアップ動作が危険にさらされる可能性があります。さらに、これらの設計の中には、マイクロコントローラユニット (マイコン) を使用して、I²C コマンドでコンポーネントを更新し、設計が正しく機能するようにするものもあります。マイコンが予期せず接続解除され、コンポーネントの設定ができなくなると、バックアップ電源システムが予期せぬ動作をする可能性があるため、その状況を考慮することが非常に重要です。最後に、ADAS ドメインコントローラ内のプロセッサは、センサやカメラから取得したデータを解釈するという重要な機能を常に提供しており、損傷を受けることは許されません。これらの設計上の課題それぞれに対応するバックアップ電源システムはどのように設計すればよいでしょうか。

バックアップ時間の最大化

E ラッチと ADAS ドメインコントローラの間に設計の共通性は、バックアップ電源時間を最大化するために、スーパーキャパシタを電圧範囲全体にわたって充放電するかという点です。スーパーキャパシタを充電する際、入力電圧とスーパーキャパシタのスタック電圧によって必要なチャージャのトポロジが決まります。E ラッチでのスーパーキャパシタスタック電圧 (V_{CAP}) は、5.1V から 12.5V までの範囲ですが、ADAS ドメインコントローラでは通常、60V V_{CAP} を採用しています。車載バッテリーから 12V の入力電圧が供給されていると仮定すると、 V_{CAP} が 12V 未満の場合は、スーパーキャパシタを充電するために降圧トポロジが必要であり、 V_{CAP} が 12V を超える場合は昇圧トポロジが必要になります。放電時には、12V V_{in} は供給されなくなり、システム電圧 (V_{SYS}) がスーパーキャパシタスタックを放電するために必要なトポロジを決定する上で重要となります。E ラッチは通常、12V V_{SYS} で動作してドアを解錠しますが、ADAS ドメインコントローラは、7V V_{SYS} でプロセッサに電力を供給して動作します。どちらのアプリケーションでも、0V まで放電する際に V_{CAP} は V_{SYS} より高くなる場合と低くなる場合があるため、 V_{CAP} が V_{SYS} 以上の場合は、 V_{CAP} を降圧し、 V_{CAP} が V_{SYS} 未満の場合には、 V_{CAP} を昇圧する昇降圧デバイスが必要となります。下の図に示すように、双方向の昇降圧スーパーキャパシタチャージャ集積回路 (IC) を使用することで、2 チップソリューションを 1 チップソリューションに縮小できます。この IC は電力の流れ方向を切り替え可能です。双方向昇降圧は、車載バッテリー入力から複数のスーパーキャパシタを充電した後、次いで複数のスーパーキャパシタを逆方向に放電して、システムに電力を供給します。この種のチャージャ IC は、エンジニアがスーパーキャパシタのすべてのエネルギーを最大限に活用してバックアップ電源時間を最大化しながら、設計における部品点数を削減するのに役立ちます。

マイコンなしでの動作

多くのバックアップ電源設計は、図 2 に示すコンポーネントの設定をマイコンを利用していますが、マイコンの電源が停電した場合や接続解除された場合、バックアップ電源システムどうなるのでしょうか。マイコンを利用している設計では、マイコンが接続解除されると、充電電流や V_{CAP} などのシステム設定がデフォルト値にリセットされる可能性があります。その結果、誤った設定が原因で、バックアップ電源機能が危険にさらされる可能性があります。抵抗設定可能なピンを持つ IC を選択すると、マイコンの接続解除時にシステム設定がデフォルト値にリセットされるリスクを低減できます。抵抗設定可能なピンの値は、多くの場合、IC のデータシートに規定された定値 K に比例する抵抗値によって計算されます。抵抗設定可能なピンがある IC 上で I^2C が接続解除された場合、または、 I^2C コマンドが送信されなかった場合、IC は抵抗 $K \cdot$ の積をピンの設定として使用します。この機能により、エンジニアは、マイコンが接続解除された場合や、システム内にマイコンが存在しない場合でも、バックアップ電力を供給するシステムを設計できます。

システムの保護

ADAS ドメインコントローラなどのアプリケーションにおけるプロセッサは、車載センサからのデータを収集して解釈し、ドライバーに適切に警告を送信するために不可欠です。プロセッサの故障はドライバーの安全を脅かすため、このコンポーネントの保護は不可欠です。プロセッサの損傷を引き起こす可能性があるケースの 1 つは、プロセッサの絶対最大入力電圧 ($V_{IN_ABS_MAX}$)、通常 $40V$ を超えることです。ADAS ドメインコントローラは、 $12V$ の車載バッテリーが接続解除された際にプロセッサが適切にシャットダウンできるよう、 $60V$ のコンデンサを使用して十分なバックアップ電源時間を確保しています。ただし、図 1 の双方向昇降圧回路にハイサイド FET が短絡すると、 $60V V_{IN}$ が発生し、 $40V V_{IN_ABS_MAX}$ を上回る可能性があります。そのため、エンジニアは、ハイサイド FET が短絡した場合にバックアップコンデンサの高電圧からプロセッサを保護できるように、システムを設計する必要があります。

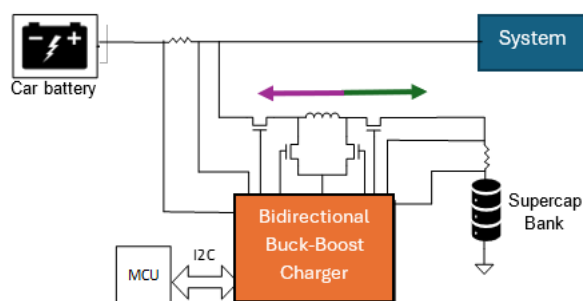


図 1. 双方向ブロック図

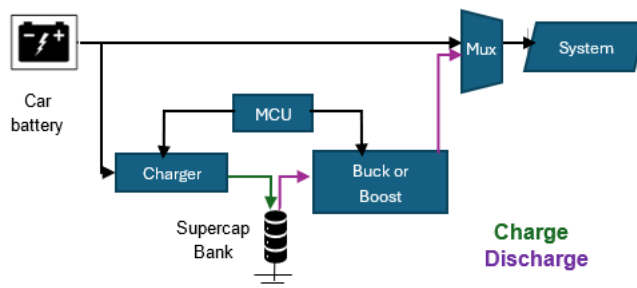


図 2. 離散ブロック図

スーパーキャパシタバックアップ用の BQ25853-Q1

BQ25853-Q1 は、バックアップ電源システムで上記の課題を軽減するのに役立つコンデンサチャージャ IC です。BQ25853-Q1 は、双方向昇降圧コントローラトポロジを採用しており、 V_{IN} が V_{CAP} 以上の場合、または V_{IN} が V_{CAP} 未満の場合に、デバイスでコンデンサを充電し、 V_{SYS} が V_{CAP} 以上の場合、または V_{SYS} が V_{CAP} 未満の場合にはコンデンサを放電できます。BQ25853-Q1 は、マイコンの有無にかかわらず、コンデンサの充放電を行うこともできます。マイコンは、 I^2C とチャージャと通信することができ、またエンジニアは、ハードウェア抵抗を用いて、充電電圧、充電電流、放電中の出力電圧など複数のパラメータを構成することもできます。この柔軟性により、マイコンのステータスに関係なく、バックアップ機能が確実に動作します。最後に、図 3 に示すように、BQ25853-Q1 は BATDRV ピンを使用して、ハイスайд FET の短絡シナリオでシステムコンポーネントを保護します。IC が過電流または過電圧のシナリオを検出すると、BATDRV ピンが BATFET を開き、コンデンサにかかる電圧がシステムに到達しないようにします。この機能により、システムの他の部分の短絡による損傷から、プロセッサなどの重要なコンポーネントを保護することができます。

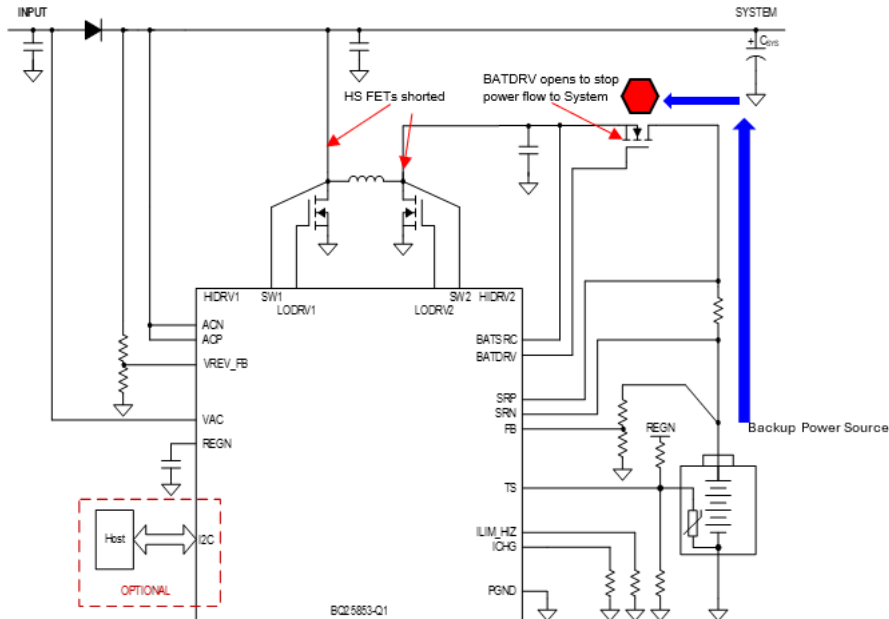


図 3. BQ25853-Q1 のシステム保護

まとめ

E ラッチや ADAS ドメインコントローラといった人命にかかわる電気システムを実装するには、バックアップ電力を保証し、最悪のシナリオに対処できる設計が必要になります。バックアップ電源時間を最大化し、マイコンが接続解除されても重要なシステム設定がリセットされないようにし、短絡が発生した場合に重要なシステムコンポーネントを保護するためには、コンデンサのエネルギーをすべて活用することが重要です。スタンドアロンで双方向の昇降圧チャージャは、PCB のコンポーネント点数を削減すると同時に、これらの設計上の課題に対処します。昇降圧トポロジにより、コンデンサの電圧が車載バッテリー電圧またはシステム電圧より高いか低いにかかわらず、コンデンサが確実に充放電されます。また、双方向性により、チャージャの IC と昇降圧コンバータの IC を 1 つのチップに組み合わせてコンポーネント点数を削減できます。次に、スタンドアロン設定により、マイコンが接続解除され、 I^2C 更新が通信できない場合に、システム設定を一定に維持できます。BQ25853-Q1 は、上記のすべての機能を搭載しているだけでなく、ハイスайд FET の短絡時にバックアップ電源の接続解除機能も追加しているので、スーパーキャパシタバックアップ電源の設計において効果的な選択肢になります。

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](https://www.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