参考資料

Application Brief

リフトゲート、スライド ドア、サンルーフおよび同様のアプリケーション用のモーション コントロール モジュール

自動車には、単一の電子制御ユニット (ECU) によって複数のモーターが管理される開閉アプリケーションがいくつかあります。例としては、パワー リフトゲート、パワー トランク リフト、フロント トランク (「フランク」)、パワー スライド ドア、サンルーフなどが挙げられます。これらのアプリケーションにはそれぞれ固有の機能と要件がありますが、共有される共通の特性が存在します。

テキサス・インスツルメンツによるこの設計は、これらのアプリケーションで複数のモーターを駆動するための、全機能を備えた、費用対効果が高く、柔軟で堅牢な設計を提供します。図 1 と 図 2 は、一般的なリフトゲートのブロック図の 2 つのバージョンを示しています。

最初のバージョンは CAN-FD ネットワークに接続し、4 個のブラシ付き DC モーターの双方向動作を独立して制御する機能のほか、ユーザー ボタンおよび挟み込み防止センサ用の入力、LED 照明および警告ブザー用の出力を実装しています。

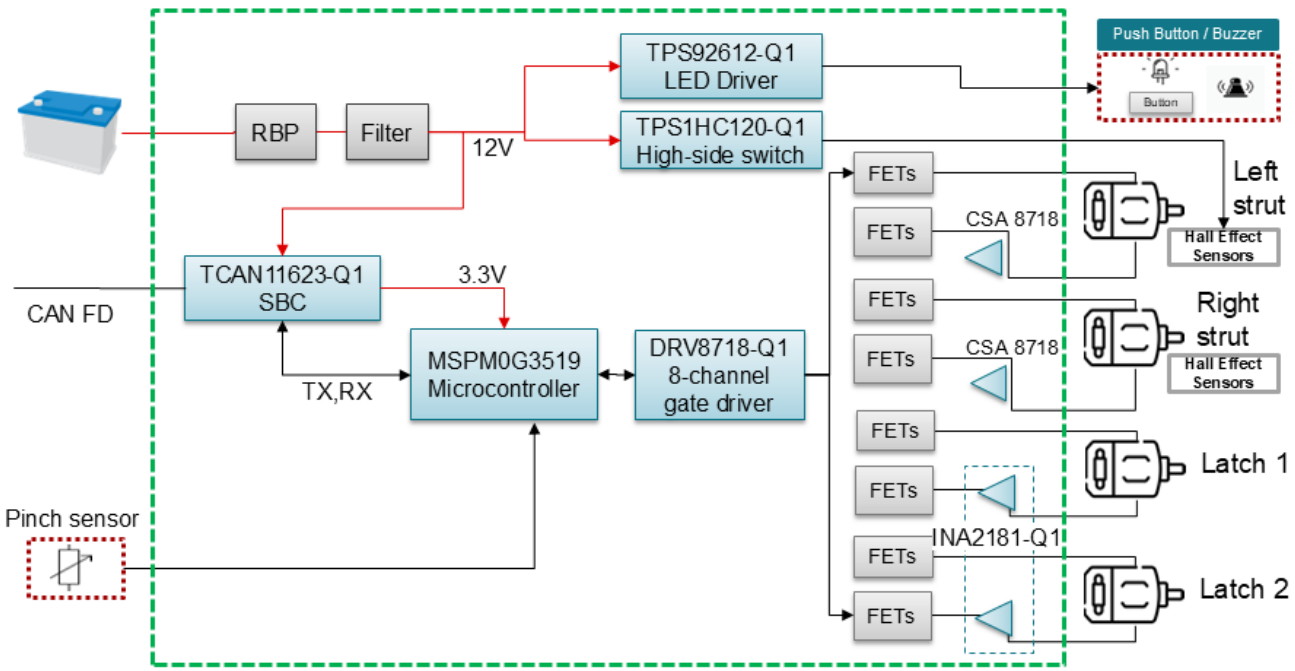


図 1. CAN-FD SBC を備えた一般的なリフトゲート設計のブロック図

2 番目のバージョンは同様の機能を備えていますが、CAN-FD を Ethernet 10 Base-T1S 接続に置き換えています。これにより、車両全体でイーサネット メッセージングを使用できるようになります。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

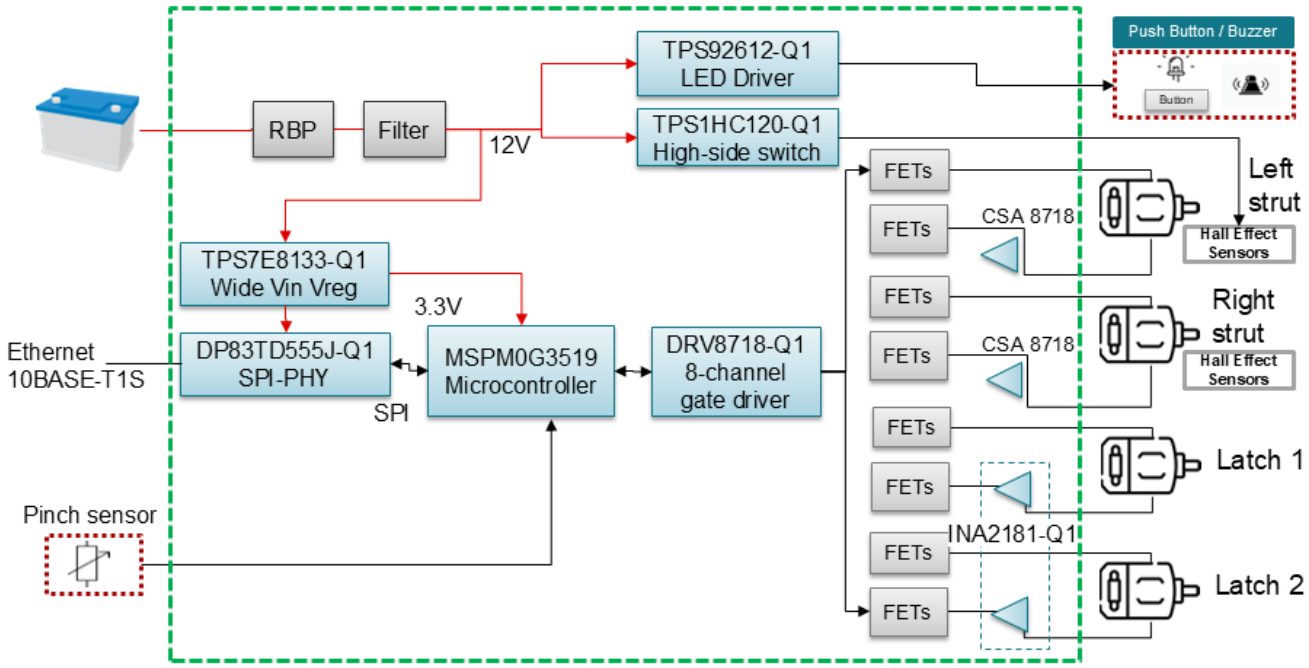


図 2. Ethernet 10 Base-T1S PHY を備えた一般的なリフトゲート設計のブロック図

この設計では、基板上に異なる部品を実装することにより、いずれのバージョン (CAN-FD または Ethernet 10 Base-T1S) も実現できます。

当初はリフトゲート向けに設計されましたが、同様のアプリケーションでもこれらの部品や共通機能の多くが共有されます。

特長と仕様

この設計には、リフトゲートおよび同様の多機能アプリケーションに共通するいくつかの特長が含まれています。

- 複数のブラシ付き DC モーターの協調動作
- 電流またはスイッチ フィードバックを使用したストローク端検出によるモーター制御
- モーション フィードバックを実現するホール エフェクト センサ
- 車載ネットワークへの CAN またはイーサネット接続
- 手動制御用のボタン入力
- ネットワーク メッセージまたはボタンの状態変化に応じたウェークアップを備えた低スリープ電流
- 高精度なアナログ挟み込み防止センサ入力
- ユーザー ボタンのバックライト用 LED 電流の制御
- 機構の動作をユーザーに知らせるブザー

表 1 には、設計性能の仕様の一部が記載されています。

表 1. 性能仕様

仕様	公称	制限事項
入力電圧範囲	8V ～ 16V	逆電圧保護、最大 40V のトランジェントに対応
モーター	独立した双方向動作を行う 4 個のブラシ付き DC モーター	同時動作方向に一部制限がある最大 7 個のブラシ付き DC モーター
モーター電流	20A	MOSFET とコネクタの選定により制限
スリープ電流	< 50uA	< 100uA
挟み込みセンサの精度	±1%	抵抗の誤差による制限
LED 電流	10mA	150mA
ホール エフェクト電源電流		合計 1.5A (熱的に制限)

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

複数のブラシ付き DC モーターの協調動作

リフトゲートは、リアハッチの昇降に 1 個または 2 個のストラット モーターを使用できます。機械部品に負担をかける不均一な動作を避けるため、これらのモーターの動作は同期させる必要があります。ラッチは閉じているときにハッチを固定します。これにもストラット モーターとラッチ モーターの間の協調が必要です。サンルーフやスライド ドアなど、複数モーターを使用する他のアプリケーションでも、協調モーター制御に関する同様の要件が存在する場合があります。

DRV8718-Q1 は 8 個のハーフ ブリッジを制御して最大 7 個の双方向ブラシ付き DC モーターを駆動します。外部 MOSFET を適切に選択すると、モーター電流を必要な大きさに設定できます。4 個のモーターを完全に独立して制御する場合、ハーフブリッジの各ペアを 1 個のモーターに割り当てられます。必要なモーター数が少ない場合、DRV8714-Q1 は 4 個のハーフブリッジ ゲートドライバを備えた同様の部品です。

表 2 は、12V システムを想定した各種アプリケーションの代表的なモーター電流レベルを示しています。

表 2. 代表的なモーター電流

リフトゲート ストラット	リフトゲート ラッチ	スライド ドア	サンルーフ
最大 20A	最大 10A	最大 30A	最大 20A

MSPM0G3519-Q1 マイコンはゲートドライバと位置フィードバックと連携して、さまざまなモーターの協調性を維持します。マイコンは車両ネットワークからのメッセージを解釈し、モーターを制御し、動作全体を監視して障害状態を診断します。

マイコンは、標準の 10 ピン JTAG コネクタを使用してプログラミングでき、多様なアプリケーションに合わせて設計をカスタマイズできます。

電流またはスイッチ フィードバックを使用したストローク端検出によるモーター制御

機械的な噛み込みを避けるため、機構がストローク端点に達したときに駆動を停止することが重要です。この設計には、限界に達するとすぐにこの状態を検出する機能があります。方法の一つは、トルクに比例するモーター電流を監視することです。DRV8718-Q1 に内蔵された電流センスアンプ (CSA) 部品は、2 個のモーターに対しインライン シャント抵抗を介してモーター電流のフィードバックを提供し、INA2181-Q1 が残りの 2 個のモーターに対して同様の処理を行います。

図 3 は、リフト動作中のモーター電流測定例を示しています。上昇動作中の電流は大きなリップルを伴い約 5A であり、機構が障害物 (カラー パターン) またはストローク端 (グレー パターン) に遭遇すると、10A 以上に増加します。

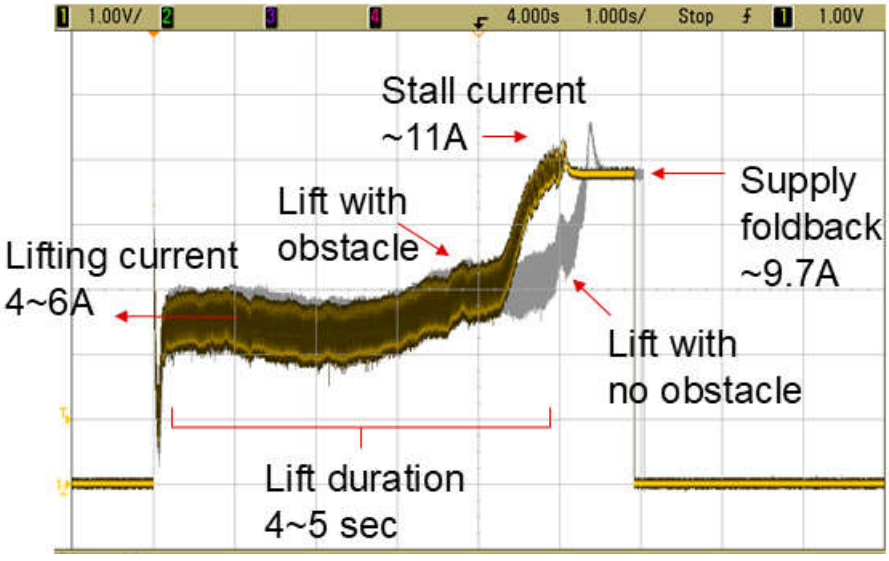


図 3. モーター電流プロファイル - 障害物ありのリフトと障害物なしのリフトの比較

失速トルク状態を検出するためにモーター電流を監視することに加え、この設計ではホール エフェクト センサからの位置フィードバックを使用して、ストローク端を示す可能性のある信号遷移速度の低下を検出することもできます。また、この設計には、機構が停止点に達したことを検出する別の方法として、リミット スイッチ用の入力も用意されています。

English Document: SBAA868
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ホール エフェクト センサ、またはセンサレスによる動作フィードバック

機械的位置の正確なフィードバックを得るため、この設計ではモーター シャフトに取り付けられたマグネットの回転を検出するホール エフェクト センサを使用しています。これらのアプリケーションに典型的な高いギア比により、正確な分解能と精度で位置を特定できます。これにより、ソフト クロージング機能やリフト ゲートの個別の最大高さ設定などが可能になります。

リップル カウントはモーター動作を検出するもう一つの方法であり、モーター電流の変動測定を利用して回転を検出します。4 個のモーターすべてのモーター電流は独立して検出され、MSPM0 の ADC 入力に供給されるため、設計者は電流をサンプリングし、独自のアルゴリズムをリップル カウントに適用して動作フィードバックを得られます。リップル カウントの詳細については、『リップル カウントを使用したセンサレス ブラシ付き DC モーターの速度および位置制御』アプリケーション ノートを参照してください。

車両ネットワークへの接続

リフトゲート モジュールおよび同様の開閉アプリケーションは、セキュリティシステムや制御コンソールなど、車内の他のコンポーネントと通信する必要があります。車両の他の部分との通信には、CAN シリアル バスを使うのが一般的です。この設計には TCAN11623-Q1 システム ベース チップ (SBC) が含まれており、CAN トランシーバと電圧レギュレータだけでなく、バス ライン上のパターンによるリモート ウェークアップやローカル ウェーク入力も備えており、モジュールがアクティブでないときに低消費電力状態に移行できます。

Ethernet 10BASE-T1S は、新しい設計で採用が増えている車両ネットワークです。高ビット レートのイーサネットが自動車分野でより活用されるようになる中、10BASE-T1S を使用することによりエッジ ノードまでイーサネット プロトコルを適用でき、データ パケットの再フォーマットの必要性を軽減できます。

この設計には、MAC 内蔵の DP83TD555-Q1 Ethernet SPI-PHY を使用して T1S ネットワークに接続するオプションが含まれています。この構成では、CAN SBC は未実装となり、広い入力電圧範囲を持つリニア レギュレータ TPS7E8133-Q1 がロジック回路に必要な 3.3V 電源を供給します。すべてのイーサネット パケットは、SPI-PHY によって SPI メッセージに変換されます。

手動制御用のボタン入力

通常、これらのアプリケーションは、車両ネットワークを介したリモート制御、またはボタンによるローカル制御のいずれでも操作できます。この設計には複数のボタン入力用回路が含まれており、各信号に対してレベル シフトとフィルタリングが行われます。ユーザー入力用のアプリケーションに加え、ボタン入力は開発中のテストや診断機能にも使用できます。

CAN またはボタン変更からのウェークアップを備えた低スリープ電流

長期間駐車する場合、ECU はバッテリからの電流を非常に低く抑える必要があります。TCAN11623-Q1 システム ベース チップ (SBC) は、超低消費電力スタンバイ モードをサポートしており、高速送信機と通常受信機がオフになり、低消費電力ウェークアップ受信機により ISO 11898-2:2016 で定義されたウェークアップ パターン (WUP) を介したリモート ウェークアップが可能になります。独立した WAKE 入力ピンにより、ユーザー ボタンの信号に応答してローカル ウェークアップできます。

イーサネット バージョンでは、DP83TD555-Q1 にも同様の低消費電力モードとリモート ウェークアップ機能があり、イーサネット データラインを介したリモート ウェークアップ イベントによって ECU をウェークアップできます。

マイコンの制御下にある TPS1HC120C-Q1 ハイサイド スイッチは、モジュールが低消費電力スリープ モードにあるとき、ホール エフェクト センサおよび一部のオンボード部品へのバッテリ電圧を切断します。

図 4 は、基板が低電流スリープ状態からアクティブ状態に移行し、再びスリープ状態に戻る際の 12V 電源から基板への電流のオシロスコープ測定値を示しています。大電流負荷 (モーター、ブザーなど) が何もアクティブになっていない場合、スリープ時の電流は 1mA 未満で、アクティブ状態の電流は約 28.5mA です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

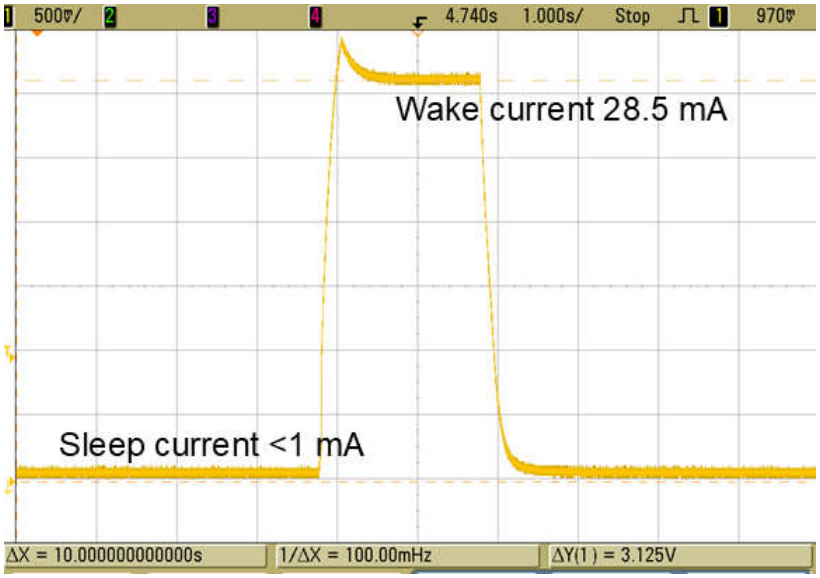


図 4. スリープ状態およびウェーク状態における電流プロファイルの遷移

高精度なアナログ挟み込み防止センサ入力

挟み込みイベントを検出するため、多くの開閉アプリケーションでは開閉面の縁に沿って加圧検知ストリップが取り付けられています。この設計では、MSPM0 マイコンに内蔵された A/D コンバータ (ADC) をバイアス回路とともに使用し、このような加圧検知センサの抵抗変化を検出します。

このアプローチにより、挟み込みイベント検出のスレッショルド設定に柔軟性がもたらされ、エンド オブ ライン キャリブレーションや、センサの摩耗・環境変化に対するスレッショルドの適応が可能になります。

図 5 は、挟み込み検出センサのいくつかの抵抗値に対する ADC 読み取り値を示しており、理想的な理論値に対して非常に高い精度を備えています。

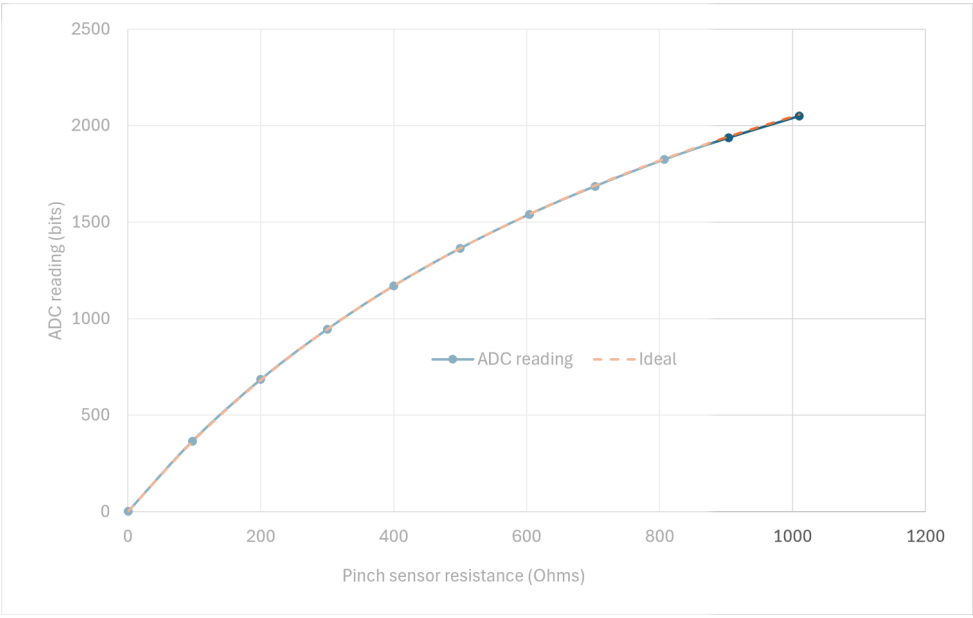


図 5. 挟み込みセンサの精度測定

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

ユーザー ボタンのバックライト用 LED 電流の制御

TPS92612-Q1 定電流 LED ドライバによって駆動されるユーザー ボタンの LED バックライトは、暗い環境で操作できるようにボタンを照らします。また、障害状態が発生した場合に点滅させて警告を発するためにも使用できます。障害物との接触や過熱など、さまざまな障害状態を示すために異なる点滅シーケンスを使用できます。

機構の動作をユーザーに知らせるブザー

機構が動作していることを周囲に知らせるため、オンボード ブザーがマイコンによって制御され、動作が始まる前に鳴ります。すべての開閉アプリケーションで必須というわけではありませんが、ブザーはオプションとして利用可能です。ボタンの照明と同様に、この可聴ブザーも障害状態を示したり、コード化されたブザー音のシーケンスで診断情報を発信したりするために使用できます。

まとめ

図 6 に示されているこの設計は、リフトゲート、スライド ドア、サンルーフおよび同様のアプリケーションを駆動するモジュールに見られる共通機能を実装しています。車両ネットワークへの CAN またはイーサネット接続のオプションが含まれています。設計者はこの設計を出発点として使用し、新製品の開発を加速できます。

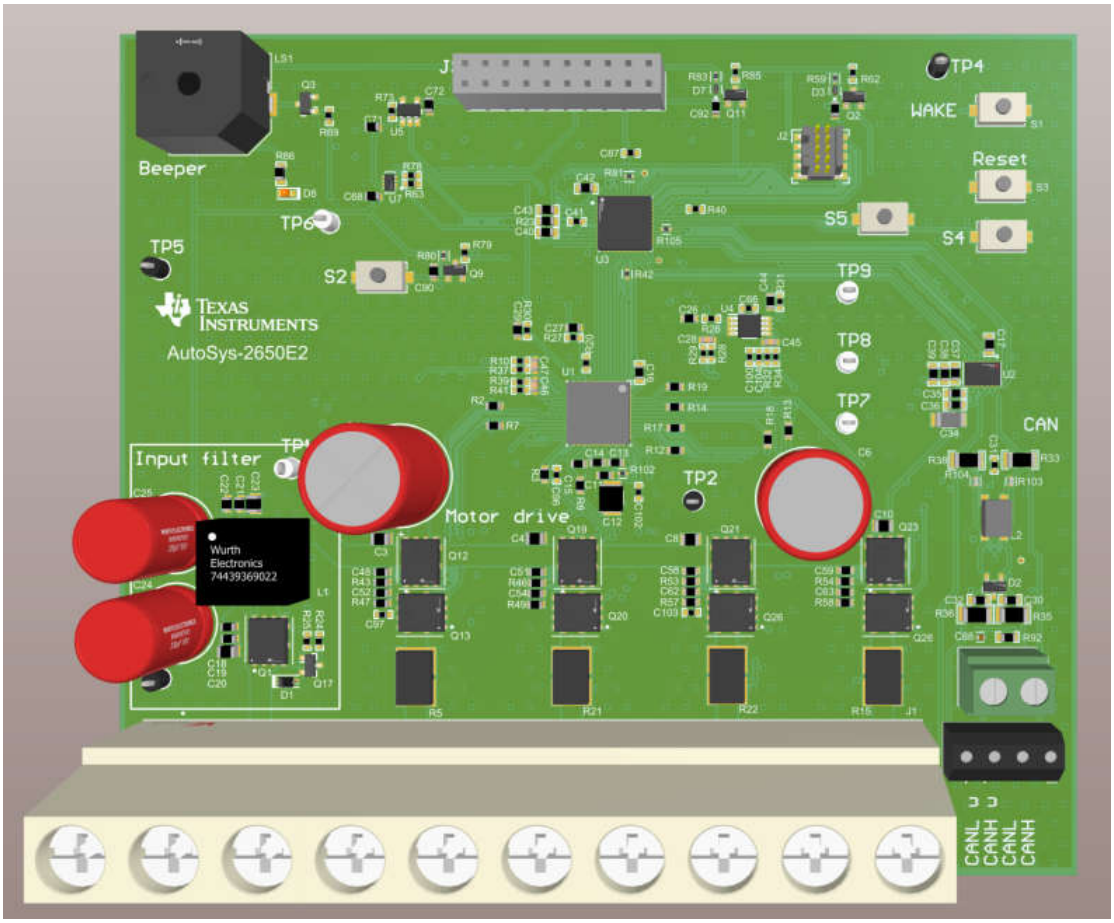


図 6. 基板レイアウト

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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