

Technical White Paper

E ラッチの設計の概要**概要**

自動車業界では、従来の高度に機械的なドア ラッチ システムから、一般に E ラッチと呼ばれる電子制御式の設計へと移行する傾向が見られます。本稿では、E ラッチのアーキテクチャ、機能、利点、および実装方法について紹介します。

目次

1 概要	2
2 E ラッチ システムのアーキテクチャ	3
3 一般的な設計	3
3.1 モーター ドライバ.....	4
3.2 ネットワーク接続.....	6
3.3 マイコン.....	6
3.4 バックアップ電力.....	7
3.5 位置センサ.....	11
4 将来の動向と革新	12
5 まとめ	12
6 参考資料	12

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

はじめに、一部の用語の定義を以下に示します。車のドアにおいて、ラッチはドアを閉じた状態に保持することで安全性を確保し、ロックはラッチが解除されるのを防ぐことで防犯性 (セキュリティ) を確保します。ラッチは、ドア フレーム上のストライカと噛み合うことでドアを閉じた状態に保つ機械式デバイスです。ロックは、多くの場合ラッチ メカニズムと一体化されており、キーまたは電子システムを使用してラッチが解除されるのを防ぐことで、ドアを固定します。

従来の車載ドアは、複雑な機械的リンケージを使用してボールをストライカに噛み合わせたり外したりすることで、ドアの開閉を可能にしています。電動ロックは何年も前から普及していますが、通常は、既存の機械的リンケージを駆動するために小型の電気モーターを追加しただけの構成でした。

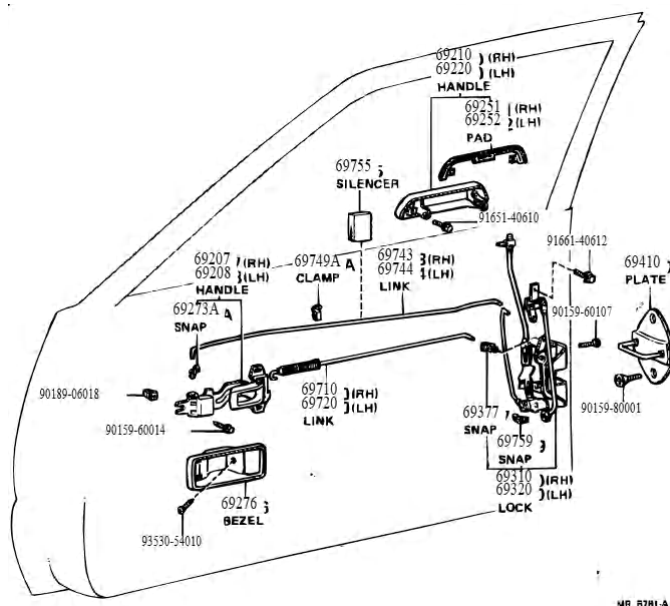


図 1-1. 機械的に複雑なドア ラッチおよびロックの一般的な例

これに対し、E ラッチ システムは、機械的リンケージを電子回路や電気配線に置き換える傾向があります。これらの「E ラッチ」は、従来の機械式システムの性能を超える、新しい機能や設計の可能性を提供します。車両における電子機器や先進機能の統合が進むにつれ、電子制御式ラッチへの移行が普及しつつあります。

ラッチやロックの電動化に伴い、これらの機能は、通常は車載バッテリーから供給される電力に依存するようになります。安全上の理由から、E ラッチ システムには多くの場合、バックアップ電源が搭載されています。

2 E ラッチ システムのアーキテクチャ

一般的な E ラッチ システムは複数のコンポーネントで構成されており、集中型システムまたは分散型のいずれかで配置できます。集中型システムでは、単一のモジュールがバックアップ電源と、オプションで冗長ドライバを提供します。これらは、車両全体のすべてのラッチおよびロックを動作させるために必要となります。この構成は、多くの場合、衝突保護モジュール (CPM) または衝突解錠保護モジュール (CUPM) と呼ばれます。分散型システムでは、各ドアのエネルギー ストレージとドライバがローカルで制御および駆動されます。

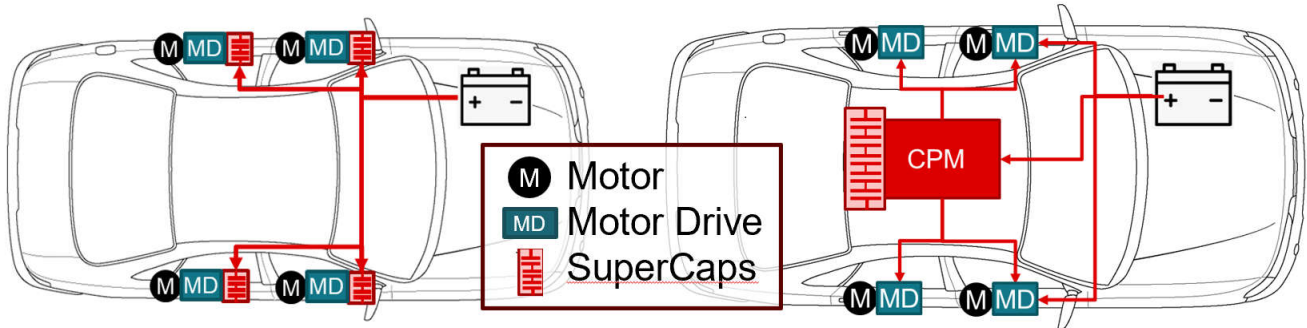


図 2-1. 分散型 (左) および集中型 (右) E ラッチ アーキテクチャ

ハイブリッド構成にすることも可能で、たとえば車両の両側にドア用の E ラッチ システムをそれぞれ配置する構成などがあります。

3 一般的な設計

一般的な E ラッチ システムのブロック図を図 3-1 に示します。この図は、対応する部品、技術文書、およびツールへのリンクとともに、オンラインの [E ラッチの設計リソース | TI.com](#) でもご覧いただけます。

設計の主要なコンポーネントについては、以下のセクションで説明します。

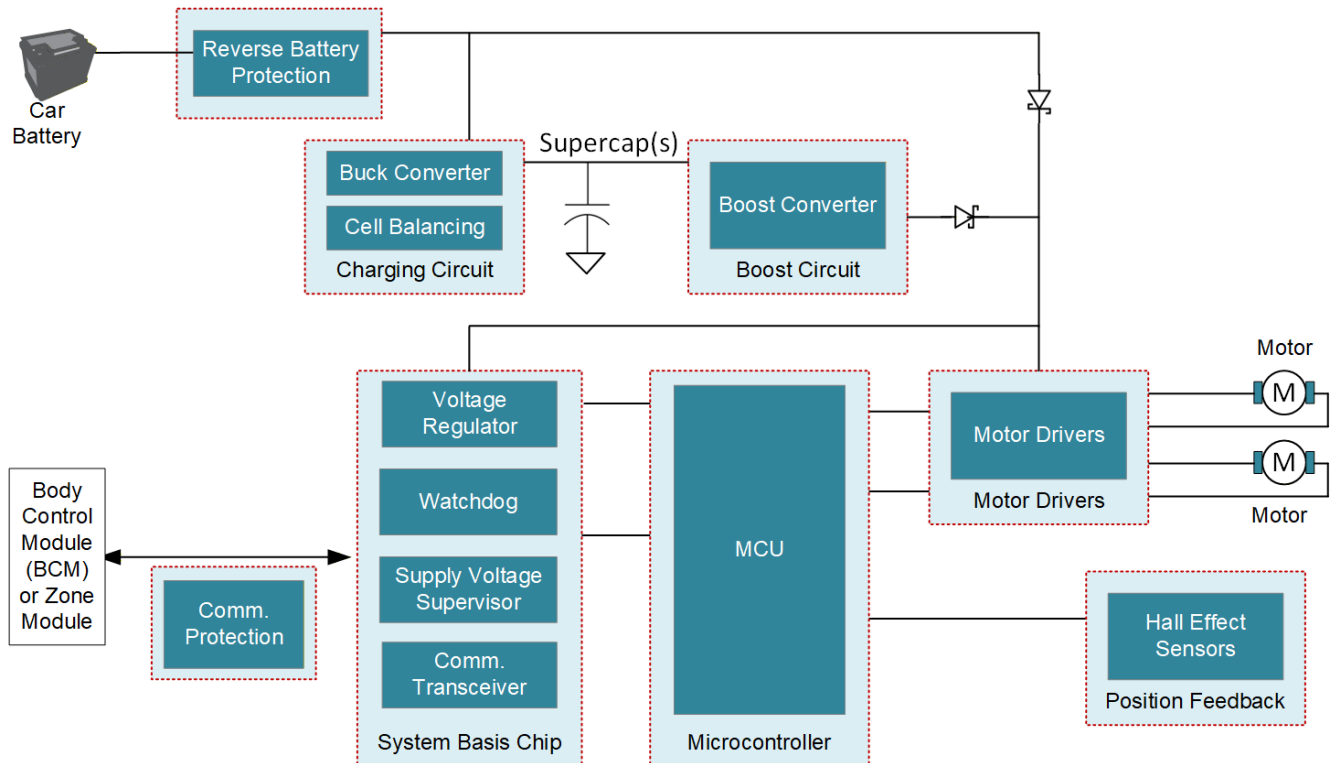


図 3-1. E ラッチのブロック図

3.1 モータードライバ

電気モーターには、それぞれ 1 台のモータードライバが必要です。各ドアには、単一のロック モーターのみが設置される場合もあれば、セーフ ロック、チャイルド ロック、ハンドル プレゼンタ、ソフト クローズ、ドア プレゼンタなどの機能を提供するために、複数のモーターが設置される場合もあります。各モーターは通常ブラシ付き DC タイプであり、ロックやロック解除などの双方向動作を実現するためにフル ブリッジ (2 つのハーフ ブリッジ) ドライバが必要です。場合によっては、ブラシレス DC (BLDC) モーターが使用され、この場合は 3 つのハーフ ブリッジを備えたドライバが必要になります。

モーター駆動回路にはさまざまな配置があります。3 つの例を 図 3-2 から 図 3-4 までに示します。分散型 E ラッチ システムでは、各モーターはトランジスタのフルブリッジによって駆動され、双方向動作が可能です。ローカル スーパーキャパシタは、ローカル回路のみに冗長化電源を供給します。

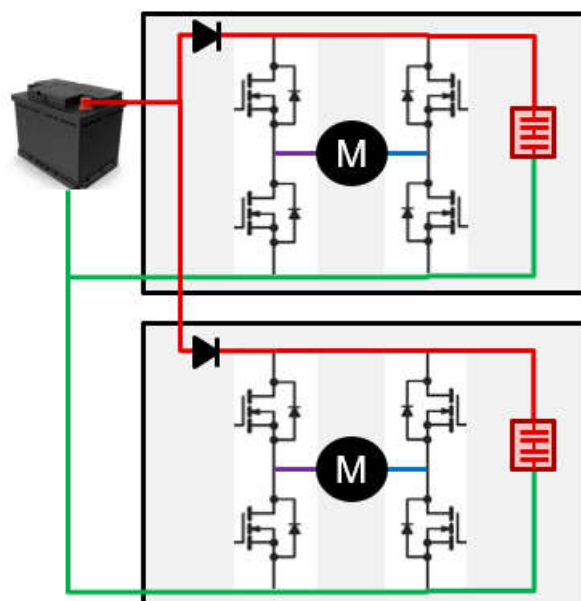


図 3-2. ローカル バックアップ電源とモータードライバを搭載した分散型 E ラッチ システム

集中型バックアップ電源を備えたシステムでは、各ドアのローカル モーター ドライバ フル ブリッジが双方向の動作を可能にします。このフル ブリッジには、通常動作時はメイン バッテリーが、バッテリーの接続解除時は集中型バックアップ スーパーキャパシタが電力を供給します。

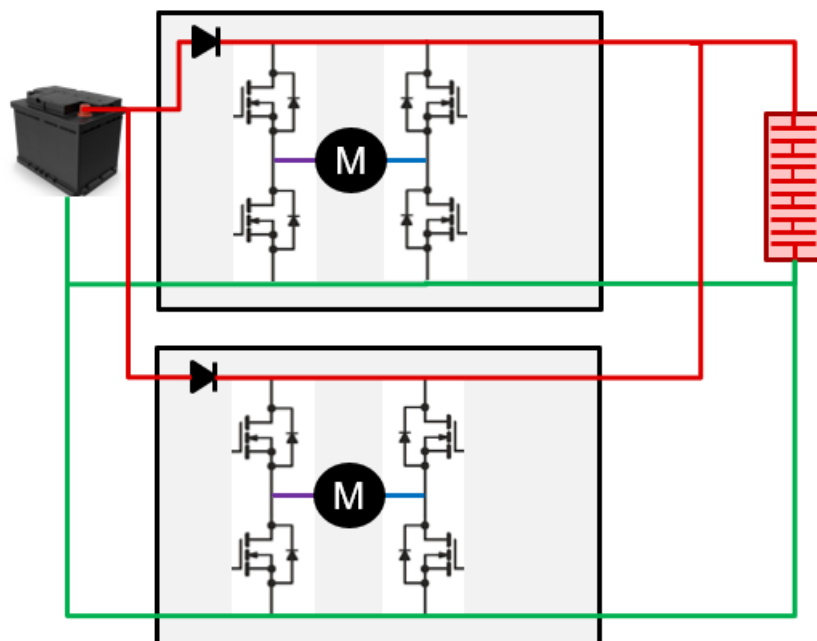


図 3-3. 集中型バックアップ電源とローカル モーター駆動

中央の CPUM に冗長ドライバを備えた設計では、バックアップ電源ではなく、解錠モーター駆動電圧が各モーターに接続されます。

トランジスタのボディダイオードを介した、一方の電源から他方の電源への逆駆動を防ぐために、これらの回路全体にダイオードが必要であることに注意してください。設計者は、これらの強化された回路がモータードライバの診断機能に与える影響も考慮する必要があります。

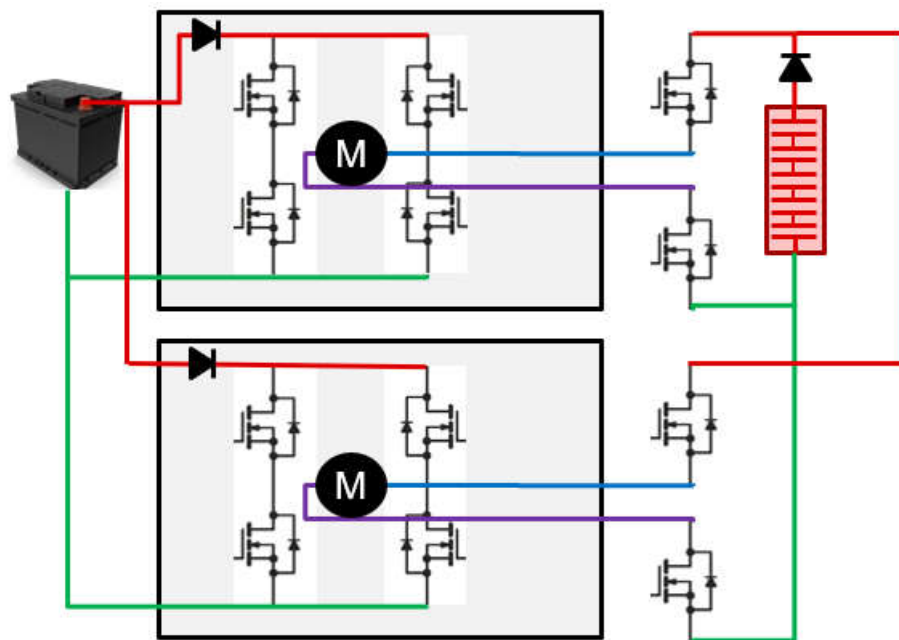


図 3-4. 集中型バックアップ電源と冗長モーター駆動

テキサス インストルメンツは、これらのアプリケーション向けに、車載モータードライバの幅広い製品ラインアップを提供しています。詳細については、[モータードライバ | TI.com](https://www.ti.com/motor-drivers) をご覧ください。

3.2 ネットワーク接続

E ラッチ回路は、通常は CAN または LIN 接続を介して、車両ネットワークに接続されます。E ラッチ回路は、実行するアクションに関するコマンドを受信し、ステータス情報や診断情報で応答します。多くの場合、単一のデバイスであるシステムベースチップ (SBC) に、ネットワークトランシーバ、12V からロジックへの電圧レギュレータ (降圧コンバータまたはリニア LDO のいずれか)、およびウォッチドッグ タイマや電圧モニタなどの一般的な機能が組み込まれています。

テキサス インストルメンツは、SBC の幅広い製品ラインアップを提供しています。詳細については、TI.com のシステム ベース チップをご覧ください。

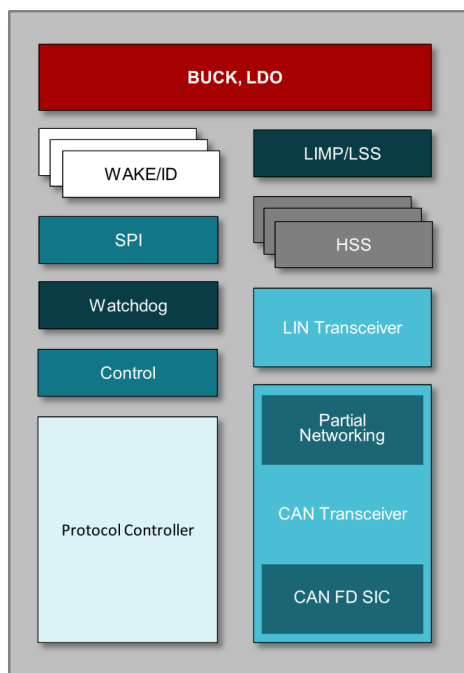


図 3-5. 汎用 SBC ブロック図

3.3 マイコン

マイコン (MCU) は、車載ネットワークからメッセージを受信し、スーパーキャパシタの充電やドアのロック解除など、実行する必要のある動作に関してロジック決定を下します。また、このマイコンは通常、このデザイン内にある他の IC を構成し、スーパーキャパシタの状態 (SOH) を監視して、モータードライバ回路に対して診断ルーチンを実行します。これを [図 3-6](#) に示します。ここでは、E ラッチ機能の代表的な信号を示しています。

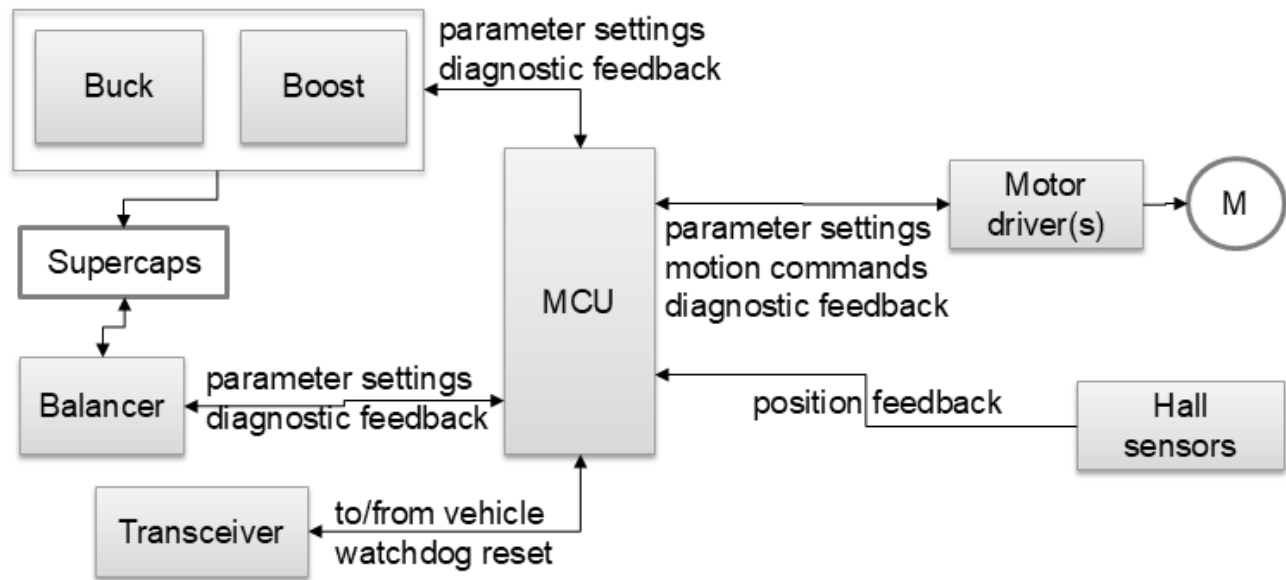


図 3-6. E ラッチ機能におけるマイコンの入出力信号

E ラッチ機能がドア制御ユニットなど、より大型のエレクトロニクス制御ユニットの一部である場合、マイコンは E ラッチに加えて他の多くの機能を制御できます。このような場合、マイコンの要件として、より高い水準の処理能力とペリフェラルの拡張が挙げられます。

TI の MSP マイコン ファミリーは、処理能力、メモリ、車載ネットワーク機能に関する標準的な要件に基づくもので、次世代の車載システムの設計の簡素化、システム コストの削減、製品開発期間の短縮を可能にします。[TI.com の車載ボディ / ライティング マイコン](#)で、ボディ アプリケーション用の幅広い車載対応マイコンのセレクションをご覧ください。

3.4 バックアップ電力

衝突によってメイン車両バッテリーへの接続が遮断された場合でも、車のドアを解錠する方法を確保しておく必要があります。実装方法の 1 つとして、ロックを解除するための機械式ハンドルを設置することが挙げられます。しかし、これにより機械的な複雑さが増し、システムに関連するリンケージ、重量、およびコストを削減するという要望に逆行することになります。また、ドライバーが意識を失った場合、救助隊員が車内の機械式ハンドルを操作できなくなる可能性があります。そこで、別のアプローチとして、ドアの解錠に必要な電力を供給するバックアップ電源を用意し、衝突時に自動的に解錠を起動する方法があります。

スーパーキャパシタは、急速充電が可能で高いエネルギーを蓄積できるため、このローカル電源として一般的に使用されます。スーパーキャパシタの定格電圧は通常 3V 前後であるため、これらを直列にスタックして、より高い電圧を蓄積することができます。分散型システムの場合、3 つ以下のスーパーキャパシタで一般的なスタックを構成し、直列電圧は約 3V ~ 9V になります。そのため、降圧 (バック) コンバータを使用して、12V のバッテリー電源からスーパーキャパシタを充電します。また、ロック モーターを駆動するために必要な電圧を供給する昇圧 (ブースト) コンバータも必要です。

集中型 CPM システムの場合、スタック内に複数のスーパーキャパシタを直列に配置することができ、満充電時のスタック電圧は 12V より高くなります。そのため、スーパーキャパシタを充電するために昇降圧コンバータが必要になる場合があります。放電側では昇圧コンバータが不要な場合があります。これは、スーパーキャパシタのスタック電圧が、電圧を昇圧しなくてもモーターを駆動するのに十分な場合があるためです。

3.4.1 エネルギー要件に関する検討

システムのエネルギー要件を検討する際には、対象となる負荷 (モーターや照明など) を確実に動作させるために必要なエネルギー、バックアップ電源の使用可能エネルギー量、温度、電圧ストレス、経年変化による影響を考慮してスーパーキャパシタをディレーティングする必要性など、いくつかの要因が関係します。

3.4.1.1 1つのモーターで必要になるエネルギー

バックアップ電源回路を設計するには、モーターや駆動対象となる他の負荷の電圧要件と電流要件を確認する必要があります。ロック メカニズムのモーターは比較的小さく、一般的には 12V 定格のブラシ付き DC モーターであり、最大電流は数 A です。動作時間は短く、通常は 1 秒よりも大幅に短時間です。各モーターを動作させるために必要な総エネルギーは、次の式で表されます。

$$E_{\text{total}} = \int v(t) \times i(t) dt \quad (1)$$

ここで、 $v(t)$ はモーターに供給される電圧、 $i(t)$ はモーター電流であり、積分はモーターが起動している全時間にわたって行われます。

一例として、図 3-7 に、12V 電源と 500mΩ のセンス抵抗を使用した場合のロック モーター起動時の電流プロファイルを示します。この場合のスケール ファクタは 2A/V です。このプロファイルは 2 つのセグメントに分けることができます。最初のセグメント (黄色) は、電圧がモーターに印加されたときの初期の高い電流を示しており、モーターの速度と逆起電力 (逆 EMF) が上昇するにつれて減少します。2 番目のセグメント (赤色) は、機構が機械的限界に達したときであり、初期バウンスの後にモーターがストールします。制御回路がロックの限界到達を認識して駆動を遮断したときの、モーターの停止については図に示されていません。この例では、モーターが回転しているのは約 25ms のみであり、その後、少なくとも 55ms ストールすることに注意してください。ストール電流は約 2.4A です。

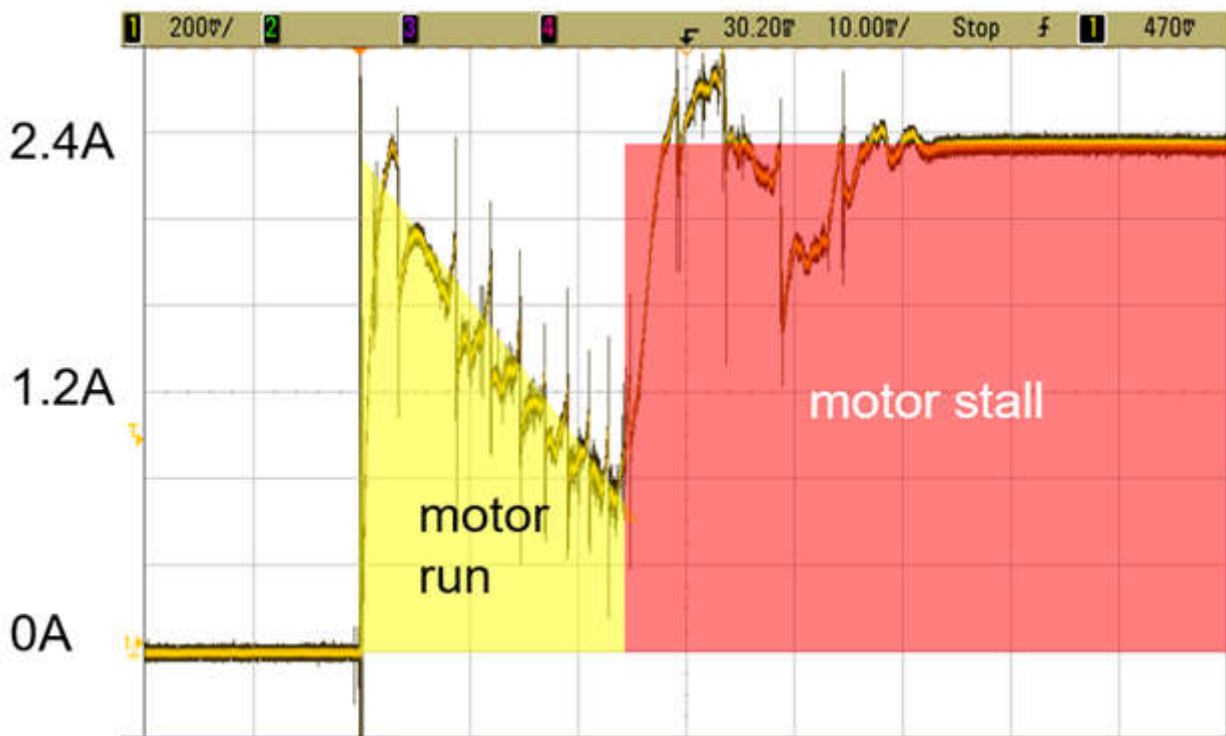


図 3-7. ロック モーター起動時の電流プロファイル

この例では、解錠動作中に消費されるエネルギーは、モーター回転時のエネルギーとモーター ストール時のエネルギーの合計として近似できます。モーター回転時のエネルギーは、次のとおりです。

$$E_{\text{rotation}} = 12V \times \frac{24A + 0.8A}{2} \times 25ms = 0.48J \quad (2)$$

モーター ストール時のエネルギーは、機械的限界に達した後にモーターがどれだけ素早く停止されるかによって決まります。この例では、モーターの回転が停止してから約 55ms 後の、オシロスコープの波形の終端でモーターがオフになると仮定します。これにより、ストール エネルギーは次のとおりです。

$$E_{\text{stall}} = 12V \times 24A \times 55ms = 1.58J \quad (3)$$

これらを合計すると、この例に必要な総エネルギーは約 2 ジュールになります。モーター ストール フェーズの継続時間が、必要な総エネルギーに大きく影響することに注意してください。したがって、移動限界の検出と、その後のモーター駆動の停止に要する時間は、設計に強く影響する可能性があります。

3.4.1.2 複数モーターの要件

多くの場合、特に集中型 CPM の場合、バックアップエネルギー源から電力を必要とする複数の負荷 (モーター、照明など) が存在します。各モーターに必要なエネルギーは、[セクション 3.4.1.1](#) によって計算できます。合計エネルギーは、衝突後に駆動されるすべてのモーターの合計です。また、最初のアクティブ化に失敗した場合は、モーターのアクティブ化の複数回試行が必要になる場合があります。

必要な合計エネルギーに加えて、もう 1 つの考慮事項は、必要な最大電流です。これは、電力変換回路を設計する際に重要なパラメータです。前述のように、各モーターの最大電流は、起動の最初のフェーズ中と、移動終了時にモーターがストールしたときに発生します。どちらの場合も、モーターの回転は実質的にゼロです。

複数のモーターを起動する場合、タイミングに関しては、同時起動または順次起動の 2 つの選択肢があります。同時起動により、すべてのモーターが同時に作動します。必要な最大電流はすべての最大モーター電流の合計です。この方法には、モーターを最も早く起動するという利点があり、実装がシンプルです。

順次起動では、モーターを順番に起動するため、最大電流を一度にモーター 1 台が必要とする電流のみに抑えることができます。これには、スーパーキャパシタからモーターに電力を供給する昇圧回路のピーク電流要件を低減するという利点があります。ただし、すべてのモーターを作動させる時間が長くなるため、起動シーケンスを制御するにはこの方法がより複雑です。

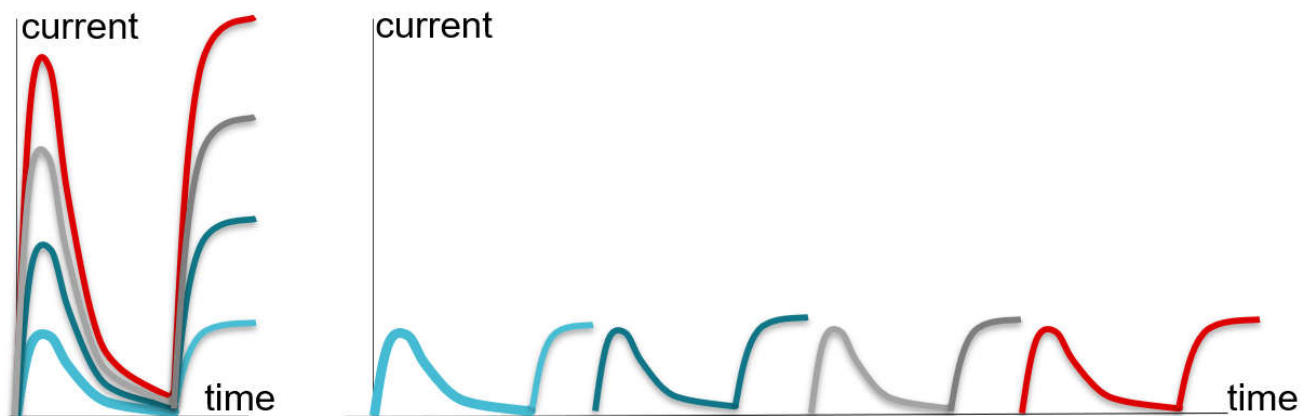


図 3-8. 同時 (左) および順次 (右) 電流プロファイル

3.4.1.3 使用可能な蓄積エネルギー

スーパーキャパシタに蓄積される総エネルギーは、次の式で表されます。

$$E = \frac{1}{2}C \times V^2 \quad (4)$$

ここで、**C** はスタックの総静電容量、**V** はスタックの両端電圧です。ただし、蓄積されたこのエネルギーのすべてが使用できるわけではありません。なぜなら、スタック電圧が低下すると、ある時点で放電回路や負荷ドライバが効果的に動作しなくなるためです。したがって、使用可能エネルギーは、次の式で表されます。

$$E = \frac{1}{2}(V_{full}^2 - V_{min}^2) \quad (5)$$

一例として、5 つの 25F スーパーキャパシタで構成されたスタックは、満充電時の電圧が 13.5V になり、スタック電圧が 9V に低下するまでロック モーターを確実に駆動できます。これにより、使用可能な蓄積エネルギーは、次のとおりになります。

$$E = \frac{1}{2}5F \times (13.5V^2 - 9V^2) = 253J \quad (6)$$

昇圧回路を追加し、スタック電圧が 3V に低下するまでモーターを駆動できるようにした場合、使用可能な蓄積エネルギーは、次のように増加します。

$$E = \frac{1}{2}5F \times (13.5V^2 - 3V^2) = 433J \quad (7)$$

したがって、昇圧回路を使用することにより、任意の容量値から得られる使用可能エネルギーを増加させることができます。

3.4.1.4 静電容量のディレーティング

負荷要件と放電回路に基づいてスーパーキャパシタのサイズを決定する場合、経年劣化、電圧ストレス、温度の影響を考慮する必要があります。スーパーキャパシタ サプライヤによる分析に基づき、実効容量を大幅に低減する必要があります。図 3-9 に、このような調査の結果を示します。

温度が上昇するにつれて、スーパーキャパシタの経年劣化が加速することに注意してください。スーパーキャパシタの充電電圧も、経年劣化に影響を及ぼします。充電電圧を定格の 2.7V 未満に下げると、静電容量が初期値に近い状態にとどまる時間が長くなります。

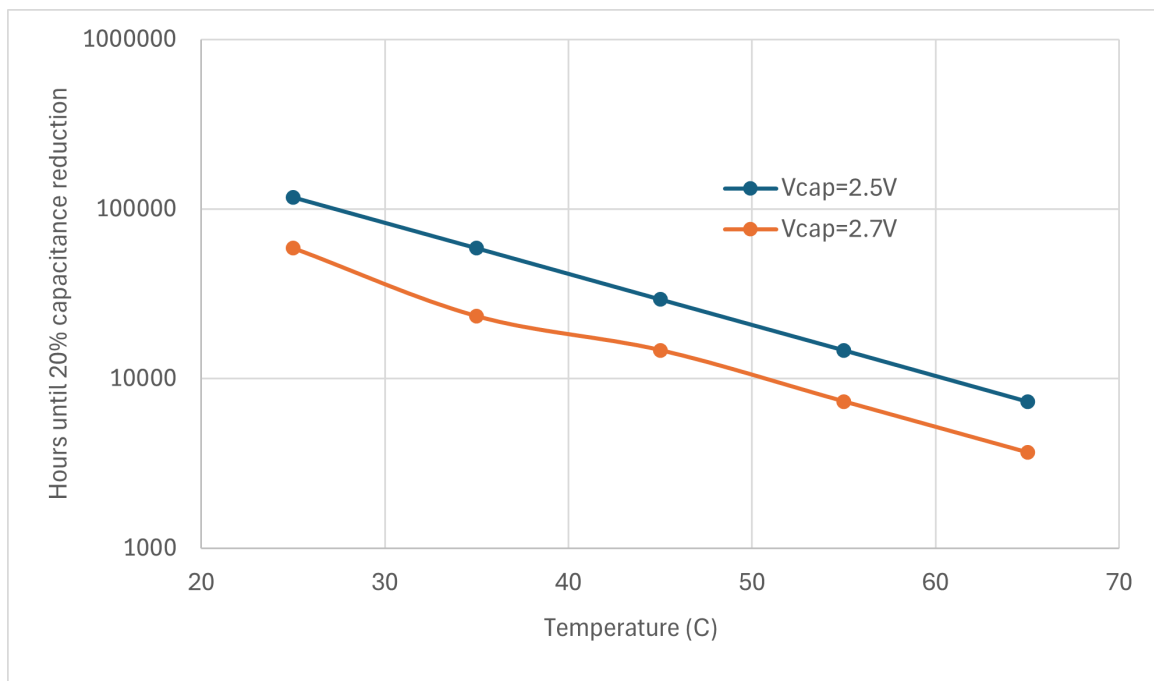


図 3-9. スーパーキャパシタ劣化の温度および電圧依存性

車載 E ラッチ アプリケーションでは、設計者は、等価直列抵抗や自己放電率などの他のパラメータに加えて、実効静電容量の低下も考慮し、大きめの静電容量を選定することを検討する必要があります。

3.4.2 充電回路

ローカル ストレージ スーパーキャパシタを充電するための回路は、直列スーパーキャパシタの数や静電容量、充電にかかる時間などのパラメータによって決まります。満充電時のスーパーキャパシタ スタックの最大電圧が電源電圧よりも低い場合 (たとえば、12V バッテリに 3 つの 2.7V スーパーキャパシタを接続したスタックなど)、降圧 (バック) レギュレータが必要になります。満充電時のスタック電圧が電源電圧よりも高くなる可能性がある場合 (たとえば、12V バッテリに 5 つの 2.7V スーパーキャパシタを接続したスタックなど)、スタックを満充電にするために昇降圧 (バックブースト) レギュレータが必要になります。

スーパーキャパシタの充電に必要な電流は、静電容量、最終電圧、および許容充電時間によって決まり、次の式で表されます。

$$I_{\text{charge}} = C_{\text{stack}} \times \frac{V_{\text{charge}}}{t_{\text{charge}}} \quad (8)$$

一例として、2 つの 30F スーパーキャパシタで構成されたスタックを 15 秒間で 5V まで充電する必要がある場合、充電電流は次のようになります。

$$I_{\text{charge}} = C_{\text{stack}} \times \frac{V_{\text{charge}}}{t_{\text{charge}}} = 15\text{F} \times \frac{5\text{V}}{15\text{s}} = 5\text{A} \quad (9)$$

これは、充電中のスーパーキャパシタ電圧の全域にわたって電流が一定であることを前提としており、これには定電流降圧または降圧 / 昇圧デバイスが必要になります。

充電回路の設計パラメータが決定すれば、テキサス インストルメンツは、さまざまな降圧および昇降圧チップに加えて、[WEBENCH-CIRCUIT-DESIGNER](#) や [POWERSTAGE-DESIGNER](#) などのツールを提供しています。

3.4.3 放電回路

スーパーキャパシタ スタックがモーターを駆動するのに十分な電圧を供給する場合、ダイオードまたはスイッチ回路を使用して、バックアップ電源をモーター ドライバ回路に直接接続することができます。たとえば、5 つの直列スーパーキャパシタを約 13.5V まで充電することができ、これは 12V のバッテリー システム向けに設計されたモーターに電力を供給するのに十分です。ただし、前述のように、スーパーキャパシタから使用可能なエネルギーは、モーターを確実に駆動するために必要な最小電圧によって制限されます。

蓄積されたエネルギーをより効果的に使用するため、またスーパーキャパシタの充電電圧がモーターの最小電圧未満である場合には、放電回路に昇圧 (ブースト) 構成を使用することができます。昇圧回路の部品選定は、スーパーキャパシタの最小電圧と最大電圧、およびモーターの駆動に必要な最大電流によって決まります。

放電回路の設計パラメータが決定すれば、テキサス インストルメンツは、さまざまな降圧および昇降圧チップに加えて、[WEBENCH-CIRCUIT-DESIGNER](#) や [POWERSTAGE-DESIGNER](#) などのツールを提供しています。

3.4.4 双方向充放電回路

充電用の個別の降圧回路と放電用の昇圧回路に加えて、テキサス インストルメンツは、充電機能と放電機能の両方を 1 つのチップに搭載したデバイスも提供しています。[TPS61383-Q1](#)、[LM51772-Q1](#)、[BQ25853-Q1](#) などのチップには、降圧用と昇圧用にそれぞれ 1 つずつインダクタを用意するのではなく、単一のインダクタで済むという利点があります。さらに、必要に応じて充電から放電へ自動的に切り替える機能なども備えています。

3.4.5 セル バランシング回路

複数のスーパーキャパシタを直列にスタックする E ラッチ設計では、総スタック電圧を各スーパーキャパシタに均等に分配するために、セル バランシング回路の使用が推奨されます。直列に接続されたスーパーキャパシタでは、静電容量、漏れ電流、または内部抵抗のわずかなばらつきであっても、電圧分布が不均一になる原因となるため、セル バランシングが不可欠です。バランシングを行わないと、充電中に一部のスーパーキャパシタに定格電圧を超える電圧が印加される可能性があり、経年変化の加速、容量低下、あるいは致命的な故障を招くおそれがあります。バランシングによって各スーパーキャパシタが安全な電圧制限内で動作するように維持されるため、信頼性が向上し、サービス ライフが延長され、一貫した性能が維持されます。この予防策は、故障やメンテナンスのコストがきわめて大きい車載アプリケーションにおいて特に重要です。

最大 7 つの直列スーパーキャパシタを使用する設計向けに、[BQ76907-Q1](#) は、直列スタック内の個々のキャパシタの監視、保護、およびバランシングを行う、高集積かつ高精度な設計を提供します。安全規格対応のデバイスが必要な場合、[BQ78709-Q1](#) は ASIL-B 定格を備えた同様のデバイスです。

3.5 位置センサ

コマンド実行時に意図した動作が発生したことを確認するため、またはドライバーに異常を通知するために、ラッチおよびロック システム全体にセンサが必要です。モーターの回転や機構の位置を検出するため、一般的にホール効果センサは磁石と組み合わせて使用されます。これらのセンサは、機構が意図したとおりに動作しているか確認するだけでなく、機構が限界に達したことを示すこともできます。これにより、モーター駆動回路を停止させ、他のモーターのために電力を節約することができます。

テキサス インスツルメンツは、これらのアプリケーションに最適なホール効果センサを幅広く提供しています。詳細は、[ホール効果のラッチとスイッチ | TI.com](#) をご覧ください。

4 将来の動向と革新

E ラッチ技術は、今後も継続的なイノベーションが見込まれます。将来の開発には、48V 電気規格への適応、ADAS システムとの緊密な統合、安全性や機能向上のための自動運転技術との連携などが含まれる可能性があります。また、リモートアクセス アプリケーションや高度なセキュリティ機能と連携する、スマート ラッチ システムの進歩も期待されます。

5 まとめ

E ラッチは、車載ドアテクノロジーの分野での顕著な進歩であり、安全性、利便性、セキュリティ、および設計のフレキシビリティという利点があります。TI は、E ラッチと CPM の設計向けに設計された幅広い IC 製品ラインアップを提供しています。

6 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/solution/e-latch>、E ラッチ設計リソース ページ。
2. テキサス インスツルメンツ、[WEBENCH-CIRCUIT-DESIGNER 設計ツール | TI.com](#)、Webench 回路設計ツール。
3. テキサス インスツルメンツ、<https://www.ti.com/tool/POWERSTAGE-DESIGNER>、パワー ステージ デザイナー。
4. テキサス インスツルメンツ、『車載ドア クラッシュ パワーモジュール (CPM) 用設計ガイド』、アプリケーション ノート。
5. テキサス インスツルメンツ、『昇降圧コンバータを使用した 5S スーパーキャパシタ搭載 E ラッチ設計』、アプリケーション ノート。
6. テキサス インスツルメンツ、『車載アプリケーションにおける 12V 補助バッテリーおよびスーパーキャパシタ バッテリーの電力需要への対応』、アプリケーション ブリーフ。
7. テキサス インスツルメンツ、『ダイニング Gasp アプリケーション向けスーパーキャパシタ バックアップ電源』、アプリケーション ノート。
8. テキサス インスツルメンツ、『LM51772 によるバッテリーまたはキャパシタ バックアップ動作』、アプリケーション ノート。
9. テキサス インスツルメンツ、『BQ25756 を使用した LiFePO₄ のバッテリーとスーパーキャパシタの充電』アプリケーション ノート。
10. テキサス インスツルメンツ、『スーパーキャパシタをすばやく安全に充電する方法』アプリケーション ノート。
11. テキサス インスツルメンツ、『車載アプリケーション用の堅牢なバックアップ電源システムの設計』、アプリケーション ブリーフ。
12. テキサス インスツルメンツ、『BQ7690x バッテリー モニタを用いたセル バランシング』、アプリケーション ノート。
13. 中国国家規格、『[The protection of the occupants in the event of a lateral collision](#)、[汽车侧面碰撞的乘员保护](#)』。
14. 中国国家規格、『[The requirements of safety in the event of rear-end collision for passenger car](#)』。
15. AVX Corporation、[Reliability of SuperCapacitors: Paper 1 Unique Performance at 85°C & Self-Balancing](#)、ホワイトペーパー。
16. AVX Corporation、[Reliability of SuperCapacitors: Paper 2 Long-Term Reliability Test Data](#)、ホワイトペーパー。
17. Würth Elektronik、[Supercapacitor - A Guide for the Design-In Process](#)、アプリケーション ノート。
18. "Study of Supercapacitor Aging and Lifetime Estimation According to Voltage, Temperature, and RMS Current" P. Kreczanik, P. Venet, A. Hijazi and G. Clerc, in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 61, no. 9, pp. 4895-4902, 2014 年 9 月

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