

## Application Note

**ATE** ボードにおける高電圧アナログ スイッチによるリレー置き換え  
設計ガイド

## 概要

アナログ スイッチは自動試験装置 (ATE) ボードでリレーに比べて多くの利点を提供しますが、自動テストで利用可能な電源リソースが限られているため、十分に活用されていません。このドキュメントでは、ATE ボード上のスイッチへの電源供給方法について説明するとともに、レイアウトおよび回路図の例を示し、ATE ボードの要件に適したスイッチを選定するための重要な考慮事項についても解説します。

## 目次

1 はじめに.....	2
2 アナログ スイッチへの電力供給方法.....	3
2.1 ATE 機器.....	3
2.2 テスタのパワー レール.....	3
2.3 電源設計および考慮事項.....	4
3 スイッチの制御.....	9
3.1 CBIT.....	9
3.2 デジタル機器.....	9
4 適切なスイッチの選択.....	10
5 まとめ.....	11
6 参考資料.....	11

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 はじめに

ATE ボードではリレーが一般的に使用されていますが、大型であること、高消費電力、立ち上がり時間が遅いこと、長期信頼性が低いことなど、多くの欠点があります。アナログ スイッチは、これらのリレーの欠点を解消するために使用できますが、ATE ボードで利用可能な電源オプションが限られていることから、制約があると認識される場合があります。リレーは 5V の電源のみで高電圧信号を通過させることができますが、アナログ スイッチは通常、スイッチを通過する信号と同程度の電圧範囲の電源を必要とするため、ATE ボードにおける高電圧用途での使用が制限されます。リレーとスイッチの主な違いを説明した後、このアプリケーション ノートでは、このような制約下においてアナログ スイッチに電力を供給するための選択肢について、システム全体の設計を小型化しつつ詳しく説明します。

機械式リレー、フォトリレー、アナログ スイッチはいずれも類似した機能を果たしますが、その方式はそれぞれ異なります。機械式リレーは通常、誘導コイルと物理的なスイッチで構成されています。コイルに電流が流れて励磁されると磁性を帯び、2 つの金属片を引き寄せます。フォトリレーは同様の動作をしますが、コイルの代わりに LED を用いて MOSFET のゲートをオン / オフ駆動します。アナログ スイッチは、複数のドライバと MOSFET を同一チップ上に集積し、一定の電圧源でゲートを駆動します。その結果、アナログ スイッチはフォトリレーや機械式リレーに比べて PCB 面積を削減できます。<sup>1</sup>

アナログ スイッチとリレーを比較する場合の主な利点は次のとおりです：

- 高いチャネル密度
- 低消費電力
- 低電流で動作するため、テストで利用可能な任意の電源で制御できます
- SPI 制御が可能で、IO エクスパンダを取り外すことが可能です
- 高い長期的信頼性
- 優れたコスト効率

リレーの代わりにスイッチを使用するタイミングと理由の詳細については、「[リレーをマルチプレクサに交換するタイミング](#)」を参照してください。

## 2 アナログスイッチへの電力供給方法

ATE ボード上のアナログスイッチに電力を供給するには、必要な電圧を満たすテスト内の任意の電源を使用できます。ATE ボードで利用可能な最も一般的なオプションを以下に示します。

- テスタ上の機器 (アナログ ソースおよび電源など)
- テスタのパワー レール

### 2.1 ATE 機器

テスタ機器をアナログスイッチの電源として使用する際は、その電源の電流範囲を考慮してください。電流範囲が低すぎる場合、スイッチで発生した過電圧事象を適切にクランプできません。信号ライン (ソースまたはドレイン) の電圧が過剰な場合、スイッチ電源ピンに接続されている内部 ESD ダイオードが順方向にバイアスされます (図 2-1 を参照)。電源側で電流がクランプされると、信号ラインからの駆動電圧によって電源ピンの電圧が上昇し、スイッチの絶対最大定格電圧を超える可能性があります。損傷を防ぐため、スイッチの電源レール間に TVS ダイオードを配置することで、レール間電圧をクランプし、余剰電流を放電させることができます。なお、1 つの TVS ダイオードで複数のスイッチに対応できます。損傷を防ぐため、TI は信号ラインの電流範囲を適切に管理することを推奨しています。

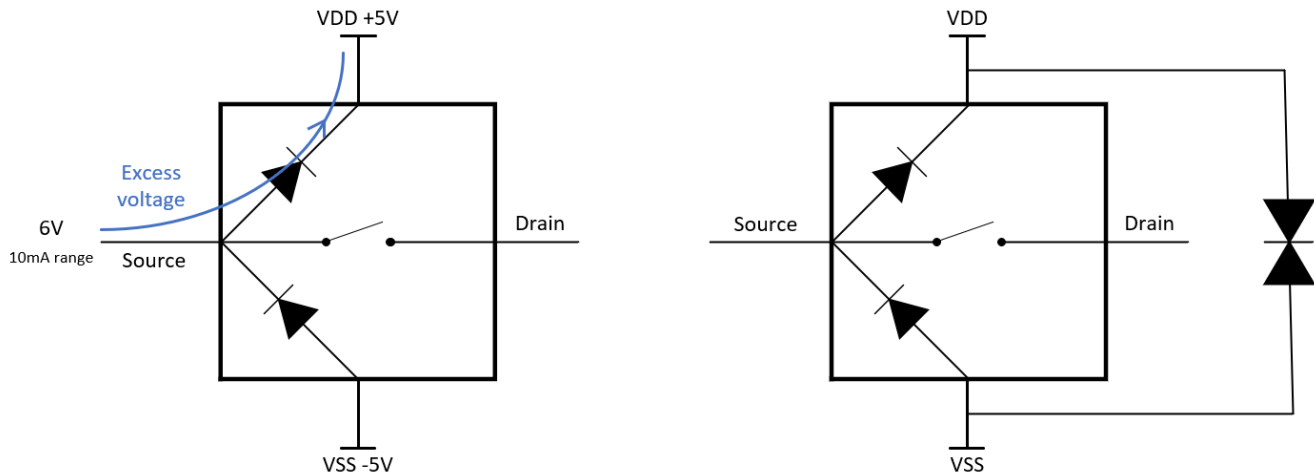


図 2-1. VDD への過電圧の防止

### 2.2 テスタのパワー レール

テスト内の DC 電源は、スイッチング対象の信号よりも高い電圧であっても、スイッチの電源として使用できます。5V および 12V の DC 電源は ATE ボードで一般的に使用されており、主にリレーのダイオードやコイルの駆動に用いられます。また、15V や 24V などの追加電源が用意されている場合も多く、アナログスイッチに対してより広い電圧範囲を効果的に供給できます。これらの電源を使用する際は、これらがしばしば複数アンペアの電流を供給可能であるため、故障時の対処を考慮する必要があります。スイッチの故障や電氣的な短絡が発生した場合、発生した熱によってさらなる損傷を引き起こす可能性があります。これは、適切な定格のヒューズを用いることで管理でき、ボード上で多数のスイッチを使用している場合には、テストサイトやゾーンごとに分割して配置することが可能です (図 2-2 を参照)。これにより、PCB や部品を過電流による損傷から保護できるほか、短絡箇所を特定のゾーンに限定できるため、デバッグ作業の効率化にも役立ちます。なお、ヒューズによって特定のゾーンの電源が分離されると、そのゾーン内のスイッチを通過する信号により内部の ESD ダイオードが順方向バイアスされ、バックパワー状態が発生する可能性があります。各ゾーン内の電源レール間に TVS ダイオードを配置し、あわせて信号ラインの電流管理を行うことで、スイッチの損傷を防止する必要があります。

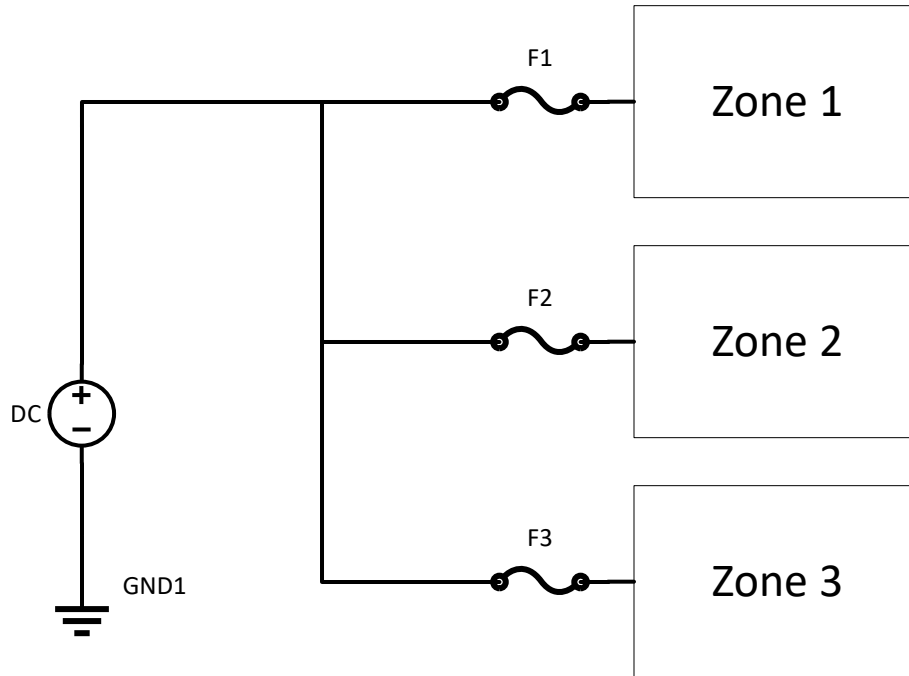


図 2-2. ヒューズ フィードのブロック図

## 2.3 電源設計および考慮事項

ほとんどのアナログスイッチは、通過しようとする信号を超える電源を必要とします。したがって、高電圧信号の場合は、高電圧電源も必要です。多くの自動テスタには高電圧電源が搭載されていませんが、簡便に設計できるよう、TI は以下に電源設計のリファレンス デザインを提供しています。このセクションには、 $\pm 35\text{V}$ 、 $\pm 50\text{V}$ 、および  $100\text{V}$  の電源に対応した回路図およびレイアウト設計が含まれています。

TI が提供する電源リファレンス デザインを使用する際は、以下の点を考慮します：

- 電源部品とアナログ部品を分離します
- 降圧または昇圧コンバータのフィードバックピンと補償ピンは敏感です
  - これらのピンへのパターンは短くします
  - これらのピンは、電源部品や配線から離して配置します

## Relay Solution

## Switch Solution

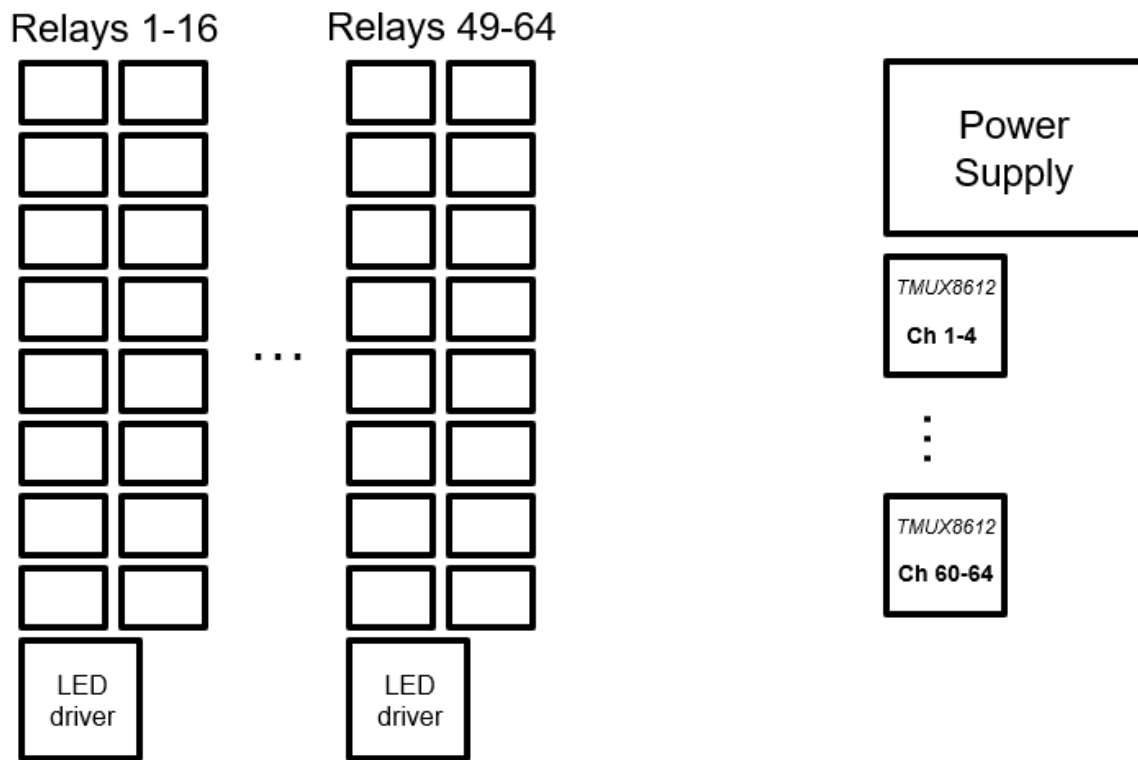


図 2-3. リレーと TMUX8612 64 チャンネル ソリューションのブロック図

高電圧アナログスイッチの電源供給には追加の回路が必要となりますが、図 2-3 に示すように、この 64 チャンネル設計は、多くのリレー方式の代替設計よりも小型です。

表 2-1. TMUX8612 とリレー 64 チャンネル合計設計サイズの比較

	±35V	±50V	100V
TMUX8612	1065mm <sup>2</sup>	1318mm <sup>2</sup>	995mm <sup>2</sup>
フォトリレー	1508mm <sup>2</sup>	1508mm <sup>2</sup>	1508mm <sup>2</sup>
アナログスイッチのサイズ削減	443mm <sup>2</sup>	190mm <sup>2</sup>	513mm <sup>2</sup>

### 2.3.1 ±35V の回路図およびレイアウト例

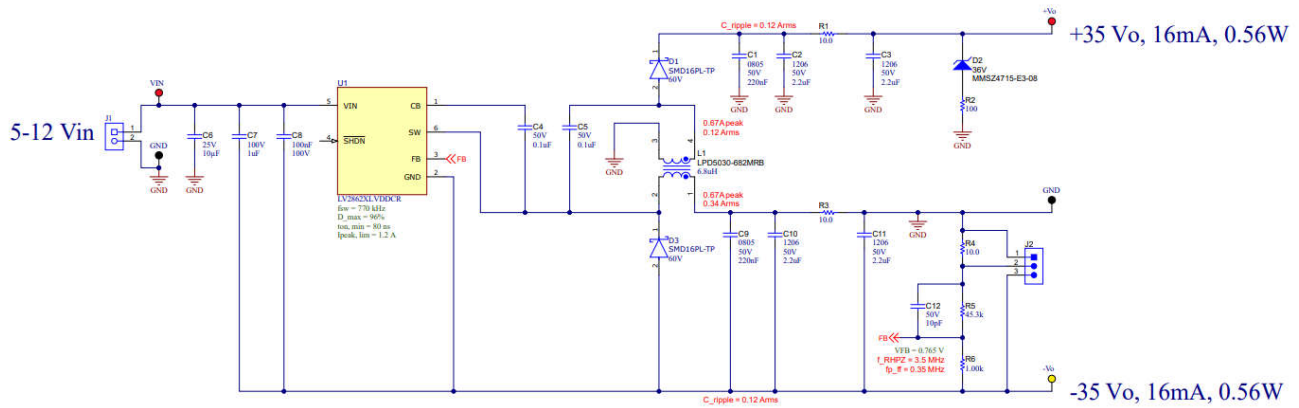


図 2-4. 35V 電源回路図

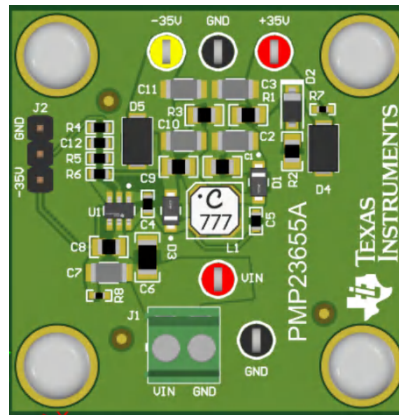


図 2-5. 35V 電源のレイアウト

### 2.3.2 ±50V の回路図およびレイアウト例

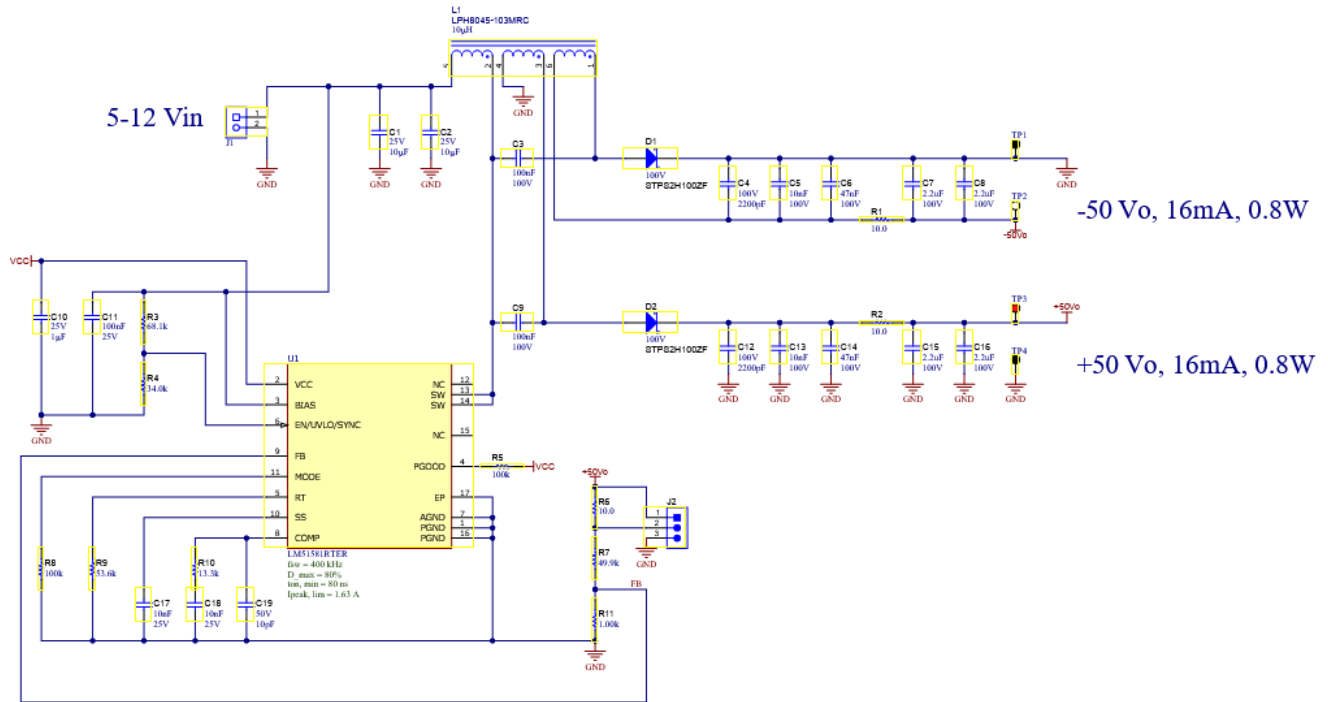


図 2-6. 50V 電源回路図

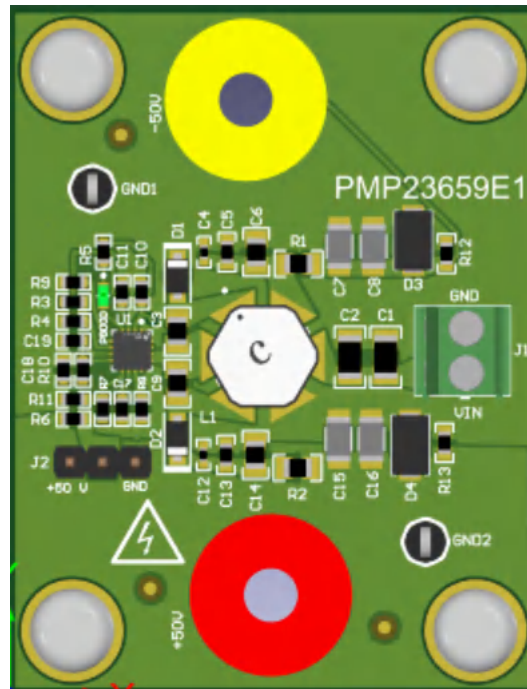


図 2-7. 50V 電源のレイアウト

### 2.3.3 100V の回路図およびレイアウト例

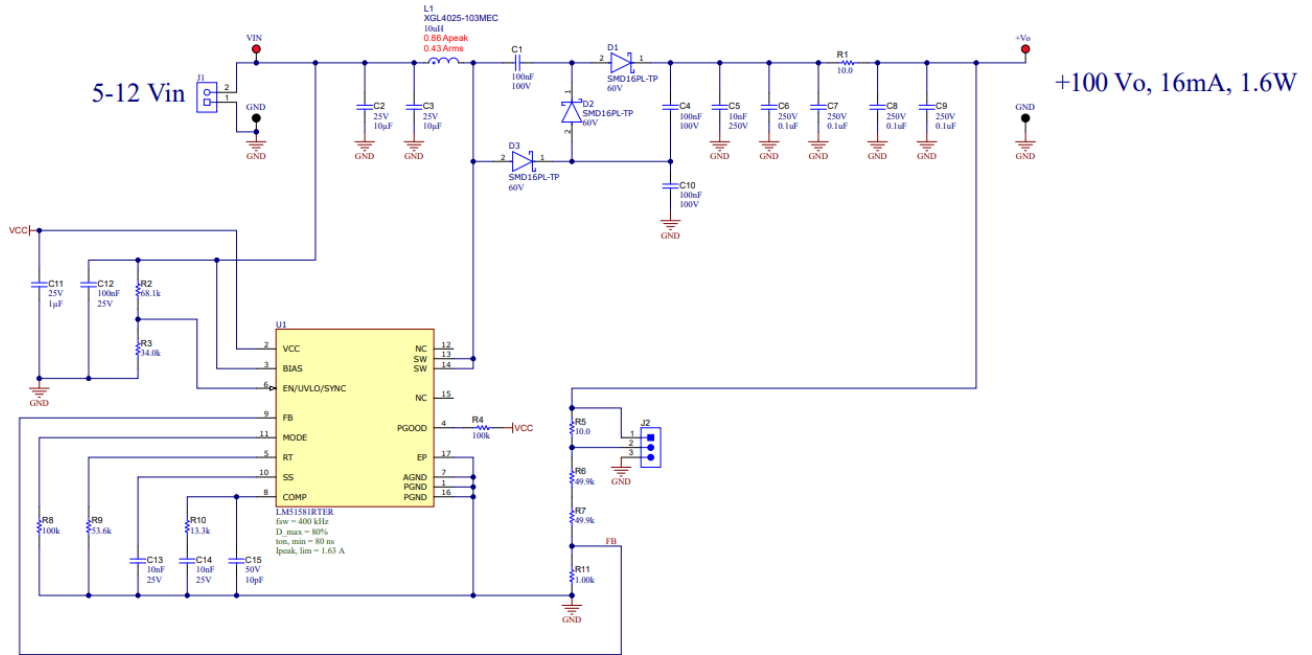


図 2-8. 100V 電源回路図

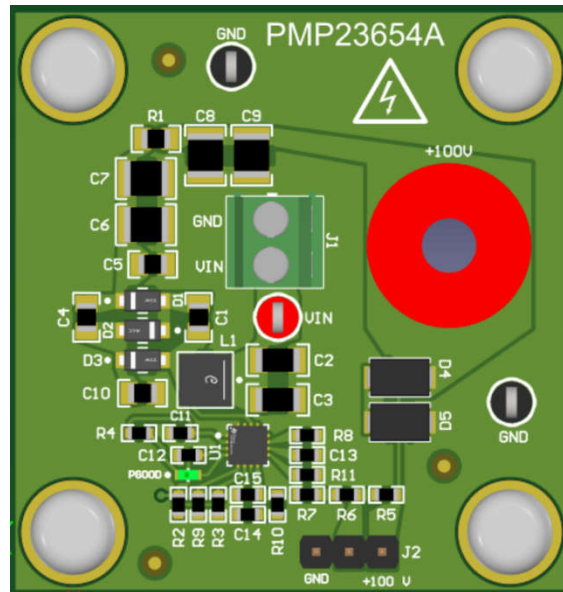


図 2-9. 100V 電源のレイアウト

## 3 スwitchの制御

### 3.1 CBIT

リレーとは異なり、アナログ スwitchは制御に必要な電流が非常に小さいため、CBIT を用いて直接接続で制御することが可能です。CBIT を使用してアナログ スwitchを制御する場合は、CBIT のロジックに一致するスィッチを選択すると便利です。CBIT はオープンドレイン駆動を使用し (図 3-1 を参照)、CBIT はオン時は **Low**、オフ時は **High** になります。テストプログラム開発時の混乱を避けるため、CBIT がオンのときにスィッチもオンとなるよう、アクティブ **Low** のスィッチを選択します。

複数のスィッチを一緒に制御する場合、より多くの電流を必要とする可能性があるため、使用しているアナログ スwitchの  $I_{IL}$  と  $I_{IH}$  に注意してください。このような場合は、TI は CBIT ラインにプルアップ抵抗を追加することを推奨します。これにより、CBIT のハイレベル駆動能力が強化され、より多くの制御ピンに対応できるとともに、スイッチング時間の改善にもつながります。追加のプルアップを使用しない場合、制御信号が遅くなりすぎたり、電圧が十分に高くならず、スィッチを確実にトリガできない可能性があります。

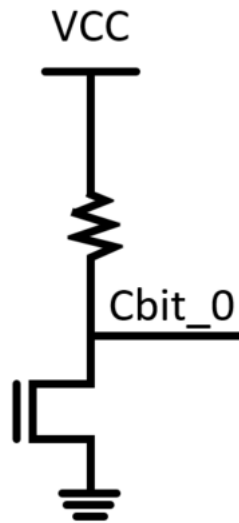


図 3-1. CBIT アーキテクチャ

### 3.2 デジタル機器

デジタル機器を使用して、デジタルの **High** または **Low** 信号を送ることでスィッチを制御することも可能です。スィッチの  $I_{IH}$  電流と  $I_{IL}$  電流によって、単一の装置で制御できるスィッチの数が決まります。

## 4 適切なスイッチの選択

ATE ボードに適したスイッチを選定する際には、多くの検討事項があります。リレーを選定する場合と同様に、スイッチを選定する際にはオン抵抗やリーク電流を確認します。表 4-1 に、低リーケージかつ低 RON の TI の高電圧スイッチの一部を示します。

**表 4-1. 高電圧アナログ スイッチ**

	TMUX7612	TMUXS7614D	TMUX8612
構成	4 チャンネル、1:1	8 チャンネル、1:1	4 チャンネル、1:1
電源電圧	5V ~ 50V ±4.5V ~ ±25V	4.5V ~ 42V ±4.5V ~ ±25V	10V ~ 100V ±10V ~ ±50V
電源電流 (ON)	435µA	840µA	65µA
RON	1.1Ω	1Ω	14Ω
COFF	24pF	24pF	7pF
ターンオン時間	2.1µS	2.1µS	28µS
IOFF	21pA	21pA	30pA
SPI 制御	該当なし	あり	該当なし
チャンネルあたりのサイズ	4.0mm <sup>2</sup>	2.5mm <sup>2</sup>	4.0mm <sup>2</sup>

## 5 まとめ

テストボードにおいてリレーをアナログスイッチに置き換えることは、コスト面およびスペース面の両方で有効な選択肢となります。スイッチは消費電力が少なく、SPI 制御に対応している場合には、IO エクスパンダを省略することも可能です。このアプリケーションノートで示した例を活用することで、ユーザーは低電圧から高電圧までさまざまな信号に対してリレーをスイッチに置き換えることができ、これらの利点を活用できます。

## 6 参考資料

1. テキサス・インスツルメンツ、『リレーをマルチプレクサに置き換えるタイミング』アプリケーションノート。
2. テキサス インスツルメンツ、『TMUX7612 1.8V ロジック対応、50V、低 RON、1:1 (SPST)、4 チャンネルの高精度スイッチ』データシート。
3. テキサス インスツルメンツ、『TMUXS7614D 50V、SPI 制御、低 RON、高密度、1:1 (SPST)、8 チャンネル高精度スイッチ、1.8V ロジック付き』データシート。
4. テキサス インスツルメンツ、『TMUX861x 100V、平坦な Ron、1:1 (SPST)、ラッチアップ耐性、1.8V ロジック対応、4 チャンネル スイッチ』データシート。

## 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