

# Design Guide: INA300 INA301 INA302 INA303

## 複数の範囲外条件に対する電流監視



Dennis Hudgins, Current Sensing Products

PCB 設計の適切な動作を決定する際にエンジニアが最初に注目するパラメータの 1 つは、動作電流です。動作電流を調べることで、エンジニアは基板上で短絡が起きていないか、デバイスが損傷していないか、また場合によってはソフトウェアが想定どおりに動作しているかを即時に判断できます。電流センシングアンプと ADC を使用する従来の手法では、電流の想定外の状況を監視するとき、必要な警告応答時間が得られません。また、ADC を使用して過電流警告スレッシュホールドを監視するには、ADC とホストプロセッサとの間で常時通信が必要で、システムに不要な負荷が発生する可能性があります。

電流レベルが範囲外になったときに素早く把握できるため、安全性とシステムのインテリジェンスや診断機能が向上し、ダウンタイムが短縮されます。

電流の想定外の状況に必要な応答時間を実現するには、電流が指定の閾値を超過したときに検出するためのアナログコンパレータが必要です。ただし多くの場合、アラートレベルが 1 つだけでは、システムステータスを判定し、範囲外電流に対して適切なシステム応答を提供するには不十分です。この要件に対応するため、図 1-1 に示す回路を使用して複数の範囲外電流条件を監視できます。

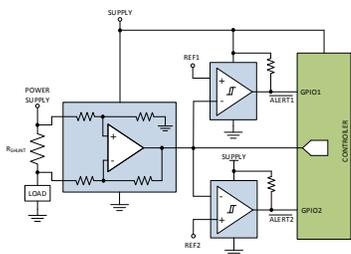


図 1-1. 複数の過電流事象を検出するディスクリート実装

この回路は、電流センシングアンプ、2 つのコンパレータ、2 つの基準電圧の、合計 5 つのデバイスで構成されます。図 1-1 に示すディスクリート実装では、目的のアラート応答時間を得るため、コンパレータを慎重に選択する必要があります。応答時間が遅いと、システムがアクションを実行するための十分な時間を取れない可能性があります。一方、応答時間が短すぎると、誤アラートがトリガされ、システムがシャットダウンする可能性があります。

図 1-2 は、ディスクリート実装に見られる設計上の問題に対処する、より単純な回路を示しています。

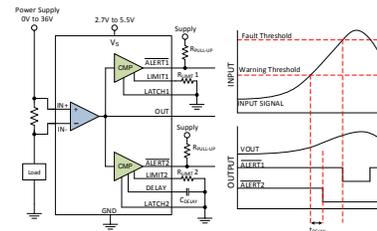


図 1-2. INA302 マルチアラート過電流コンパレータ

INA302 には、2 つの範囲外条件を検出する機能が内蔵されています。低い範囲外条件を過電流警告スレッシュホールド、高い範囲外条件を過電流故障スレッシュホールドと呼びます。過電流警告スレッシュホールドがあることで、電流が超過し始めたものの、まだ故障スレッシュホールドには達しておらず、システムシャットダウンを開始可能な状態を検出できます。電流が警告スレッシュホールドを超えた場合、システム故障状態を防止するために、サブ回路のディスエーブル、電源電圧の制御、またはクロック周波数を低減してシステム全体の消費電力を抑えることを選択できます。過電流故障条件が発生した場合、システムのさらなる損傷や誤動作を防止するために迅速な対応が重要です。

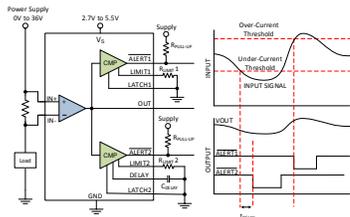
部品数を最小限に抑えて使いやすさを向上させるため、INA302 の警告スレッシュホールドは単一の外付け抵抗で設定されています。故障スレッシュホールドは、想定される Worst Case のシステム消費電流よりも高く設定する必要があります。電流がこのスレッシュホールドを超えると、INA302 のアラートピンが 1 $\mu$ s 以内に応答します。警告スレッシュホールドの値はアプリケーションによって異なりますが、通常は公称動作電流よりも高くなります。警告スレッシュホールドの応答時間は、外付けコンデンサを使用して 3 $\mu$ s から 10s の範囲で調整できます。

警告スレッシュホールド遅延時間を適切に設定することで、短時間の電流スパイクやノイズによる誤トリップを防止しつつ、過電流警告スレッシュホールドを最大 DC 動作電流の近くに設定できます。故障スレッシュホールドと警告スレッシュホールドの分離が大きいほど、故障スレッシュホールドを超える前にシステムが予防措置を講じるための時間を長く確保できます。

一部のシステムでは、アラートをトリガする前に、一定時間、警告スレッシュホールドを超えての動作を許可しています。そうしたアプリケーションの 1 つが、プロセッサへの電源電流の監視です。重要な動作中の計算スループットを最大化するために、プロセッサは短時間の間、通常の最大電流レベルを超えて動作が可能です。設定済みの遅延時間

の経過後に、電流が警告閾値を超えている場合は、警告出力が **LOW** にされてホストプロセッサへの通知が行われ、過熱が起きる前に電圧またはクロック周波数を引き下げることができます。

一部のシステムにおいては、電流が低すぎる状態を検出するのに有益です。これらのアプリケーションでは、[図 1-3](#) に示す **INA303** を使用して過電流と低電流の両方を検出できます。



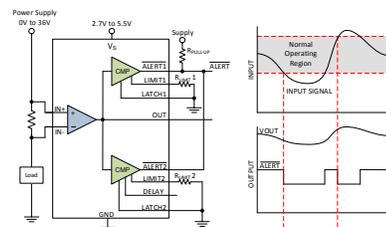
**図 1-3. INA303 過電流/低電流の検出**

電流が過電流故障スレッシュホールドを超えると、**ALERT1** 出力は **1μs** 以内に応答します。ただし、電流が低電流スレッシュホールドを下回った場合、**ALERT2** 応答時間は遅延コンデンサによって設定されます。電流不足の状態は、通常動作においても短時間出現することがあります。ただし、この状態が続く場合は、デバイスの損傷またはシステムが故障しかけていることが原因の可能性があります。

このようなケースでも、アラート出力がシステムにこの状態を通知できるため、システムが故障する前に故障処理手順を実行することが可能です。

低電流検出のもう 1 つの用途は、システムの適切な状態を確認することです。一部のシステムは、電流が通常動作範囲を下回る低消費電力モードに移行します。この場合、低電流アラート出力を使用して、システムが実際にシャットダウン状態に移行したことをホストに通知することができます。

また設計によっては、電流が予期される動作範囲を超えた時にしか通知を受け取らないこともあります。このような場合、[図 1-4](#) に示すように、**INA303** の 2 つのアラート出力を互いに接続し、ウィンドウモードで動作するよう構成できます。このモードでは、電流が通常動作ウィンドウにある限り、1 つのアラート出力が "High" になります。



**図 1-4. INA303 のウィンドウモード動作**

### 推奨代替デバイス

**INA226** は、デジタル電流監視を必要とするアプリケーションで使用できます。単一のデジタルアラート出力のみが必要な場合は、**INA300** が超小型の **2mm x 2mm QFN** パッケージで最適なソリューションを実現します。アナログ電流信号に加えて 1 つのアラート出力のみを必要とするアプリケーションの場合、**INA301** が **1μs** 未満のアラート応答で優れた電流監視精度を実現します。コスト重視のアプリケーションと優れた柔軟性の場合、**INA381** がアクセス可能な入力を備えたコンパレータ内蔵の電流センスアンプを実現します。

**表 1-1. 推奨代替デバイス**

デバイス	最適化されたパラメータ	性能のトレードオフ
<a href="#">INA301</a>	MSOP-8 パッケージ、アナログ モニタ付きシングル アラート。	シングル アラート
<a href="#">INA300</a>	2mm x 2mm の QFN パッケージ	アラートのみ
<a href="#">INA381</a>	高コスト効率、アクセス可能なコンパレータ入力	シングル アラート
<a href="#">INA226</a>	デジタル電流監視	該当なし

**表 1-2. 関連する テキサス・インスツルメンツのアプリケーション ブリーフ**

アプリケーション ID	概要
<a href="#">SBOA162</a>	電流の測定による異常の検出
<a href="#">SBOA163</a>	ハイサイド モータ電流の監視による過電流保護
<a href="#">SBOA167</a>	電流検出信号路の統合
<a href="#">SBOA193</a>	PLC システムにおけるディスクリート デジタル出力の安全性と保護

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated