

# 双方向のローサイド位相電流センシング、過電流検出内蔵

電流センシング製品、Arjun Prakash



センサは、モータ制御アプリケーションにおいて非常に重要です。センサはトルク、温度、位置、速度などの重要な情報を提供します。センサ技術における今日の進歩により、さらに優れた精度、性能、コスト、信頼性を実現できるようになりました。また、今日の技術では、システム・レベルの課題の解決に特化したセンサに、複数の機能を統合することも可能です。モータ制御では、フィードバックや保護のために複数のセンサを使用します。モータ制御のフィードバックおよび保護の主要な要素は、電流センシング・アンプです。

## ローサイドの位相電流センシング

DCブラシ付きおよびブラシレス・ドライブ構造のモータを制御する場合、ローサイド電流センシングは、コモンモードの低さから、電流測定の最もコスト効果が高いソリューションの1つです。ローサイド・センシングは、図1に示すように、コントローラのグラウンドとシステムのグラウンドとを外部のシャントで接続することにより行われます。ローサイド・センシングを使用するための基本的な要件の1つは、アンプがグラウンドより低いコモンモード電圧をサポートすることです。外部シャントがコントローラのグラウンドとシステムのグラウンドとの間に接続されるとき、最大の電流測定精度を実現するようシャントと電流センシング・アンプのレイアウトが最適化されていることが重要です。テキサス・インスツルメンツ製の電流センシング・アンプは、総合的なシステム誤差を保証するよう特に設計され、工場調整済みです。

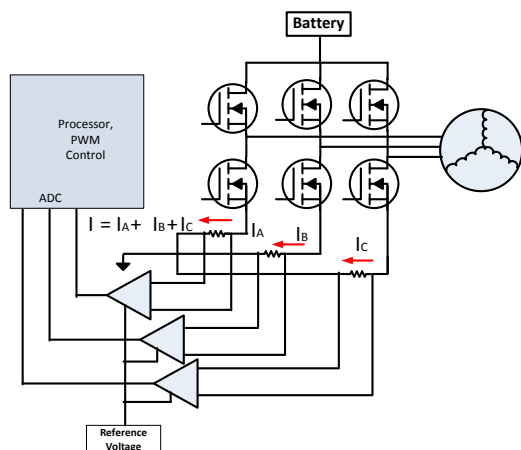


図 1. ローサイド電流センシング

## 双方向のローサイド位相電流センシング

モータ制御では、特に大電力システムの場合、モータが過剰な電流に対して十分に保護されていることが非常に重要です。過熱によりモータに過剰な電流が流れた場合、モータ内のコイルに障害が起き、モータに恒久的な損害が発生する可能性があります。図2は、コントローラが位相1から位相2に切り替わるとき、わずかな時間モータは交流発電機として機能し、電流をコントローラに戻すことを示しています。この目的のため、双方向電流センシング・アンプを実装し、モータだけでなくコントローラも保護することが重要です。

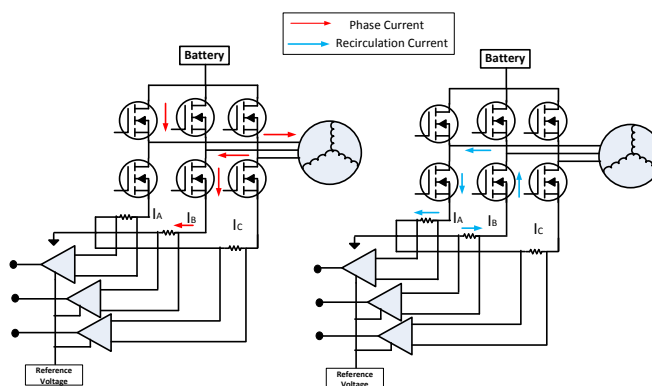


図 2. 負荷基準の変動

## 過電流保護

モータ制御回路に実装される主要な機能の1つは、過電流保護(OCP)です。システム内で、ローサイドからの出力電流が、プロセッサのADCによりサンプリングされます。プロセッサにより、サンプリングされた出力電流がスレッショルドを超えていることが検出されると、コントローラはシャットオフされます。これはOCPを実現する最も単純な手法ですが、この実装ではADC変換によるレイテンシが加わるという欠点があります。より迅速な保護が必要な場合、図3に示すようにデュアル・コンパレータを接続できます。コンパレータの2つの出力は、GPIOへ簡単に接続でき、アラートが識別されたときにシャットダウン・コマンド・シーケンス、またはアクションをトリガできます。ローサイド・センシングとデュアル・コンパレータを使用する欠点の1つは、OCPを実現するため必要な部品の数が増えることです。

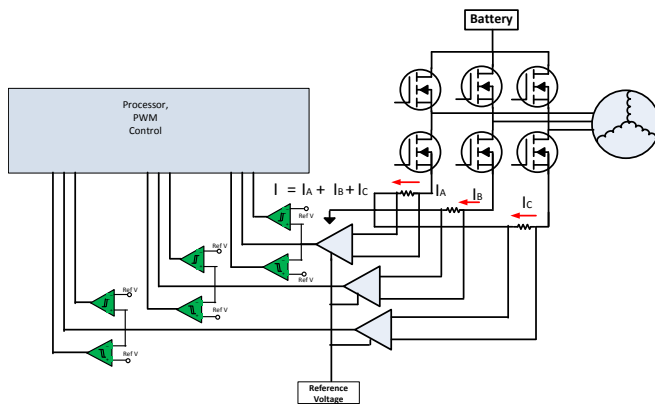


図 3. INA210: 電流センシング専用アンプ

INA303には、高い共通モードの双方向電流センシング・アンプと、2つの高速コンパレータが内蔵され、過電流状況を検出するよう構成されています。INA303コンパレータはウィンドウ構成です。このデバイスは、外付けの抵抗を使用して、各コンパレータ・セットについてスレッショルド範囲を設定可能です。この電流シャント・モニタは、電源電圧にかかわらず、0Vから36Vまで変動する共通モード電圧上の差動電圧信号を測定できます。オープン・ドレインのアラート出力は、透過モード(出力ステータスが入力状態に従う)またはラッチ・モード(ラッチがリセットされるとアラート出力がクリアされる)で動作するよう構成できます。コンパレータ1のアラート応答時間は1μs未満、コンパレータ2のアラート応答は外付けコンデンサにより3μs~10sの範囲で設定されます。

位相1について、ローサイド・モータ・ドライブ・アプリケーションのINA303の構成を図4に示します。位相2および位相3の測定には、INA303を2つ追加する必要があります。INA303の最大オフセット電圧は35μV、ドリフト係数は0.5μV/°Cです。オフセット、ドリフト係数、ゲイン誤差が低いことにより、温度が変化しても正確な測定を行えます。出力スルー・レートが4V/μsで、デューティ・サイクルが低くパルス幅が狭いときでも位相電流を正確に測定できます。ALERT1の遅延が1μs、ALERT2ピンの遅延が3μs~10sの範囲でプログラム可能なため、各種のアプリケーションに応じたプログラムが可能です。INA303のアナログ出力は、プロセッサのADCへ接続できます。これに対して、2つのコンパレータ出力は、プロセッサのGPIOへ接続できます。コ

ンパレータ1のスレッショルドは、RLIMIT1抵抗で設定できます。コンパレータ2の下側のスレッショルドは、RLIMIT2抵抗を使用して設定できます。この構成により、電流が安全な動作領域内に維持されることを保証し、モータおよびコントローラを損傷から保護できます。

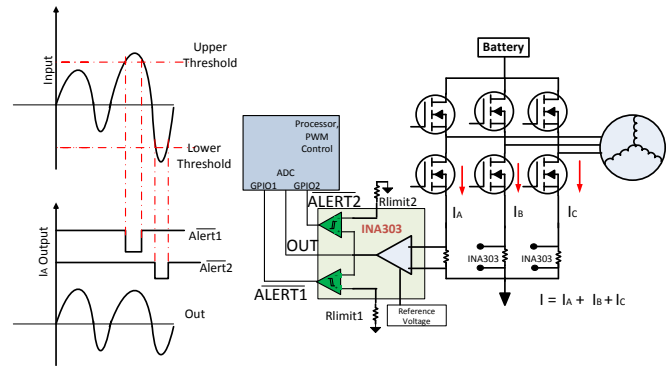


図 4. INA303でのローサイド・センシング

#### その他の推奨デバイス

システムで過電流機能しか必要としない場合、INA300も推奨デバイスです。INA300は電流センシング・コンパレータの機能のみを搭載しています。INA300には、複数の応答時間を選択するオプションがあります。利用可能な最速の応答時間は10μsです。

単一の過電流スレッショルドしか必要としないアプリケーションでは、INA301が推奨デバイスです。

INA303と同様に、2つの過電流アラートが必要なアプリケーションではINA302を使用できます。たとえば、警告状況と致命的なフォルト状況に別々のスレッショルド・レベルが必要な場合は、INA302を使用できます。

表 1. その他の推奨デバイス

Device	Optimized Parameter	トレードオフ
INA300	パッケージ	アナログ出力なし、低速の応答
INA301	応答時間、パッケージ	単一の警告

表 2. 関連するTI TechNote

SBOA160	高精度、低ドリフト係数のインライン・モータ電流の測定
SBOA162	電流の測定による異常状況の検出
SBOA163	ハイサイド・モータ電流の監視による過電流保護

## TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関係する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的のみに使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的での、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他のような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示の保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。

## TIの設計情報およびリソースに関する重要な注意事項

Texas Instruments Incorporated ("TI")の技術、アプリケーションその他設計に関する助言、サービスまたは情報は、TI製品を組み込んだアプリケーションを開発する設計者に役立つことを目的として提供するものです。これにはリファレンス設計や、評価モジュールに関係する資料が含まれますが、これらに限られません。以下、これらを総称して「TIリソース」と呼びます。いかなる方法であっても、TIリソースのいずれかをダウンロード、アクセス、または使用した場合、お客様(個人、または会社を代表している場合にはお客様の会社)は、これらのリソースをここに記載された目的にのみ使用し、この注意事項の条項に従うことに合意したものとします。

TIによるTIリソースの提供は、TI製品に対する該当の発行済み保証事項または免責事項を拡張またはいかなる形でも変更するものではなく、これらのTIリソースを提供することによって、TIにはいかなる追加義務も責任も発生しないものとします。TIは、自社のTIリソースに訂正、拡張、改良、およびその他の変更を加える権利を留保します。

お客様は、自らのアプリケーションの設計において、ご自身が独自に分析、評価、判断を行う責任がお客様にあり、お客様のアプリケーション(および、お客様のアプリケーションに使用されるすべてのTI製品)の安全性、および該当するすべての規制、法、その他適用される要件への遵守を保証するすべての責任をお客様のみが負うことを理解し、合意するものとします。お客様は、自身のアプリケーションに関して、(1) 故障による危険な結果を予測し、(2) 障害とその結果を監視し、および、(3) 損害を引き起こす障害の可能性を減らし、適切な対策を行う目的での、安全策を開発し実装するために必要な、すべての技術を保持していることを表明するものとします。お客様は、TI製品を含むアプリケーションを使用または配布する前に、それらのアプリケーション、およびアプリケーションに使用されているTI製品の機能性を完全にテストすることに合意するものとします。TIは、特定のTIリソース用に発行されたドキュメントで明示的に記載されているもの以外のテストを実行していません。

お客様は、個別のTIリソースにつき、当該TIリソースに記載されているTI製品を含むアプリケーションの開発に関連する目的でのみ、使用、コピー、変更することが許可されています。明示的または黙示的を問わず、禁反言の法理その他どのような理由でも、他のTIの知的所有権に対するその他のライセンスは付与されません。また、TIまたは他のいかなる第三者のテクノロジーまたは知的所有権についても、いかなるライセンスも付与されるものではありません。付与されないものには、TI製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、プロセスに関連する特許権、著作権、回路配置利用権、その他の知的所有権が含まれますが、これらに限られません。第三者の製品やサービスに関する、またはそれらを参照する情報は、そのような製品またはサービスを利用するライセンスを構成するものではなく、それらに対する保証または推奨を意味するものでもありません。TIリソースを使用するため、第三者の特許または他の知的所有権に基づく第三者からのライセンス、あるいはTIの特許または他の知的所有権に基づくTIからのライセンスが必要な場合があります。

TIのリソースは、それに含まれるあらゆる欠陥も含めて、「現状のまま」提供されます。TIは、TIリソースまたはその仕様に関して、明示的か暗黙的にかかわらず、他のいかなる保証または表明も行いません。これには、正確性または完全性、権原、続発性の障害に関する保証、および商品性、特定目的への適合性、第三者の知的所有権の非侵害に対する黙示的保証が含まれますが、これらに限られません。

TIは、いかなる苦情に対しても、お客様への弁済または補償を行う義務はなく、行わないものとします。これには、任意の製品の組み合わせに関連する、またはそれらに基づく侵害の請求も含まれますが、これらに限られず、またその事実についてTIリソースまたは他の場所に記載されているか否かを問わないものとします。いかなる場合も、TIリソースまたはその使用に関連して、またはそれらにより発生した、実際の、直接的、特別、付随的、間接的、懲罰的、偶発的、または、結果的な損害について、そのような損害の可能性についてTIが知らされていたかどうかにかかわらず、TIは責任を負わないものとします。

お客様は、この注意事項の条件および条項に従わなかったために発生した、いかなる損害、コスト、損失、責任からも、TIおよびその代表者を完全に免責するものとします。

この注意事項はTIリソースに適用されます。特定の種類の資料、TI製品、およびサービスの使用および購入については、追加条項が適用されます。これには、半導体製品(<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、評価モジュール、およびサンプル(<http://www.ti.com/sc/docs/sampterm.htm>)についてのTIの標準条項が含まれますが、これらに限られません。