

電流検出アンプ



Monitoring

Efficiency

Feedback



Feedback Protection Data Logging

Efficiency Data Logging



Monitoring Efficiency Protection



Data Logging Feedback Efficiency

Feedback Monitoring



www.tij.co.jp/currentsense

2017

Efficiency Protection



Efficiency

電流検出(センス)アンプ

はじめに

電流検出(センス)アンプとは

電流検出(センス)アンプは、電流シャント・モニタとも呼ばれ、精密にマッチングされた抵抗性ゲイン回路を持つ特別な差動アンプであり、以下の特長を備えています。

- センス素子(通常はシャント抵抗)での電圧降下を測定することで電流を監視するよう設計されている。
- より使いやすく、より精密で、ノイズに強い傾向がある。
- 数 mA から数百 A までの電流に対応する。
- $-16 \sim +80\text{V}$ の同相モード電圧をネイティブにサポートし、追加の回路により最大数百ボルトまでサポートする。

電流検出(センス)アンプを使用するシステムの利点

- リアルタイムの過電流保護
- 電流と電力の監視によるシステムの最適化
- 閉ループ帰還のための電流測定

主なパラメータ

同相モード範囲:

この仕様は、グランドを基準とした、アンプの入力 DC 電圧範囲を定義します。電流検出(センス)アンプは一般に、チップの電源電圧よりも十分に大きな同相モード電圧をサポートするよう設計されています。例えば、INA282は、わずか 2.7V の電源で動作しながら、 $-14\text{V} \sim +80\text{V}$ の同相モード電圧をサポートできます。

オフセット電圧:

これは、アンプの入力での差動 DC 誤差です。従来は、高いオフセットによるアンプへの影響を軽減するために、値の大きなシャント抵抗を使用して、電圧降下の測定値を増加させていました。現在、TIでは、オフセットがわずか $10\mu\text{V}$ の電流検出(センス)アンプを提供することで、低電流での測定精度を高め、値の小さなシャント抵抗を使用してシステムの効率を向上できるようになっています。

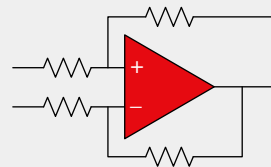
ゲイン:

電流検出(センス)アンプには各種のゲイン・オプションがあり、精密にマッチングされた抵抗性ゲイン回路を内蔵することで、温度やプロセスの変化に対して安定した性能を保持します。固定ゲイン・アンプのゲイン・オプションは、 $0.125\text{V/V} \sim 1000\text{V/V}$ の範囲にわたり、ゲイン誤差はわずか 0.01% です。

温度安定性:

電流検出(センス)アンプには、アンプとともにすべてのゲイン設定抵抗が内蔵されているため、温度ドリフトは小さく、一貫した値です。これにより、仕様温度範囲の全体にわたって堅牢な電流測定が可能になります。このようにして実現される温度安定性は、電流検出(センス)アンプがディスクリート実装よりも優れている主要な特長の1つです。

Analog Output



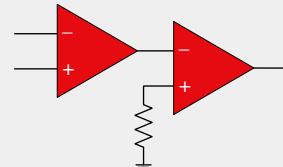
Integrates the full analog signal processing and provides a voltage or current output.

Digital Output



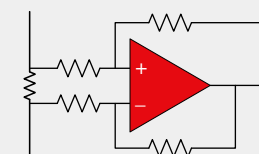
Integrates the full signal conditioning path and utilizes a standard 2-wire digital interface.

Comparator Output



Provides a simple ALERT signal when the load current exceeds a threshold.

Integrated Shunt



Offers a low-drift, precision integrated sense element.

電流検出(センス)アンプ

主な設計上の考慮事項

ハイサイド測定

電流センス素子を電源バスと負荷の間に接続する電流センシング手法です。

システムの利点:

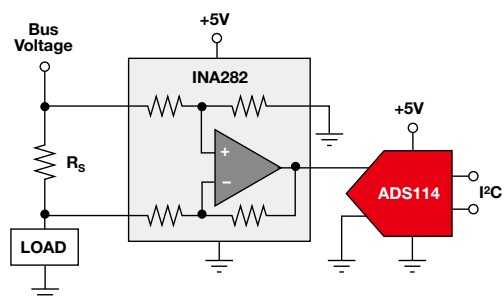
- 負荷からグランドへの短絡の検出が困難。
- 電流がソースから直接監視される。
- グランド外乱への高い耐性。

システムの問題点:

- バス電圧が高いと、入力同相モード電圧の高いデバイスの使用が制限される。

ディスクリート電流センス回路に対する利点:

- 内蔵されたゲイン抵抗により、優れたマッチングが得られ、より高性能で安定したプラットフォームを実現できる。
- 必要な基板領域の削減。
- 同相モード電圧の大きな動的変化は、標準的なオペアンプでは実現が困難。
- 独自の入力アーキテクチャにより、同相モード電圧がデバイスの電源電圧を大きく上回ることが可能。



ローサイド測定

電流センス素子を負荷とグランドの間に接続する電流センシング手法です。

システムの利点:

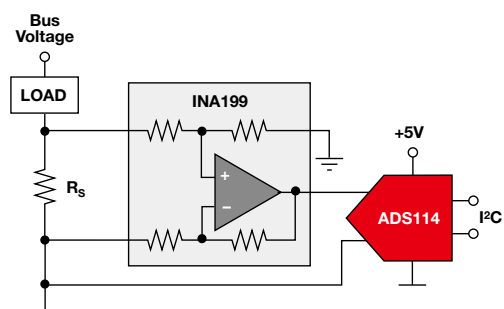
- 実装が単純で低コストなソリューション。
- 幅広い範囲のオプションを利用できる。

システムの問題点:

- 負荷からグランドへの短絡の検出が困難。
- シャント抵抗によるシステム・グランドへの外乱。

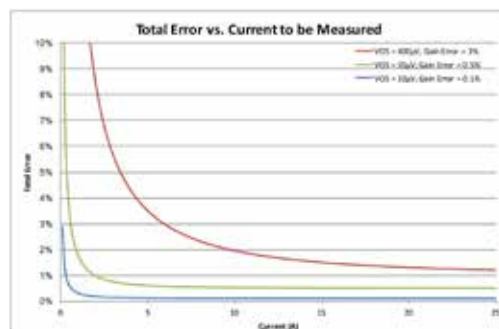
ディスクリート電流センス回路に対する利点:

- 内蔵されたゲイン抵抗により、優れたマッチングが得られ、より高性能で安定したプラットフォームを実現できる。
- 必要な基板領域の削減。
- シャント抵抗を介した真の差動測定。
- V_{OFFSET} が低いいため、値の小さなシャント抵抗を使用してシステムの電力を削減しながら、同じ誤差レベルを実現可能。



合計誤差

- 軽負荷で電流が小さく、入力の差動電圧信号が小さい場合、合計誤差の要因としてはアンプのオフセット電圧が支配的となります。ダイナミック・レンジの下限で正確な測定を実現するには、低い入力オフセットが必須です。
- 重負荷で電流が大きく、入力の差動電圧信号が大きい場合、合計誤差の要因としてはアンプのゲイン誤差が支配的となります。



電流センシング・リファレンス・デザイン (TI Designs) 他のリファレンスについては、www.tij.co.jp/tidesigns をご覧ください。

リファレンス型番	説明	
<p>TIDA-00795</p>	<p>車載向け高精度 eFuse</p> <p>車載向けエレクトロニクス・システムで損傷を防止する鍵の1つは、損傷に至る可能性のある状況をできるだけすばやく検出し、対処することです。INA300-Q1 eFuseリファレンス・デザインは、最大30Aの電流レベルで高精度かつ迅速な過電流保護を提供することを目的とし、100A以上にも拡張が可能です。</p>	
<p>TIDA-00528</p>	<p>40V ~ 400V、 単方向の電流/電圧/電力監視</p> <p>このTI Designは、高精度のオペアンプおよび高電圧P-FETを使用して、電流検出(センス)アンプの同相モード電圧を最大400Vに拡大する、単純な非絶縁の手法を示しています。わずかな部品の変更により、このデザインは40 ~ 400Vの任意の電圧に対して最適化できます。</p>	
<p>TIDA-00753</p>	<p>モーターの3相電流測定</p> <p>モーターの制御を最大限的確なものにするには、正確な電流測定が必要です。INA199を使用したこのリファレンス・デザインは、変流器の出力における信号チェーンを強化する方法を示しています。また、この回路は、負荷抵抗値を小さくすることで、消費電力を大きく削減します。</p>	

電流センシング・リファレンス・デザイン (TI Designs) 他のリファレンスについては、www.tij.co.jp/tidesigns をご覧ください。

リファレンス型番	説明	
TIDA-00913	<p>シャント・ベースのインライン・モーター位相電流センシングを備えた48Vの3相インバータ</p> <p>このデザインは、高精度のシャント・ベースのインライン位相電流センシングを備えた48V/10Aの3相GaNインバータを実現し、サーボ・ドライブなどの高精度ドライブの正確な制御を可能にします。シャント・ベースのインライン位相電流センシングで最も大きな問題の1つは、PWMスイッチング中に大きな同相モード過渡電圧が生じることです。INA240電流検出(センス)アンプは、強化されたPWM除去を使用して、この問題に対処しています。</p>	
TIDA-00440	<p>絶縁抵抗の決定のためのリーク電流測定リファレンス・デザイン</p> <p>このデザインは、最大100MΩの絶縁抵抗の測定のためのリファレンス・ソリューションを提供します。オンボードで500V DCの絶縁型電源を搭載し、リーク電流を測定する絶縁型信号コンディショニング回路を備えています。このデザインは、トランスおよびモーターの巻線での絶縁破壊によるリークを検出するのに便利です。</p>	

※ **TI TechNote** で電流と電力の測定機能の使用例をご覧ください。問題分析、実装オプション、関連製品が掲載されています。

TI TechNotes

Current and power measurement use cases in a short, easy-to-read format

[Browse now](#)



電流検出(センス)アンプ

主要製品

型番	AEC-Q100 対応	双方向	ローサイド	説明	同相 モード 電圧範囲	入力 オフセット ±μV最大	入力 オフセット・ ドリフト ±μV/°C標準	ゲイン 誤差 %標準	パッケージ
INA210ファミリ	✓	✓	✓	高性能、ゼロ・ドリフト、電流検出(センス)アンプ	-0.3 to 26	35	0.1	0.02	10 UQFN, 6 SC70
INA282ファミリ	✓	✓	✓	高性能、高同相モード、電流検出(センス)アンプ	-14 to 80	70	0.3	0.4	8 VSSOP, 8 SOIC
INA240ファミリ	✓	✓	✓	高AC CMRR、高同相モード、電流検出(センス)アンプ、 モーターおよびソレノイド制御用	-4 to 80	25	0.05	0.05	8 TSSOP, 8 SOIC
INA216ファミリ				超小型、5V電流検出(センス)アンプ	1.8 to 5.5	100	0.06	0.01	10 UQFN, 4 WSCP
INA199ファミリ	✓	✓	✓	バリュー・ライン、ゼロ・ドリフト、 電流検出(センス)アンプ	-0.3 to 26	150	0.1	0.03	10 UQFN, 6 SC70
INA180ファミリ	✓		✓	350kHz帯域幅、単方向、電流検出(センス)アンプ、 低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	5 SOT-23, 5 SC70
INA181ファミリ	✓	✓	✓	350kHz帯域幅、双方向、電流検出(センス)アンプ、 低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	6 SOT-23, 6 SC70
INA2180ファミリ	✓		✓	デュアル、350kHz帯域幅、単方向、 電流検出(センス)アンプ、低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	8 VSSOP
INA2181ファミリ	✓	✓	✓	デュアル、350kHz帯域幅、双方向、 電流検出(センス)アンプ、低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	10 VSSOP
INA4180ファミリ	✓		✓	クワッド、350kHz帯域幅、単方向、 電流検出(センス)アンプ、低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	14 TSSOP
INA4181ファミリ	✓	✓	✓	クワッド、350kHz帯域幅、双方向、 電流検出(センス)アンプ、低コスト・アプリケーション向け	-0.2 to 26	150	0.2	0.1	20 TSSOP
INA225	✓	✓	✓	プログラマブル・ゲイン、ゼロ・ドリフト、高精度	0 to 36	150	0.2	0.05	8 MSOP
LMP8481ファミリ	✓	✓		高同相モード、高速電流検出(センス)アンプ	4.5 to 76	265	6	0.6	8 VSSOP
LMP8640ファミリ	✓		✓	高速電流検出(センス)アンプ	-2 to 42	900	2.6	0.25	6 SOT
INA193ファミリ	✓		✓	高同相モード、高速電流検出(センス)アンプ	-16 to 80	2000	2.5	0.2	5 SOT-23
INA250ファミリ	✓	✓	✓	高精度、ゼロ・ドリフト、電流検出(センス)アンプ、0.1%、 15PPM/°Cの2mΩシャント内蔵	0 to 36	50mA	25μA/°C	0.3	16 TSSOP
INA253ファミリ	✓	✓	✓	高AC CMRR、高同相モード、電流検出(センス)アンプ、 ソレノイド制御、0.1%、15PPM/°Cの2mΩシャント内蔵	-4 to 80	12.5mA	25μA/°C	0.25	20 TSSOP

2017年9月現在、開発中製品

型番	AEC-Q100 対応	双方向	ローサイド	説明	同相 モード 電圧範囲	入力 オフセット ±μV最大	入力 オフセット・ ドリフト ±μV/°C標準	ゲイン 誤差 %標準	パッケージ
INA301ファミリ	✓		✓	過電流保護、高速、高精度電流検出(センス)アンプ、 コンパレータ内蔵	0 to 36	35	0.1	0.03	8 VSSOP
INA302ファミリ	✓	✓	✓	過電流保護、高速、高精度電流検出(センス)アンプ、 デュアル・コンパレータ内蔵	0 to 36	30	0.02	0.02	14 TSSOP
INA303ファミリ	✓	✓	✓	過電流保護、高速、高精度電流検出(センス)アンプ、 ウィンドウ・コンパレータ内蔵	0 to 36	30	0.02	0.02	14 TSSOP
INA300	✓		✓	過電流保護コンパレータ	0 to 36	500	0.1		10 WSON, 10 VSSOP
INA226	✓	✓	✓	超高精度、電流、電圧、および電力	0 to 36	10	0.02	0.02	10 VSSOP
INA260		✓	✓	超高精度、電流、電圧、および電力モニタ、0.1%、15PPM/° Cの2mΩシャント内蔵	0 to 36	5mA	1μA/°C	0.02	16 TSSOP
INA233			✓	高精度、電流、電圧、電力、およびエネルギー・モニタ、 1.8V I ² C/PMBus 付き	0 to 36	10	0.02	0.02	10 VSSOP
INA231		✓	✓	電流、電圧、および電力モニタ、アラート付き、 WCSPパッケージ	0 to 28	50	0.1	0.2	12 WCSP
INA3221	✓	✓	✓	3チャンネル、電流および電圧モニタ、アラート付き	0 to 26	80	0.1	0.1	16 VQFN

Measuring current or power in your design?

Browse a series of short training videos to get started.

ti.com/currentsensetraining



Sensing Innovation

TI Worldwide Technical Support

Internet

TI Semiconductor Product Information Center Home Page

support.ti.com

TI E2E™ Community Home Page

e2e.ti.com

Product Information Centers

Americas	Phone	+1(512) 434-1560
Mexico	Phone	0800-670-7544
	Internet/Email	ti.com/lstds/ti/csc/support_Americas.page

Europe, Middle East, and Africa

Phone	
European Free Call	00800-ASK-TEXAS (00800 275 83927)
International	+49 (0) 8161 80 2121
Russian Support	+7 (4) 95 98 10 701

Note: The European Free Call (Toll Free) number is not active in all countries. If you have technical difficulty calling the free call number, please use the international number above.

Internet	www.ti.com/asktexas
Direct Email	asktexas@ti.com

Japan

Fax	International	+81-3-3344-5317
	Domestic	0120-81-0036
Internet/Email	International	ti.com/lstds/ti.csc/support_Japan.page
	Domestic	www.tij.co.jp/pic

Asia

Phone	Toll-Free Number
Note: Toll-free numbers may not support mobile and IP phones.	
Australia	1-800-999-084
China	800-820-8682
Hong Kong	800-96-5941
India	000-800-100-8888
Indonesia	001-803-8861-1006
Korea	080-551-2804
Malaysia	1-800-80-3973
New Zealand	0800-446-934
Philippines	1-800-765-7404
Singapore	800-886-1028
Taiwan	0800-006800
Thailand	001-800-886-0010
International	+86-21-23073444
Fax	+86-21-23073686
Email	tiasia@ti.com or ti-china@ti.com
Internet	support.ti.com/sc/pic/asia.htm
Technical forums	www.deyisupport.com

Important Notice: The products and services of Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries described herein are sold subject to TI's standard terms and conditions of sale. Customers are advised to obtain the most current and complete information about TI products and services before placing orders. TI assumes no liability for applications assistance, customer's applications or product designs, software performance, or infringement of patents. The publication of information regarding any other company's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

B021014

The platform bar, E2E, Sitara and Code Composer Studio are trademarks and SIMPLE SWITCHER is a registered mark of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.



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、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。