

# 電流検出 クイック・リファレンス・ガイド



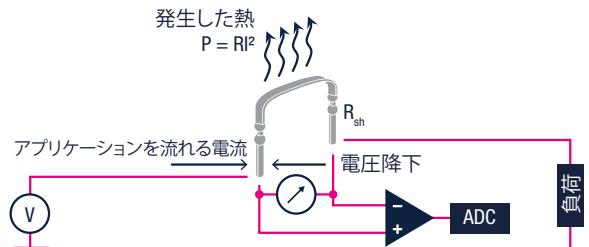


**電流センシング**は、モータ制御、バッテリ・マネージメント、電源マネージメントなどの産業および車載アプリケーションにおいて極めて重要です。

STは、オペアンプおよび内蔵型電流モニタによるシャント電流センシングに基づいたソリューションを提供しています。

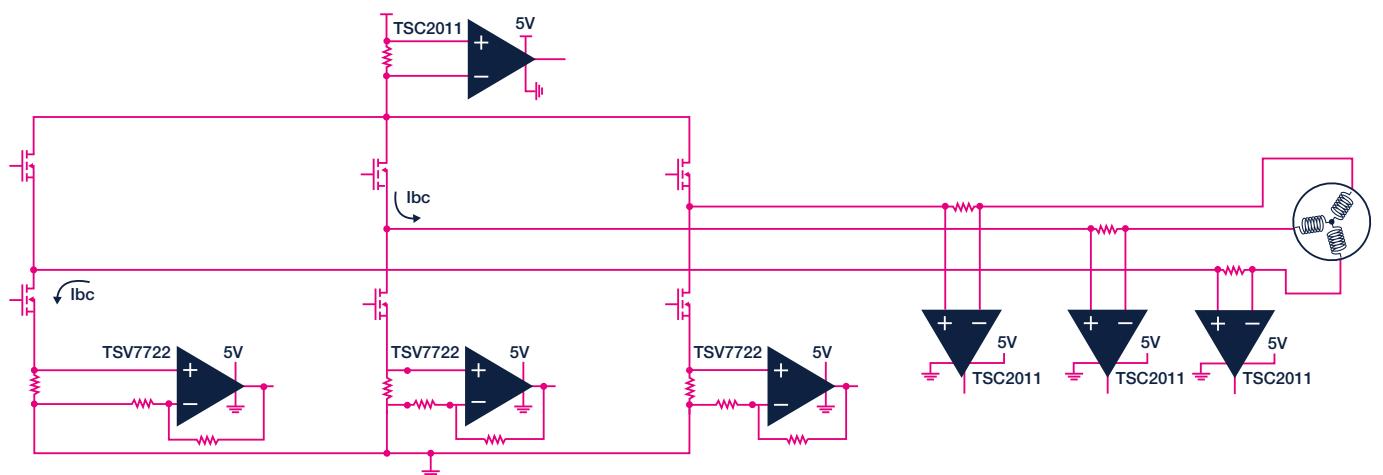
## 電流検出の仕組み

STの電流検出ソリューションでは、シャント抵抗とオームの法則によって、電流測定が可能です。シャント抵抗は電力を熱として放散させますが、これが測定精度に影響を及ぼします。シャント抵抗を低くすればその影響は最小限に抑えられますが、高い増幅ゲインが必要になり、そのために全体的な測定精度が低下します。

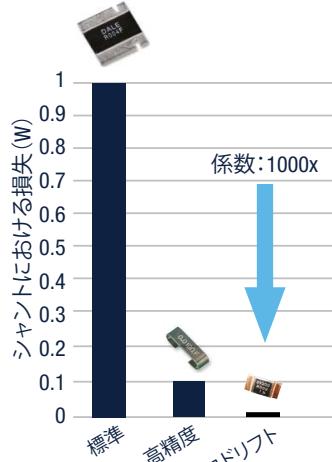


## シャントの位置

シャント抵抗を異なる位置に設定してアプリケーションを流れる電流を測定できますが、それぞれの位置に長所と短所があります。ハイサイド・シャント抵抗は、グラウンドをカットできない場合に使用します。インライン抵抗は、双方向の電流センス・モニタリングが必要になります。ローサイド・シャント抵抗は、シンプルで低コストのオペアンプを使用できるため一般的です。



## シャント抵抗の値とサイズ



注記: 出力精度は同一

適切なシャント値を選択するには、ダイナミック・レンジと電力損失のバランスが重要になります。シャント値が低いほど損失は小さくなりますが增幅ゲインを高くする必要があります。それにより測定精度が低下する可能性があります。高精度の電流アンプであれば、低いシャント値が許容されます。重要なシャント値とサイズを計算するためには、電流の全体的な範囲が必要になります。その上で、方程式によって最大シャント値と電力損失を算出できます。

$$R_{\text{sense}} \leq \frac{V_{\text{outMax}}}{I_{\text{range}} \cdot \text{Gain}}$$

$$P_{\text{Max}} \geq R_{\text{sense}} \cdot I_{\text{max}}^2$$

最終的なシャント値は理論値よりも低くなる必要があります。これは、欠陥や誤差を考慮し、飽和を防止するためです。シャント値が低ければ、過電流を測定するためのマージンも得られます。シャント抵抗の最大電力損失は計算値よりも高くなる必要があります。

## シミュレーション・ツール

電流センシング回路の設計とシミュレーションを、強力なeDesignSuiteツールとeDSIMツールを使用して簡単に実行できます。



## アプリケーション

### バッテリ・マネージメント・システム



エネルギー損失を最小限に抑えるために、バッテリ・マネージメント・システムには双方向かつ極めて高精度な電流検出が必要です。検出レートは通常低いですが、ハイサイドとローサイドの両方の検出を使用可できます。また、電圧が最大48Vのシステムには、絶縁型の電流検出は必要ありません。

### 48Vモータ制御



モータの正常な駆動には十分な検出レートが必要になります。検出速度向上のために、ある程度のエネルギー損失が発生する場合がありますが、通常、モータの消費電力と比較するとシャントの電力損失は無視できる程度となります。モータ・アプリケーションでの電流検出では多くの場合、双方向インラインまたは単方向のハイサイド検出が好まれます。

### バッテリ・マネージメント・システム向け電流検出



### モータ制御用の電流検出ソリューション



### サーバ電源



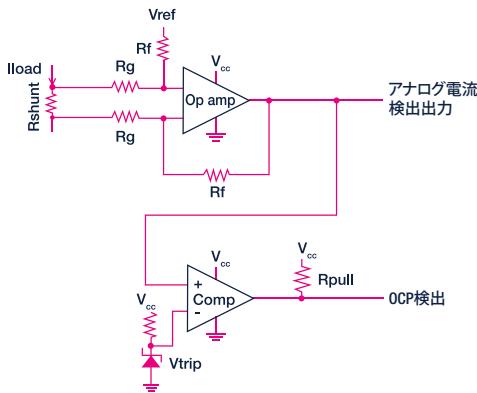
電流検出は、サーバのパワー・マネージメントにとって非常に重要で、効率的な動作と省エネを実現できます。非侵襲的な測定が可能なため、ハイサイド検知が好まれます。サーバの動的消費電力要件に対応して、一貫したパフォーマンスとシステム安定性を確保するためには、高速の検出レートが不可欠です。



## OCP(内蔵型過電流保護)とオペアンプの比較

アプリケーションにおいて損傷を防止するための重要なポイントの一つとなるのが、電流の変動を迅速かつ正確に測定できる機能です。

コンパレータ回路による電流センシングは、過電流の検出のために一般的に使用される手法です。入力共通モード電圧が30Vを下回る多くのアプリケーションでは、電流センサ・モニタとオペアンプのどちらを選択するかは設計者の好みの問題です。



### オペアンプOCP

- 柔軟なソリューション
- 外付け部品が必要
- コモンモード電圧は $V_{cc}$ までに制限される
- 精度と速度が求められる場合は高い費用がかかる

### 内蔵OCP

- 1つの機器のみ、BOMとPCBのスペースを節約
- 高速応答時間
- ローサイドとハイサイドでは、 $V_{cc}$ よりも高いコモンモード電圧

## ST製品&ソリューション

单方向電流モニタ	TSC101 SOT23-5 2.8V~30Vで動作 ゲイン x20 x50 x100	TSC888 SOT23-5 2.8V~24Vで動作 ゲイン x20 x50 x100	TSC102 TSSOP8 S08 2.8V~30Vで動作 ゲイン x20 (調整可能)  TSC1021 TSSOP8 S08 2.8V~30Vで動作 ゲイン x20 x50	TSC103 TSC1031 TSSOP8 S08 2.9V~70Vで動作 ゲイン x20, x25, x50, x100  TSC200 TSC201 TSC202 MiniS08 S08 -16V~80Vで動作 ゲイン x20x50x100
----------	--	--	--	---

双方向電流モニタ	TSC2010 TSC2011 TSC2012  MiniS08 S08 -20V~70Vで動作 ゲイン x20 x60 x100 V <sub>io</sub> 最大200µV	**TSC210 TSC211 TSC212  SC70-6 QFN10 -0.3V~26Vで動作 ゲイン x200 x500 x1000 V <sub>io</sub> 最大35µV	TSC213 TSC214 TSC215  SC70-6 QFN10 -0.3V~26Vで動作 ゲイン x50 x100 x75 V <sub>io</sub> 最大60/100µV	**TSC2020 TSC2021 TSC2022  MiniS08 S08 -4V~100Vで動作 ゲイン x20x50x100 V <sub>io</sub> 最大150µV	TSC1801  SOT23-6 2.0V~5.5Vで動作 ゲイン x20 V <sub>io</sub> 最大200µV
----------	--	---	--	--	--

車載用グレード製品あり



STEVAL-AETK2V1 (TSC210/13)  
STEVAL-AETK1V2 (TSC210/11/12)  
STEVAL-AETKT3V1 (TSC200/1/2)  
STEVAL-AETKT4V1 (TSC2020/21/22)

オペアンプ	TSV77シリーズ 2.0~5.5Vで動作 V <sub>io</sub> 最大200µV GBP 20MHz ○●	TSV79シリーズ 2.0V~5.5Vで動作 V <sub>io</sub> 最大200µV GBP 50MHz ○●	TSZ18シリーズ 2.2V~5.5Vで動作 V <sub>io</sub> 最大35µV GBP 3MHz ○●	TSB719シリーズ 2.7~36Vで動作 V <sub>io</sub> 最大300µV GBP 22MHz ○	TSB18シリーズ 4~36Vで動作 V <sub>io</sub> 最大20µV GBP 3MHz ○●
-------	--	---	---	---	---

拡張された温度範囲  
-40°C~+150°C  
(オペアンプでは175°C)

KIT240PAMPで提供

KIT240AUTOSCで提供

\*\*トレーニング・キットでの提供製品

## 用語集

**双方向**-負方向と正方向の両方で電流を測定するデバイスの機能。

**単方向**-単方向の電流検出は一方向のみで電流を測定します。反対方向はゼロとして検出されます。

**出力コモンモード**-双方向の測定を可能にするために、出力電圧を基準電圧を使用してシフトします。オペアンプを使用する場合、出力コモンモードが小さいと、出力の飽和も防止され、小電流に対する応答が向上します。

**入力コモンモード電圧**-回路の両方の入力に印加される共通の電圧。この電圧は有用な信号の一部ではないため、増幅すべきではありません。

**コモンモード除去比(CMRR)**-コモンモード電圧を除去する能力の尺度。ハイサイドまたはインラインの電流検出にとって重要です。

**Hブリッジ**-負荷に印加される電圧とその極性を制御するなどの目的で接続されるトランジスタ。

**ゲイン帯域幅積(GBP)**-ゲインと小信号の最大周波数との積。10kHzを40dBで増幅できる回路と、100kHzを20dBで増幅できる回路のGBP値は等しくなります。このパラメータは、オペアンプのデータシートで規定されています。

**帯域幅(BW)**-振幅が3dB減少する時の信号周波数。これは電流検出モニタのデータシートで規定されています。

**入力オフセット電圧( $V_{io}$ )**-供給電圧の中間電位で出力をを行うための $I_{in+}$ 端子と $I_{in-}$ 端子の差動入力電圧。これは内蔵トランジスタのマッチングに起因するものです。

**入力オフセット電圧ドリフト( $dV_{io} / dT$ )**-温度による入力オフセット電圧のドリフト。これはモータ制御アプリケーションで重要な場合があります。

**入力バイアス電流( $I_{ib}$ )**-デバイスの入力を流れる電流。デバイスのバイアス要件と通常動作時のリーク電流のために、入力にはごく少量の電流(テクノロジーに応じて、pAまたはnA程度)が流れます。

**ゼロドリフト**- $V_{io}$ の誤差と温度変化および時間の経過に伴って生じる誤差を補正することにより、デバイスのパラメータを自己修正するよう設計されたテクノロジー。ゼロドリフトまたはチップペー・デバイスの $V_{io}$ は、1°Cのドリフト当たり $\mu V \sim nV$ のオーダーです。ゼロドリフトは1/fノイズを事実上除去し、経年変化を軽減します。

**レール・ツー・レール入力**-ハイ・レール入力を備えたオペアンプは最大 $V_{cc+}$ までの入力信号を処理でき、ロー・レール入力は最小 $V_{cc-}$ までの信号を処理できます。レール・ツー・レール入力オペアンプは、 $V_{cc-} \sim V_{cc+}$ の入力信号を処理できます。

**EMIフィルタ**-電磁干渉の影響を抑制するためのフィルタ。電流センサは常に外部のワイヤに接続されているため、一部の外部ソースによってEMI外部擾乱が引き起こされる可能性があります。電流検出モニタと一部の高性能オペアンプは通常、EMIフィルタを内蔵しています。

詳細については、<http://www.st.com/current-sense-amplifiers>および[www.st.com/opamps](http://www.st.com/opamps)をご覧ください。

At STMicroelectronics  
we create  
technology that  
starts with You



Order code: BR2503CSENSINGQRJ

詳細はSTウェブサイトをご覧ください：[www.st.com](http://www.st.com)

© STMicroelectronics - May 2025 - Printed in Japan - All rights reserved  
STMicroelectronicsのロゴマークは、STMicroelectronics Groupの登録商標です。その他の名称は、それぞれの  
所有者に帰属します。STの登録商標についてはSTウェブサイトをご覧ください。[www.st.com/trademarks](http://www.st.com/trademarks)  
**STマイクロエレクトロニクス株式会社**

■東京 TEL 03-5783-8200 ■大阪 TEL 06-6397-4130 ■名古屋 TEL 052-587-4547

