

DESIGN NOTES

集積化された電流検出を使った自動車システムのモニタと保護

- デザインノート374

John Munson

はじめに

自動車は集積回路にとって厳しい環境であり、ボンネットの下の動作温度は -40 ~ 125 になり、バッテリー電圧バスの大きなトランジェントの発生が予想されます。電子回路はこれまで十分保護され集中化されたエンジン・コントロール・ユニット (ECU) の一部でしたが、傾向としてはもっと分散化された電子回路に向かっています。電氣的に駆動される付属品やフォールト保護のモニタ機能はECUの保護から離れ、自動車のサブシステムに移動しています。

たとえば、以前は(ベルトと滑車、または油圧を使って)エンジンによって駆動されていたウォーターポンプ、ステアリング機構、ブレーキ・アクチュエータ、多様なボディ制御装置など多くの機能が今では(モーターを使って)電氣的に駆動されます。これらの機能は、動作準備状態を常時監視するか、またはバックアップ・モード動作を備えるかしていないと、安全上のリスクを生じるおそれがあります。どちらの場合もリアルタイムのモニタが必要となり、一般に各サブシステムを流れる電流の正確な測定が関係してきます。

簡単な電流モニタのソリューション

LT[®]6100とLTC6101は自動車の設計者のニーズに応えるため特に開発されたハイサイド電流センスアンプです。これらのデバイスを自動車のバッテリー・バスの過酷な環境での動作のサポートに必要な部品は最小限です。

LTC6101を使った基本的なハイサイド電流モニタを図1に示します。R_{IN}とR_{OUT}を選択することにより、バッテリー・バスから直接給電されているこの回路に望みの利得を設定できます。LTC6101には電流出力が備わっているので、R_{OUT}から遠く離れた場所に置くことができます。したがって、アンプを直接シャントに配置することができ、他方、R_{OUT}はモニタ装置の近くに配置します。

この回路の応答時間は1μsと高速なので、MOSFET負荷スイッチの保護に最適です。スイッチ素子はセンス抵抗と負荷のあいだに接続したハイサイド・タイプ、負荷とグラウンドのあいだのローサイド・タイプまたはHブリッジのどれでも可能です。この回路はプログラム可能で、最大1mAのフルスケール出力電流をR_{OUT}に流しますが、負荷がオフ

しているときはわずか250μAの電源電流しか流しません。

電流検出とヒューズ・モニタの組合せとして使用されたLT6100を図2に示します。このデバイスは出力バッファを内蔵しており、(自動車のデータ収集システムに一般的な)低電源電圧(2.7V以上)で、しかもセンス入力モニタ信号はもっと高いバッテリー・バスの電位に設定された状態で動作するように設計されています。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

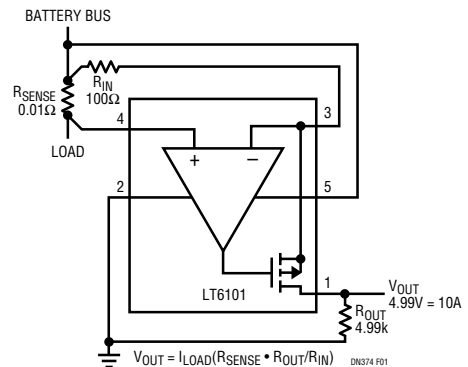


図1. 簡単なLTC6101ハイサイド電流センスアンプ

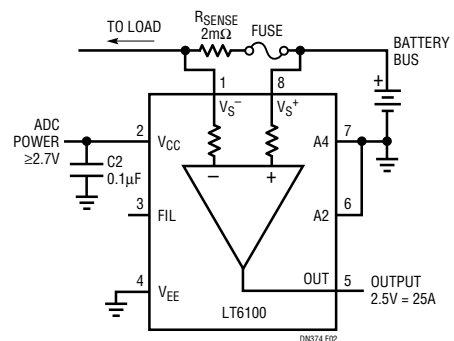


図2. 簡単なLT6100ハイサイド電流センスアンプとヒューズ・モニタ

LT6100の入力は大きな入力差に耐えますので、ヒューズが切れた動作状態（これは出力のフルスケール表示で検出されます）を許容します。LT6100はセンス入力を高インピーダンスに保ちながらパワーダウンすることも可能で、バッテリー・バスから1 μ A以下の電流しか流れません。

Hブリッジの問題の解決

ステアリング補助機能など、最新のオートドライブ機能の多くは本来双方向です。これらの機能は一般に指示されたトルクに変えるのにパルス幅変調（PWM）を使ったHブリッジMOSFETアレイによってドライブされます。これらのシステムの電流モニタには2つの主な目的があります。1つは負荷の電流をモニタして望みのコマンド（つまり、閉ループのサーボ制御則）に対する実際の動作をトラッキングすることであり、もう1つはフォールト検知と保護の機能のためです。

これらのシステムに共通なモニタ方式では、図3に示されているように、「フライング」センス抵抗の電圧を増幅します。しかし、モーターの端子の単純なグラウンドへの短絡のような潜在的に危険なフォールト状態のいくつかは検知されません。別のやっかいな問題はPWM動作によって生じるノイズです。PWMノイズはサーボ則の目的のためにフィルタ処理することができますが、保護のために役立つ情報が不明瞭になります。最善策は単純に各半ブリッジを個々に保護する2つの回路を用意して双方向の負荷電流を通知することです。場合によっては、スマートMOSFETブリッジ・ドライバにセンス抵抗が既に内蔵されていて、

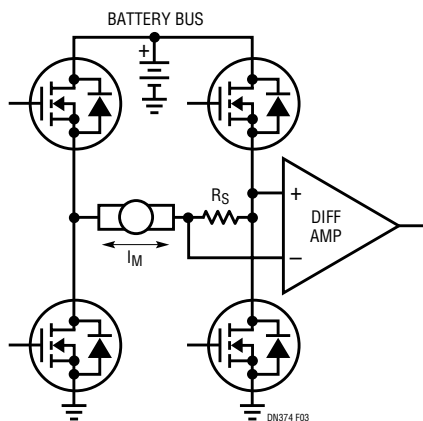


図3．性能が限定されたHブリッジ電流モニタ

必要な保護機能を提供することもあります。そのような場合、最善策は最小の追加回路を使って負荷の情報を得ることです。

双対の片方向センス測定方式を使った、ADCのための差動負荷測定方法を図4に示します。各LTC6101は、負荷の短絡やMOSFETの故障など、フォールト状態に迅速に対応するハイサイド検出をおこないます。（図には示されていない）スイッチ・モジュール内部のハードウェアに保護ロジックを搭載して、状態フラグを制御システムに与えることができます。差動として取り出された2つのLTC6101の出力により、サーボ制御のための双方向負荷測定が与えられます。グラウンドを基準にしたこの信号はほとんどの Δ ADCで使えます。 Δ ADC回路は測定結果からPWM成分を除去する積分機能も「無償で」与えます。また、この方式では、スイッチ保護のために必要な速度でアナログ-デジタル変換をおこなう必要がないので、コストと複雑さが減少します。

まとめ

LT6100とLTC6101のハイサイド電流センスアンプは車載システムの設計を簡素化します。過度電圧に対する耐性が高く（LTC6101HVの場合105V）、出力はグラウンドを基準にしているため、堅牢さを増すことができ、従来のソリューションに較べて部品点数をかなり減らすことができます。

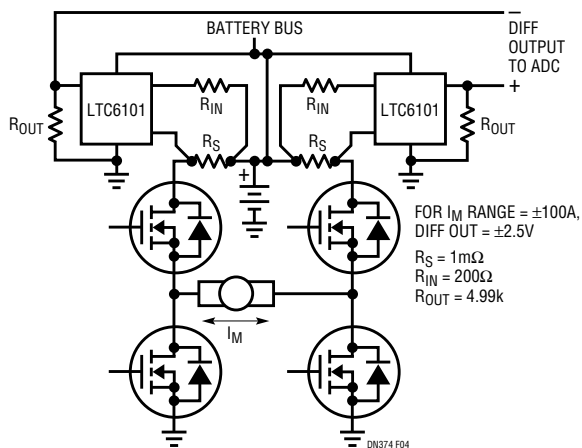


図4．フォールト検出と双方向の負荷情報を与える実際のHブリッジ電流モニタ

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町 3-6秀和紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn374f 1005 45.3K • PRINTED IN JAPAN


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2005