

電流検出アプリケーションのコモンモード・トランジェント

著者 : Kristina Fortunado

はじめに

電流検出アンプは、モーター制御やソレノイド制御、負荷電流モニタリング、故障検出など、さまざまなアプリケーションで使われています。これらのアプリケーションでは、入力コモンモード電圧がグラウンドからハイサイド電源までスイングするのが一般的です。ユーザは入力コモンモード・スイングがこのハイサイド電源に制限されるという前提で作業できますが、過渡電圧を考慮しなければなりません。このような過渡電圧が生じる結果、低電圧アプリケーションと考えられていたものが高電圧アプリケーションとなる傾向があるため、電流検出アンプには、これらの過渡現象に対処できるだけの十分な堅牢性が求められます。

モーター駆動回路の過渡電圧

これらの過渡電圧現象を理解するために、モーター駆動回路を考えてみます。図 1 に示す回路は、ADuM3223 を使用して、ハーフブリッジ構成の 2 つの MOSFET のゲートを駆動しています。ADuM3223 の入力は、デューティ・サイクル 50% の反転パルス幅変調

(PWM) 信号によって駆動され、2 つの MOSFET 間の切り替えを可能にします。

ハイサイド FET のエミッタとローサイド FET のコレクタ間のノードは、モーター駆動回路のハーフブリッジ・ポイントです。このノードは、シャント抵抗 R_{SH} 、およびインダクタンス M によって表されるモーター負荷への接続点になります。この回路では、電流検出アンプ AD8418 を使用して、シャント抵抗両端の電圧差をモニタしています。通常この電圧差はミリボルト範囲の小さい値なので、電流検出アンプから見たコモンモード電圧は基本的にハーフブリッジ・ポイントの電圧であり、図 1 では V_{CM} で表されています。

ローサイド FET がオンすると、ハーフブリッジ・ポイントの電圧がグラウンドまで引き下げられます。ローサイド FET がオフしてハイサイド FET がオンすると、ハーフブリッジ・ポイントはバス電圧 V_{BUS} に切り替わります。過渡電圧が生じるのはこの瞬間的なスイッチング時です。これらのトランジェントは、負荷の速いスイッチング速度と、ドライバに備わった反応特性によって生じます。

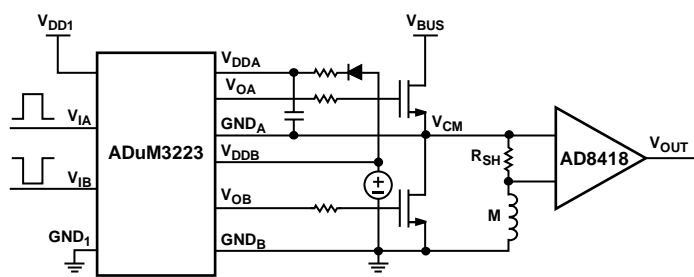


図 1. ADuM3223 と AD8418 を使用したモーター駆動回路

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

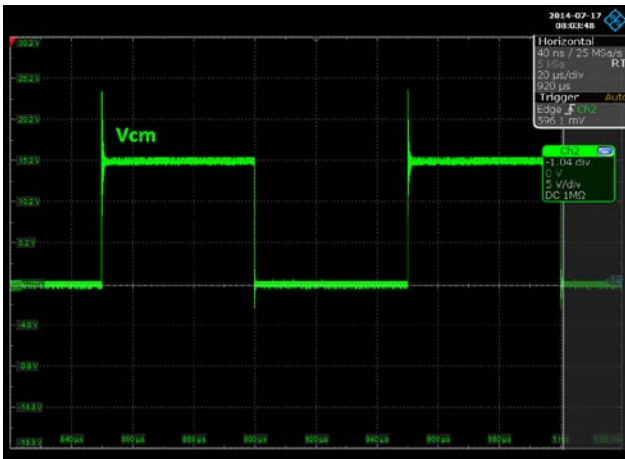


図 2. ハーフブリッジ・ポイントの共通モード電圧

図 2 は、スイッチング周波数 10kHz、バス電圧 15V の時のハーフブリッジ・ポイントの共通モード電圧です。このプロットをよく見ると、共通モード電圧のスイングの両側でトランジェントが生じているのが分かります。立上りエッジのトランジェントはほぼ 8V に達しており、これはバス電圧の 50%を超えています。立下りエッジでは約 -2.5V のトランジェントが生じています。より高いバス電圧とスイッチング周波数が使われるアプリケーションでは、トランジェントもそれだけ大きくなります。

アンプの選択

図 3 と図 4 は、ADuM3223 を使用したモーター・ドライブ回路の共通モード電圧トランジェントに対する AD8418 の代表的な応答を示したものです。AD8418 の出力は、共通モード電圧の切替え時点で予測電圧から約 30mV から 40mV 逸脱し、数マイクロ秒のうちに予測出力値に落ち着きます。電流検出アンプがこれらの大きなトランジェントに対処する能力は、その入力共通モード電圧範囲の仕様によって決まります。その他のアンプでは、許容共通モード電圧範囲または連続入力共通モード電圧として絶対最大仕様が定められている場合もあります。

アナログ・デバイセズの電流検出アンプ製品群は、幅広い入力共通モード電圧に対して使用できるように設計されています。たとえば、AD8418 の許容共通モード電圧範囲は -4V ~ +85V です。大きい負のトランジェントが発生するアプリケーションでは、AD8202 などの電流検出アンプが、最大 -8V までの共通モード電圧に耐えることができます。

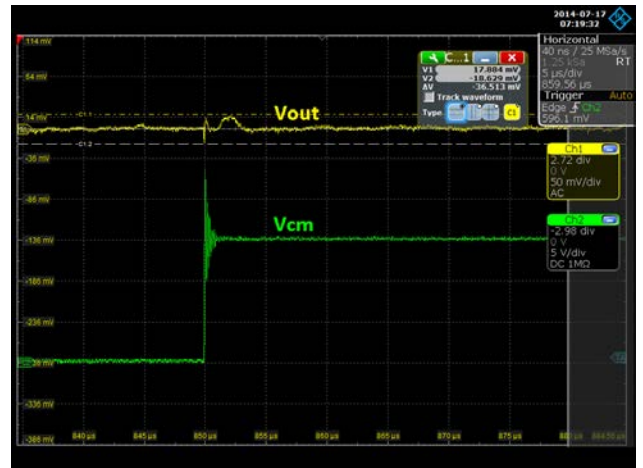


図 3. 立上りエッジにおける AD8418 の出力

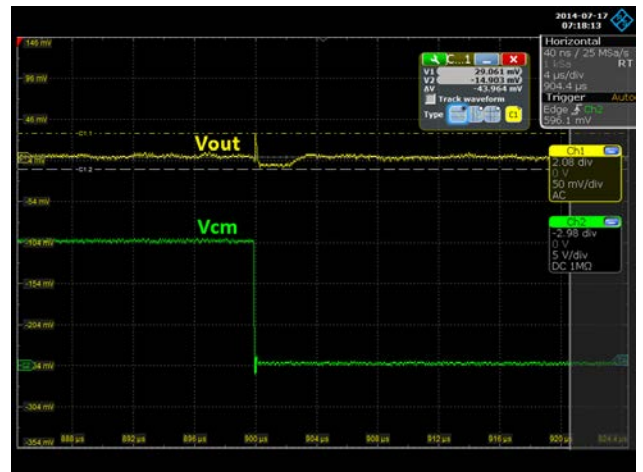


図 4. 立下りエッジにおける AD8418 の出力

結論

アンプの選択は、最終的には電流検出アンプの要求事項に左右されます。適切なアンプを選択する際には、共通モード・トランジェントが生じることを認識し、これらを考慮に入れることが重要です。アナログ・デバイセズの電流検出アンプ製品群のさまざまな入力共通モード電圧範囲は、これらの事項を考慮するにあたって高い柔軟性を提供します。