

## ADuM3220 絶縁型ゲート・ドライバによる H ブリッジの駆動

著者: Nik Ledoux、アプリケーション・エンジニア

H ブリッジ回路は、高電圧やその他の電氣的危険性が存在する環境でのインバータやモーター駆動のような多くの電源アプリケーションで使用されています。安全性や保護機能のため、ADuM1233、ADuM1234 または ADuM7234 のようなデュアル・チャンネル絶縁型ゲート・ドライバを 2 個使って制御回路を H ブリッジから絶縁することができます。これらの回路では、ハイサイド出力が絶縁グラウンド・リファレンスより高い電圧を基準とすることができ、さらにこれらの製品のハイサイド出力とローサイド出力が互いに絶縁されているため、H ブリッジの駆動に適しています。

図 1 に、ADuM7234 を使用した絶縁型 H ブリッジ・ドライバ回路の例を示します。一方の出力は  $V_{SS1}/V_{SS2}$  と  $V_{SS1}+15V/V_{SS2}+15V$  の間でハイサイド MOSFET スイッチを制御し、他方の出力は絶縁グラウンドと +15V の間でローサイド MOSFET スイッチを制御します。ADuM7234 は、1 kV rms のアイソレーションと 4A のピーク出力駆動電流を提供し、負荷に応じて最大 1 MHz までスイッチングすることができます。4 個の MOSFET のゲートに直列に接続した抵抗は、アイソレータが軽い負荷を駆動する際にリングングを防止するために必要になります。

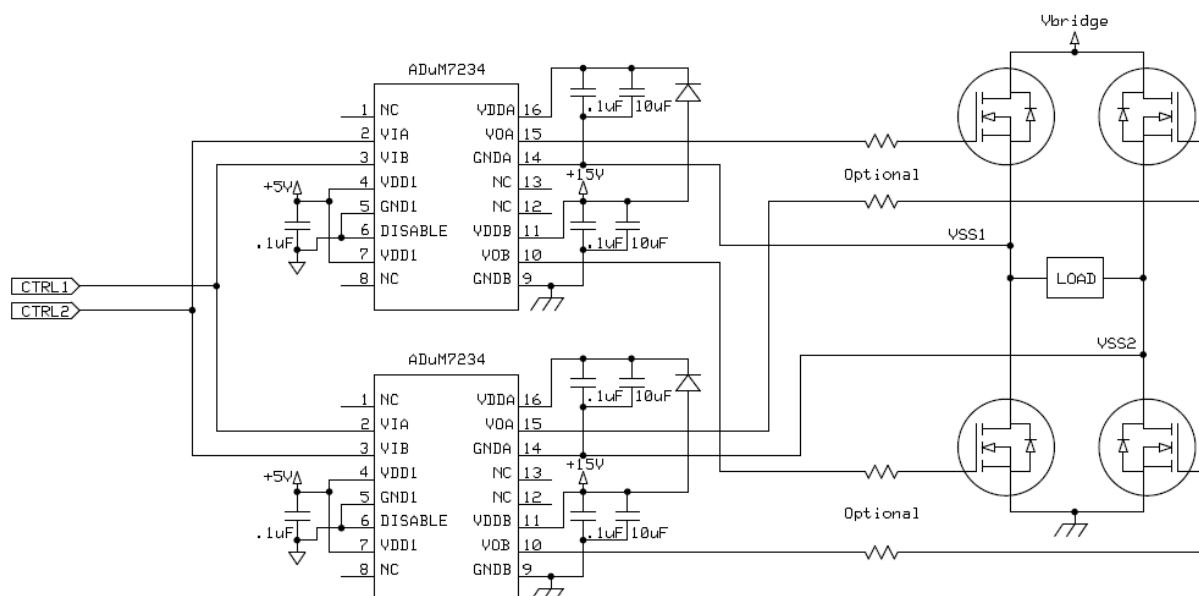


図 1. ADuM7234 を使用した絶縁型 H ブリッジ・ドライバ

2.5 kV rms のアイソレーション、3.3V のロジック・レベル、またはそれより低いゲート・ドライバ電圧レベルを提供するさらに小型なソリューションでは、図 2 に示すように 2 個の ADuM3220 (2.5kV、4A の絶縁型デュアル・チャンネル・ゲート・ドライバ) を使います。ADuM3220 はローサイド・スイッチング・アプリケーション向けですが、1 個の ADuM3220 でハイサイド MOSFET を駆動し、もう 1 個の ADuM3220 で 2 個のローサイド MOSFET を駆動することにより、ハイサイド・ゲート・ドライバとしても使うこともできます。図 2 では、2 個のハイサイド n チャンネル MOSFET が 2 個の p チャンネル MOSFET で置換えられていることに注意してください。一方の ADuM3220 が p チャンネル・デバイスを駆動し、他方の ADuM3220 が n チャンネル・デバイスを駆動します。ゲートに直列に接続したオプションの制動抵抗も示してあります。

ハイサイド ADuM3220 は、p チャンネル MOSFET のゲートを  $V_{\text{bridge}}$  と  $V_{\text{bridge}} - 5.1\text{V}$  の間でスイッチングさせます。5.1V ツェナー・ダイオードのアノードは、ハイサイド ADuM3220 のグラウンド・リファレンスになります。このノードは、 $0.1\mu\text{F}$  と  $10\mu\text{F}$  のコンデンサで絶縁グラウンドへバイパスされます。 $R_{\text{BIAS}}$  はツェナーのバイアス電流を供給します。抵抗値は、ハイサイド ADuM3220 を流れる最大電流と  $V_{\text{bridge}}$  の値により決まります。最大電流は、アプリケーションのスイッチング周波数と p チャンネル MOSFET のサイズに依存します。ツェナー・ダイオードは、所望のゲート駆動電圧と消費電力 (ADuM3220 に  $V_{\text{bridge}}$  から小さいレベルの電流が流れて、その大部分の電流が  $R_{\text{BIAS}}$  に流れ、さらにダイオードにも流れる際の消費電力) に基づいて選択する必要があります。

$V_{\text{bridge}} = 24\text{V}$ 、ゲート駆動レベル =  $5\text{V}$  (5.1V ツェナー)、スイッチング周波数 =  $1\text{MHz}$ 、 $V_{\text{gs}} = 5\text{V}$  でのゲート電荷 =  $20\text{nC}$  としたときの  $R_{\text{BIAS}}$  値決定方法の例を次に示します。まず、ゲート容量を計算する必要があります。

$$C = Q/V = 20\text{nC}/5\text{V} = 4\text{nF}$$

ここで、 $C$  = ゲート容量、 $Q$  = ゲート電荷、 $V$  = 最終  $V_{\text{gs}}$

次に、これらのゲートの駆動に必要な電流を計算して、ADuM3220 の静止電流に加算します。この値はツェナー・ダイオードの最小バイアス電流を表し、次のようになります。

$$I = CVF = 4\text{nF}(5\text{V})(1\text{MHz}) = 20\text{mA}$$

ここで、 $C$  = ゲート容量、 $V$  =  $V_{\text{gs}}$ 、 $F$  = スwitching 周波数

ADuM3220 の最大  $V_{\text{DD2}}$  静止電流は  $10\text{mA}$  です。このため、ツェナー・ダイオードを最小  $30\text{mA}$  にバイアスする必要があります。 $V_{\text{bridge}} = 24\text{V}$  で、5.1V ツェナーを使用するため、 $R_{\text{BIAS}}$  は  $630\Omega$  より大きくする必要があります。

$$R_{\text{BIAS}}(\text{max}) = (V_{\text{bridge}} - V_{\text{zener}})/I = (24\text{V} - 5.1\text{V})/30\text{mA} = 630\Omega$$

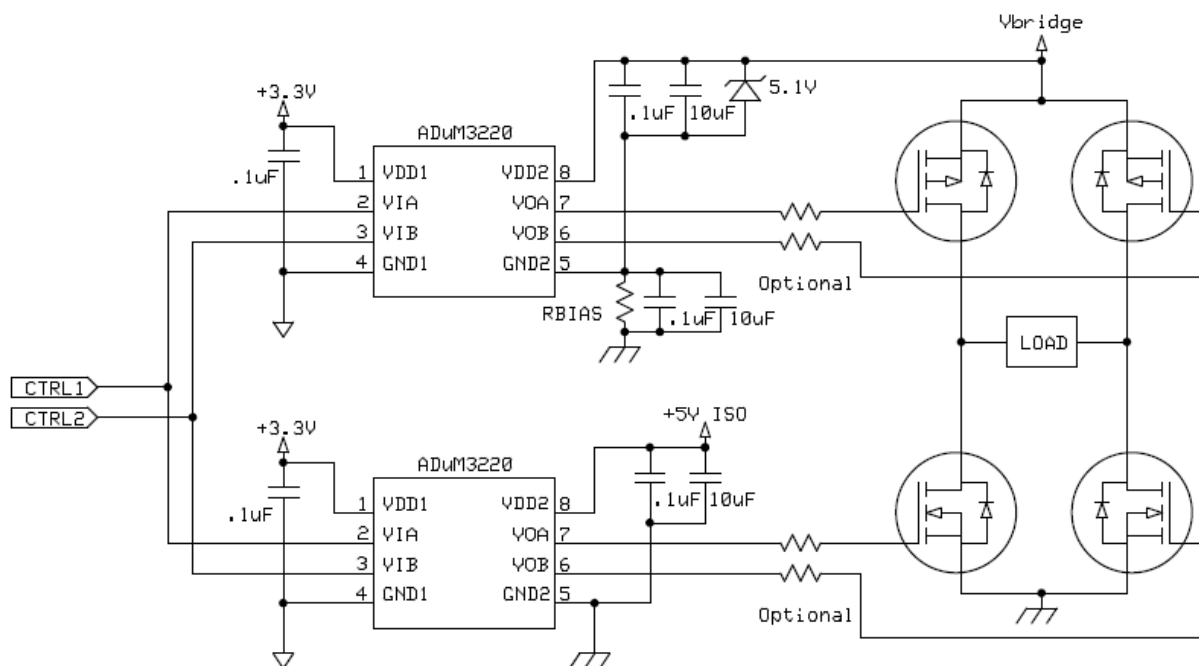


図 2. ADuM3220 を使用した絶縁型 H ブリッジ・ドライバ

図2の回路では、アイソレーション定格が1 kV rms から 2.5 kV rms へと高くなり、さらに 3.3V ロジック・レベルが使用可能になったことに加えて、図1の回路の出力電圧範囲も 12V~18V から 4.5V~18V へと広がっています。さらに重要なことは、2個の 8-SOIC で2個のナロー・ボディ 16-SOIC を置換えているためボード・スペースは図1の回路の約半分になっています。これには、簡素化された電源条件により節約されたスペースは含まれていません。

回路設計時に考慮すべき幾つかの注意点があります。1つ目は、ハイサイド・スイッチを p チャンネル MOSFET で置換えることです。アプリケーションによっては、ゲート電荷が大きく、かつ n チャンネル MOSFET に比べて  $r_{ds(on)}$  の不利があるため、この方式が実用的でないことがあります。別の注意点は、ADuM3220 のデフォルトのロー・レベル出力に関係します。入力側に電源が入っていない場合、VOA と VOB が GNDA と GNDB へ駆動されてロー・レベルになります。このため、n チャンネル MOSFET がスイッチ・オフになり、p チャンネル MOSFET がスイッチ・オンになります。出力が安定した後には相互導通は発生しません。これは、ローサイド・スイッチがオフになりますが、 $V_{bridge}$  が負荷の各端子に加えられるためです。

図3と図4に、ADuM3220 のこのアプリケーションを説明するために構成したテスト回路の結果を示します。Hブリッジは、1 MHzで±16V間でスイッチするように設定されています。図3に、4個のゲート駆動信号出力を示します。図4に、制御信号とHブリッジ出力を示します。テスト回路では2つのPCBを使ったため、プロトタイプ技術から多くの寄生効果が生じて、測定時の信号インテグリティが低下しました。優れたレイアウトにより、短く太いゲート駆動パターンを使用し、制御信号のタイミングを注意深く選ぶと、波形が改善されます。ハイサイド GND2 とローサイド GND2 との間にバイパス・コンデンサを接続することが重要です。

その他のセットアップ詳細を次に示します。

電源:

$$V_{bridge} = 16V, VDD1 = 3.3V$$

部品:

1N4733A ツェナー (5.1V)

FD4141 P チャンネル MOSFET

FD8447L N チャンネル MOSFET

$R_{BIAS} = 200 \Omega$

1  $\Omega$  の直列ゲート抵抗

このようにフル・ブリッジ・ドライバの代わりに2個の ADuM3220 を使って、最大周波数 1 MHz までの Hブリッジをスイッチングすることができます。2.5kV rms のアイソレーション、3.3V のロジック・レベル、4A のピーク駆動電流または最小 4.5V の出力電圧が必要とされる場合、このゲート駆動方式は有効なソリューションになります。また、2個のハーフ・ブリッジ・ドライバを使う場合に比べてスペースが大幅に少なくなるため、ボード・スペースが重要となるデザインに対しても適しています。



図 3.ADuM3220 の出力

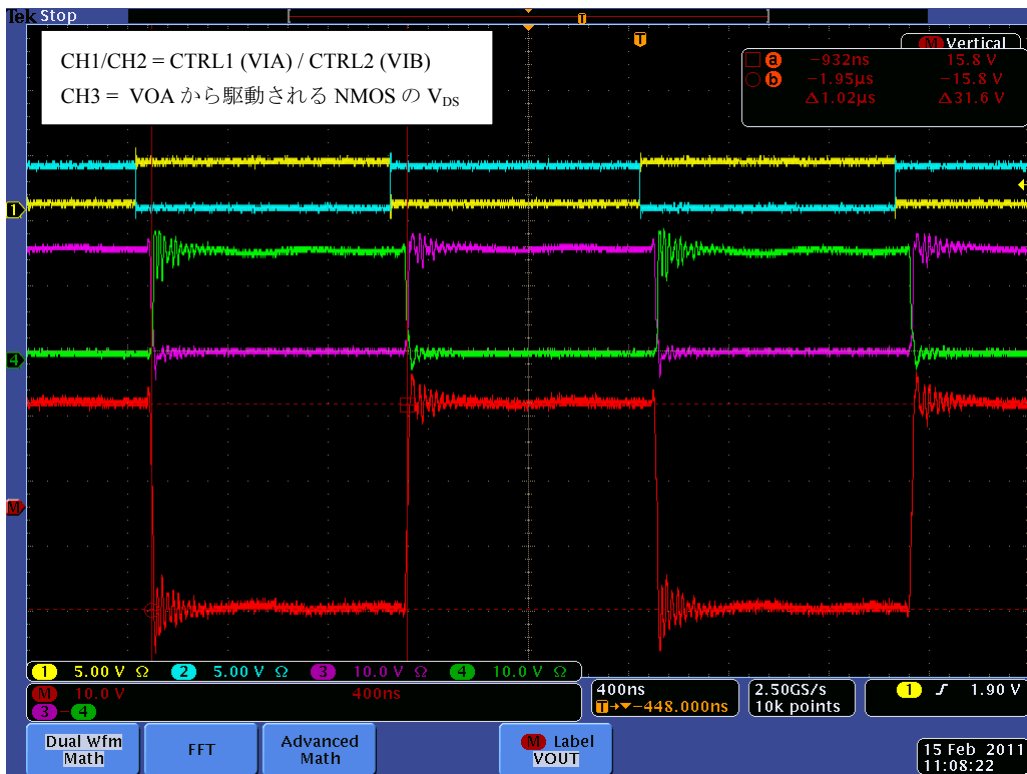


図 4.Hブリッジの出力