

LMD18200

3A、55V、Hブリッジ

National Semiconductor
Application Note 694
Tim Regan
1999年12月



はじめに

Figure 1 に示すスイッチング・パワー・デバイスは H ブリッジと呼ばれ、DC 電源電圧を供給し、2 つのペアのパワー・スイッチング・トランジスタ間で接続された負荷に 4 現象の制御を提供します。スイッチにより電流が双方向に流れるため、負荷に印加される電圧や負荷に流れる電流方向はいずれの極性にも制御できます。

H ブリッジは、しばしばステップ・モータの速度、位置、あるいは DC トルクの制御に使用されます。従来はディスクリート、またはモノリシック・バイポーラ・トランジスタで構成されてきましたが、これらを IC 化する事によりプリンタ、プロッタ、ロボット工学、プロセス・コントロールなどの 12 ~ 55V の電圧範囲 0.5 ~ 3.0A の負荷電流を必要とするアプリケーションでますますポピュラーになっています。LMD18200 はこの範囲で作動するように設計され、これらのアプリケーション用に最適化されています。

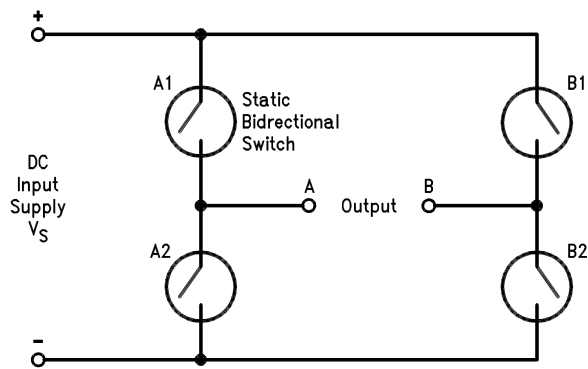


FIGURE 1. Basic H-Bridge Circuit

LMD18200 は 1 つのダイの上、バイポーラ、CMOS、DMOS のデバイスによって構成されています。これらのトランジスタはどれ

も独自の特徴を備えているので、それぞれが異なった機能にあうようにうまく適合しています。こうしたデバイスの集積化により、革新的な設計技術のいくつかが利用可能になり、単一のモータ・ドライバにはない利点を容易に得られます。

Figure 2 に LMD18200 の機能ブロック図を示します。この回路は、4 つの DMOS パワー・スイッチング・トランジスタを内蔵し、クランプ・ダイオードを備え、H ブリッジ構成の回路形式を構成しています。レベル・シフト回路、ドライブ回路のすべてを含んでいるので、標準論理互換信号レベルから H ブリッジの制御が可能です。そのほか独自の機能として、電流センス回路、過電流保護、低電圧保護、熱警告、熱暴走保護機能 (サーマル・シャットダウン) を備えています。各機能の詳細を以下に述べます。

主な機能

DMOS パワー・ドライバ

DMOS パワー・トランジスタによって電流を両方向に流せるようになり、各スイッチ抵抗が大幅に減少するので、同等のバイポーラ・パワー・トランジスタより低い電圧降下を得られます。さらに効率的な動作のために、高スイッチング速度での作動も可能です。また、各スイッチにはそれぞれ保護ダイオードが内蔵されているので、バイポーラ・トランジスタでの構成のように外部保護ダイオードを別に追加する必要がありません。

低オン抵抗

低電流でもかなり高い電圧降下を持つバイポーラ・トランジスタと異なり、LMD18200 の DMOS デバイスは、本来、温度に対してリニアな特性を備えています。各出力トランジスタのオン抵抗、 $R_{DS(on)}$ の代表値は接合部温度 25 °C では 0.3 Ω 、125 °C では 0.6 Ω です。100 mA と電流 1A では同等のバイポーラ・トランジスタの場合、コレクタからエミッタ間の電圧降下は約 1.1V ですが、LMD18200 の場合、0.45V にすぎません。高電流レベルでは、DMOS 電流デバイスの低電圧降下によりわずかに定格消費電力が低減され、その結果ヒートシンクを小さくでき、負荷に対する電源スループットがより効率的になっています。

主な機能(つき)

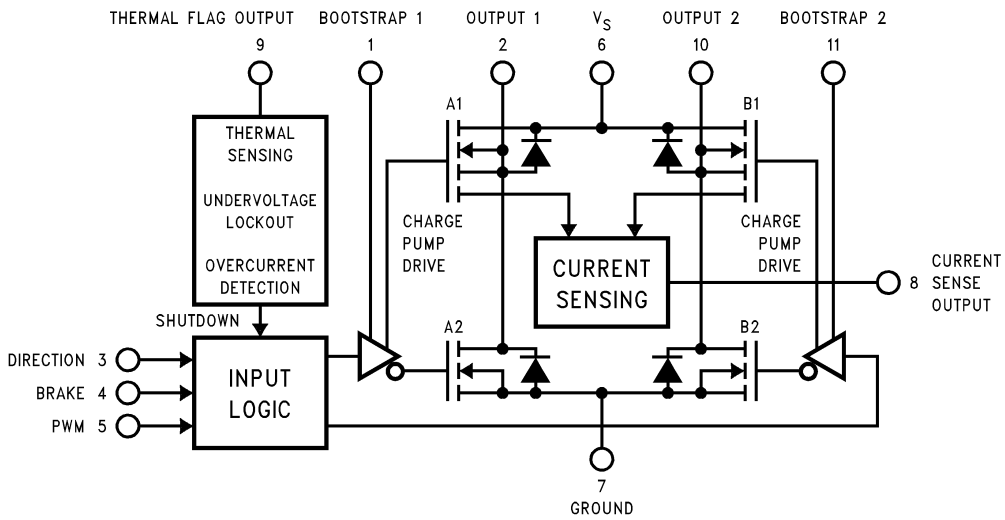


FIGURE 2. Block Diagram of the LMD18200

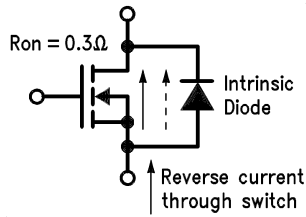


FIGURE 3. A DMOS Switch with Intrinsic Protection Diode

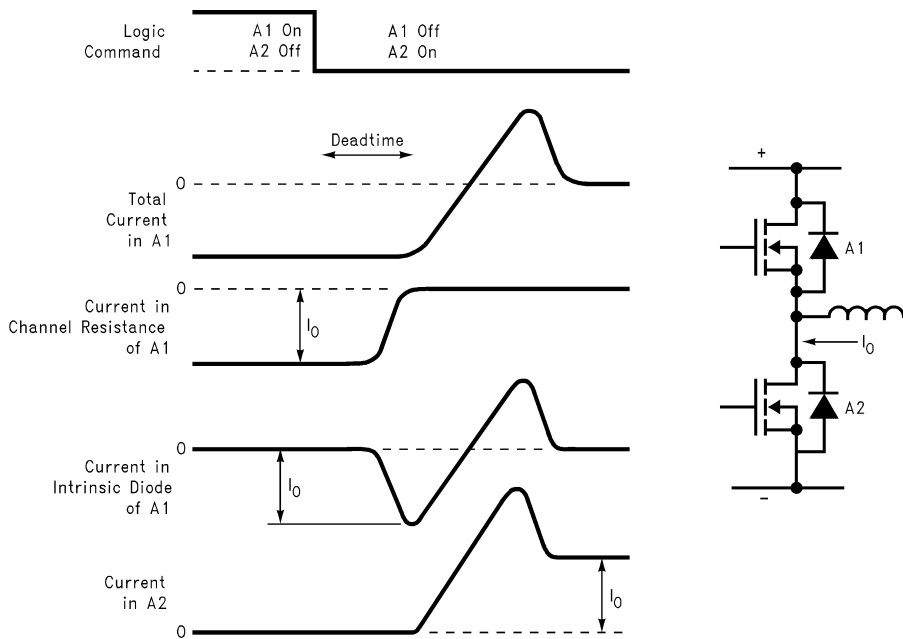


FIGURE 4. Waveforms Illustrating the Commutation of "Reverse" Current in One Switch (A1) to "Forward" Current in Another Switch (A2)

主な機能 (つづき)

保護ダイオード内蔵双方向電流スイッチ

モータのような誘導性、および慣性負荷をドライブする場合、電源スイッチを「順」電流と同様、「逆」電流も導通する必要があります。一般に、このタイプの負荷に蓄積したエネルギーは随時、自由に電源に供給できなければなりません。

逆電流パスを供給する従来の方法は、Figure 3 に示すように電源スイッチに、アンチパラレル・ダイオードを接続することです。

LMD18200 で採用されている DMOS 構造の場合、内蔵ダイオードが使われています。DMOS スイッチは電流をいずれかの方向にも導通できるため、実際には、逆電流は電源スイッチとダイオード間で共有されています。2A から 2.5A 以下の電流レベルでは電源スイッチを通る電圧 ($I \times R_{DS(on)}$) は、ダイオードの順方向スレッシュホールド電圧より低くなっており、すべての電流はこのスイッチを通して流れます。高電流レベルでは、ダイオードは導通して電流を共有します。

LMD18200 の設計では、電源スイッチが負荷電流ばかりでなく保護ダイオードの逆回復電流も別に扱えるような配慮が必要です。スイッチ A1 が最初はオンで逆電流を導通している図を Figure 4 に示します。A1 がオフ命令され、Hブリッジの同側にあるローサイド・スイッチもオフ命令され、A2 がオン命令されるインタバル時に、わずかなデッドタイム (シュート・スルー電流を除去するため LMD18200 に組み込んでいる) が発生します。デッドタイムの間、電流は保護ダイオードを通しスイッチ A1 へ流れ始めます。スイッチ A2 がオンになると、ダイオードに逆バイアスがかかり、スイッチ A2 はダイオードの短い (約 100ns) 逆回復時間の中に、負荷電流とダイオードの逆回復電流を導通する必要があります。LMD18200 の設計は、電源スイッチに関するこの追加必要条件にも対応しています。

電流センシング

LMD18200 の独自機能として、電源やグラウンド・ラインに影響を与えない負荷電流センシング回路があります。負荷電流センシングの一般的な方法は V_{CC} 電源、またはグラウンド・ラインのどちらかで小抵抗を直列に挿入し、この抵抗に印加される電圧降下を検出することです。この電圧降下は負荷に印加できる電源電圧を減らすばかりでなく、検出器に与えられる同相電圧は非常に低いかあるいは急速に変わりやすいため、検出するのが幾分難しくなっています。

LMD18200 で採用している方法は、ディスクリートのパワー MOSFET のものと同じです。各 DMOS パワー・トランジスタは、実に並列接続された数多くの小さなセルより成り立っています。各セルのオン抵抗が正温度ドリフト係数であるため、スイッチを流れる全電流は個々のセル間をほとんど同等に分流します。これらのセルのいくつかを切り離し、全スイッチ電流の縮小レプリカである

電流を供給します。Figure 5 に電流センス回路の簡単な機能図を示します。

電流センス出力ピンより供給される電流は Hブリッジの 2 つの上位 DMOS スイッチにより導通される全順方向電流の和に比例した電流です。このセンス電流は電源デバイスを通る電流 1A 当たり 377 μ A の代表値を持っています。抵抗器をセンス出力ピンとグラウンド間に接続するだけで、この電流を負荷に加えられる電流に比例した電圧へ変換します。この電圧は帰還制御、あるいは負荷過電流保護用に使用します。

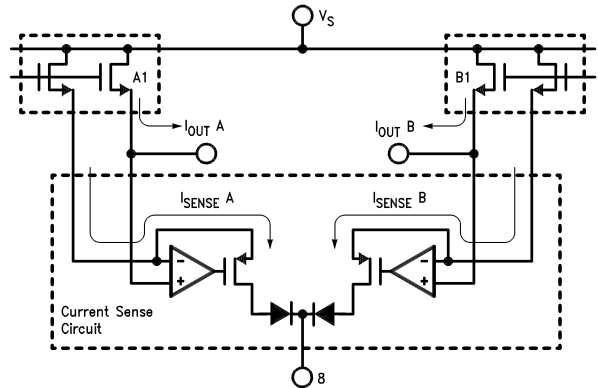


FIGURE 5. The Current Sensing Circuitry of the LMD18200

チャージ・ポンプ、ブートストラップ回路

DMOS スイッチをオンにさせるには、そのゲートをソース電圧より約 10V 以上にしなければなりません。Hブリッジの各ローサイド・スイッチはそれぞれソース端子を備え、ゲート・ドライブ電圧を V_S 電源電圧からデバイスに供給します。しかし、2 つのハイサイド・スイッチは、グラウンドと V_S の間で継続して切り換える出力ピンに接続のソース・ターミナルを備えています。これらスイッチ用のゲート・ドライブ電圧を発生させるためにチャージ・ポンプ回路が使用されます。Figure 6a は、この回路を示します。

トランジスタ Q1 と Q2 は、300kHz の内部発振クロック周波数でグルグルされます。Q2 がオンの場合、オンチップ・チャージ・ポンプ・コンデンサ C_{CP} は約 14V に充電されます。Q1 がオンにスイッチされた場合、このコンデンサの底部は電源電圧 (V_S) に接続されます。このため、上部 DMOS 電源スイッチのゲートに接続しているポイント X は電源より約 14V 高くなります。これはソースが V_S 電位であっても上部デバイスがスイッチ・オンになるのを確実にしています。

主な機能 (つづき)

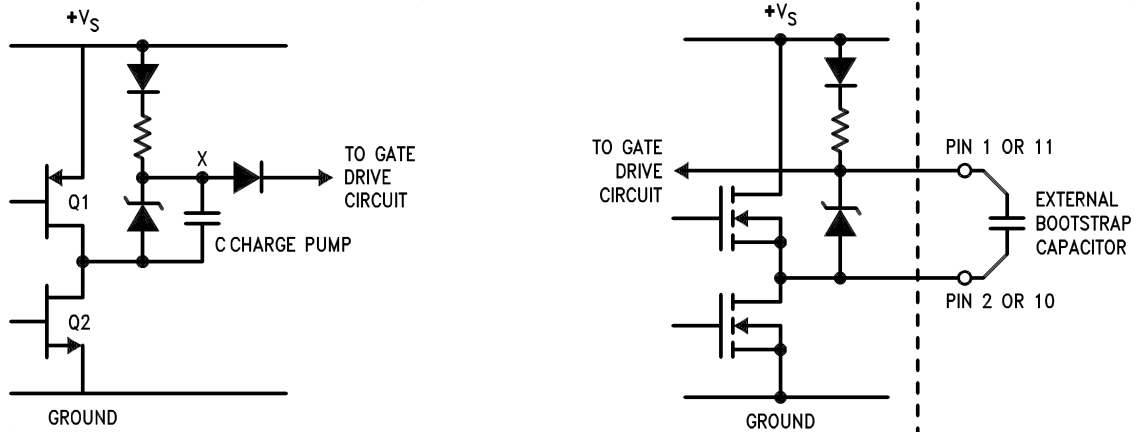


FIGURE 6. Internal Charge Pump Used in the LMD18200 (a); the Use of External Bootstrap Capacitors (b)

コンデンサ C_{CP} の値は実用的な面から制限されています。 C_{CP} に蓄積可能な電荷が限られているため、上部 DMOS トランジスタのターンオン・タイムは比較的遅いですが、約 1kHz までの動作周波数には満足できるものです。DMOS デバイスがオンになると 300kHz の発信器がチャージ・ポンプ回路を作動し続け、入力制御が命令する限りパワー・デバイスのオンを続けます。このチャージ・ポンプ回路は DMOS トランジスタに必要な電圧のすべてを供給するため、LMD18200 に採用されている外部論理制御をシンプルな TTL 信号にします。

高周波数動作については、ハイサイド DMOS スイッチのターン・オンをさらに速くする必要があります。外部ブートストラップ・コンデ

ンサを使用すれば可能になります。Figure 6b にブートストラップ回路を示します。動作原理は、ブートストラップ・コンデンサ C_B のスイッチングを Hブリッジ自体の DMOS 電源スイッチで行なう以外、チャージ・ポンプ回路の原理と同じです。この外付けコンデンサを充電するための十分な電流を供給できるので、このコンデンサは比較的大きな値 (10nF を推奨します) を得られ、1 μ s 以下の代表値で充電できます。 C_B は DMOS パワー・トランジスタの入力ゲート容量より大きく、トランジスタは代表値約 100ns の高速でオンになるため、最大 500kHz のスイッチング周波数で LMD18200 を作動できます。Figure 7 に外付けブートストラップ・コンデンサ使用時/未使用時の上部トランジスタのスイッチング性能を示します。

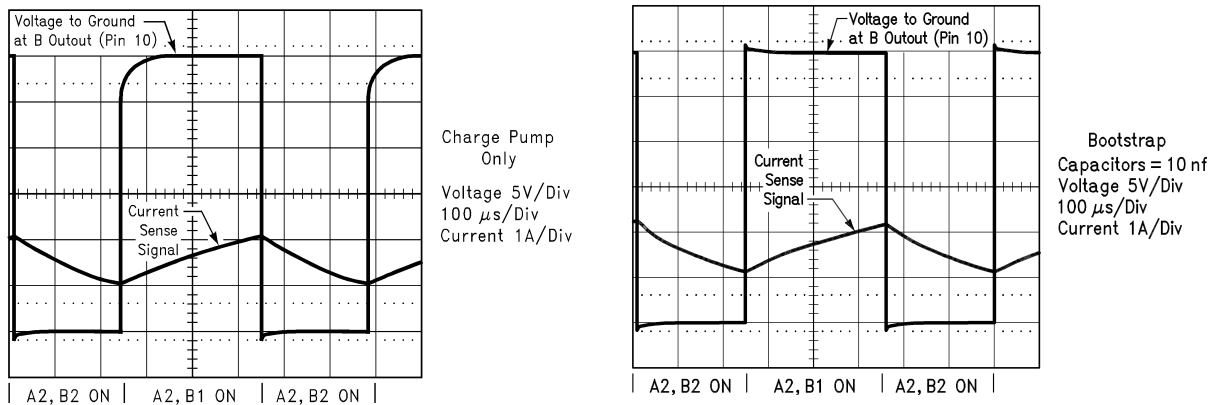


FIGURE 7. Comparison of Switching Waveforms with and without the Use of Bootstrap Capacitors

過電流保護

上部 2 つのパワー DMOS スイッチを流れる電流は常にモニタされ、シャットダウン・トリップ・レベル (約 10A) と比較されます。2 つの出力間での短絡発生の際、あるいは出力からグラウンドまたは過度の電流の流れを引き起こす負荷条件のいずれかによる短

絡発生の際、過電流保護回路が働いて上部スイッチをオフに切り替えます。この保護装置の独自機能では、入力論理がスイッチをオンにするように命令している限り、保護回路は周期的 (約 8 μ s 毎に) にスイッチをオンに戻します。これにより、一次的な負荷障害の後、Hブリッジを自動的に再スタートさせます。

主な機能 (つづき)

熱警告 / サーマル・シャットダウン

過剰動作温度による保護は、他のパワー・デバイスの場合と同じく必要な機能です。LMD18200 は常に DMOS スイッチ近くの接合部温度を感知し、この温度が約 170 になると全スイッチをディスエーブルし、致命的な故障からデバイスを保護します。温度スレッシュホールドにヒステリシスを持っているため、温度が少し下がるとデバイスが自動的に再スタートするようになっています。

もう 1 つの独自機能として LMD18200 は過剰動作温度に対する早期警告フラグを備えています。接合部温度が 145 に達するとオープン・コレクタ出力端子がロジック L になります。このフラグは、パワー・ドライバが熱くなったためシャットダウン、あるいは出力電源の低減のいずれかが必要であることをシステム・コントローラに通報します。複数の H ブリッジからの警告フラグはワイヤード Or で接続されます。

アンダーボルテージ・ロックアウト

LMD18200 にはアンダーボルテージ・ロックアウトも標準装備されています。この回路は、DC 電源電圧が約 10V 以下に下がるとすべてのスイッチをディスエーブルします。この機能は、正規のスイッチ動作が最低 10V の電源電圧を印加しなければ保証されないからです。

動作原理

H ブリッジの負荷に対する平均出力電圧は、パルス幅変調 (PWM) によって継続的にコントロールされています。出力電圧はいずれの極性を得られ、必要に応じてどちらか一方を通して電流を流せます。LMD18200 は 3 つの論理コントロール入力、PWM、Dir、Brake を備え、これらは H ブリッジのスイッチング動作をコントロールします。Figure 8 に、このコントロール入力についての機能の概要を示します。論理コントロール入力を直接 (外部論理なし) に使用でき、一般的な PWM コントロール技術の 2 つの機能、固定型アンチフェーズ・コントロールとサイン / マグニチュード・コントロールを持っています。

PWM	Dir	Brake	Active Output Drivers
H	H	L	A1, B2
H	L	L	A2, B1
L	X	L	A1, B1
H	H	H	A1, B1
H	L	H	A2, B2
L	X	H	NONE

FIGURE 8. Control Logic Truth Table

固定型アンチ・フェーズ制御

固定型アンチ・フェーズ制御を使用して誘導負荷をドライブするための基本的なピン配置図と理想的な波形を Figure 9 に示します。

単純 PWM 入力信号の制御により、正反対にあるペアのスイッチ (H ブリッジの片側にある上部スイッチと反対側にある下部スイッチ) は両方ともオン、オフにドライブされます (ともに「固定された」の意味から固定型アンチ・フェーズ制御と呼びます)。ゼロ平均出力電圧では、各出力端子の平均電圧は V_{CC} 電源とグラウンドとの中間の値になります。この条件で各スイッチの導通デューティ・サイクルは 50% で、平均負荷電流はゼロになります。

A1、B2 固定導通インタバルは制御信号のデューティ・サイクルの変化により増加するため (図では 75%)、A2、B1 ペアの導通タイムは相関的に減少します。このデューティ・サイクルの変化で、 V_{OA} の平均電圧は V_{OB} より先高くなって負荷に電圧が印加され、負荷の平均電流は端子 V_{OA} から V_{OB} の方向に流れます。モータ負荷の場合、この変化はモータを一方に回転させ、その速度は 50% のデューティ・サイクル変調の量に比例します。反対に、デューティ・サイクルが 50% 以下に減少した場合、 V_{OA} から V_{OB} への平均電圧は負になり、平均負荷電流は V_{OB} から V_{OA} に流れ、回転の方向が逆になります。

負荷を通るリップル電流の方向を逆にすることは、自由にできます。これは、2 つのスイッチが常にオンにドライブされ、常にいずれの極性の電流も導通できるからです。このタイプの制御のもう 1 つの利点は、負荷電流の流れる方向に関係なく、負荷に対する電圧が常にスイッチの状態により定義されていることです。

慣性負荷の高速ダイナミック制御を行なうアプリケーション (モータ回転方向の急速反転) では、負荷から電源に戻る起電力の発生が起こることが重要です。2 つのスイッチがオンにドライブされている場合、常にこの起電力のために通路が存在します。

固定アンチ・フェーズ制御の主な利点は、速度とモータ負荷の方向の両方を制御するのに 1 つの制御信号で行なわれることです。デューティ・サイクルを変調するだけでスピード制御の負荷に対する平均電圧と電流の調整を行い、回転方向はデューティ・サイクルが 50% 以上、または以下であるかどうかで決まります。

LMD18200 に関して固定アンチ・フェーズの不利な点は、Figure 9 で示すように電流センス出力が不連続であることです。これは、電流検出トランジスタが 2 つの上部 DMOS パワー・デバイスを流れる「順」電流を単にミラーするためです。電流の方向が負荷に対する電圧の所定の極性に向かう方向と反対である場合、「逆」電流は電流ピンに出力されません。

サイン / マグニチュード制御

LMD18200 が直接サポートする PWM 制御の第 2 の方法は、サイン / マグニチュード制御と呼ばれています。この技術の理想的な波形を Figure 10 に示します。

H ブリッジの片側における出力端子の電圧は不変の状態ですが、一方、その反対側の平均電圧はパルス幅変調入力信号のデューティ・サイクルにより変動します。負荷に印加される電圧の波形と極性は、H ブリッジの片側のトランジスタを絶えず ON し、変化させません。また、もう一方は 2 つのスイッチのデューティ・サイクルを切り替えて平均負荷電圧の大きさを決定します。

固定型アンチ・フェーズ制御

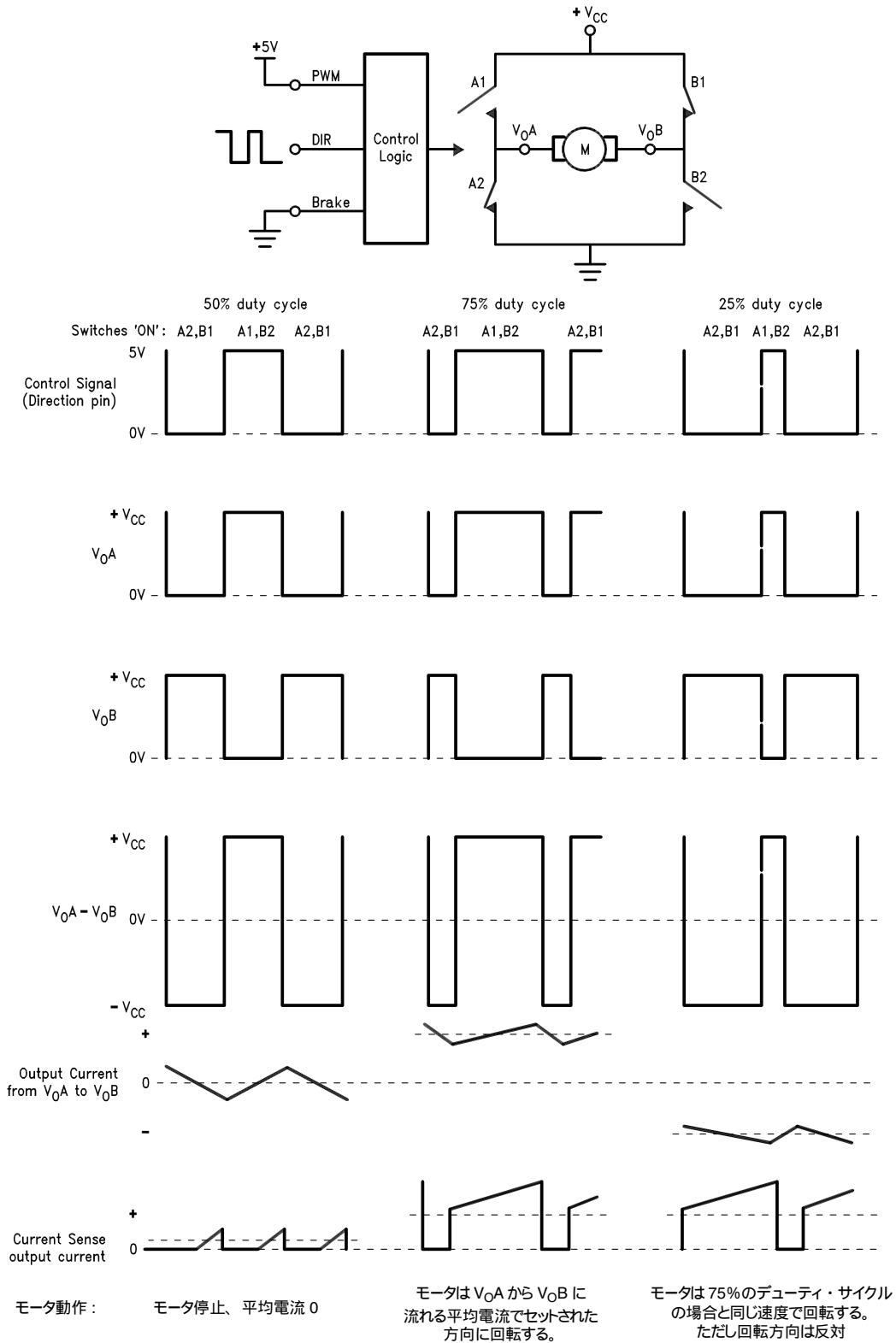


FIGURE 9. Idealized Switching Waveforms for Locked Antiphase Control

サイン/マグニチュード制御

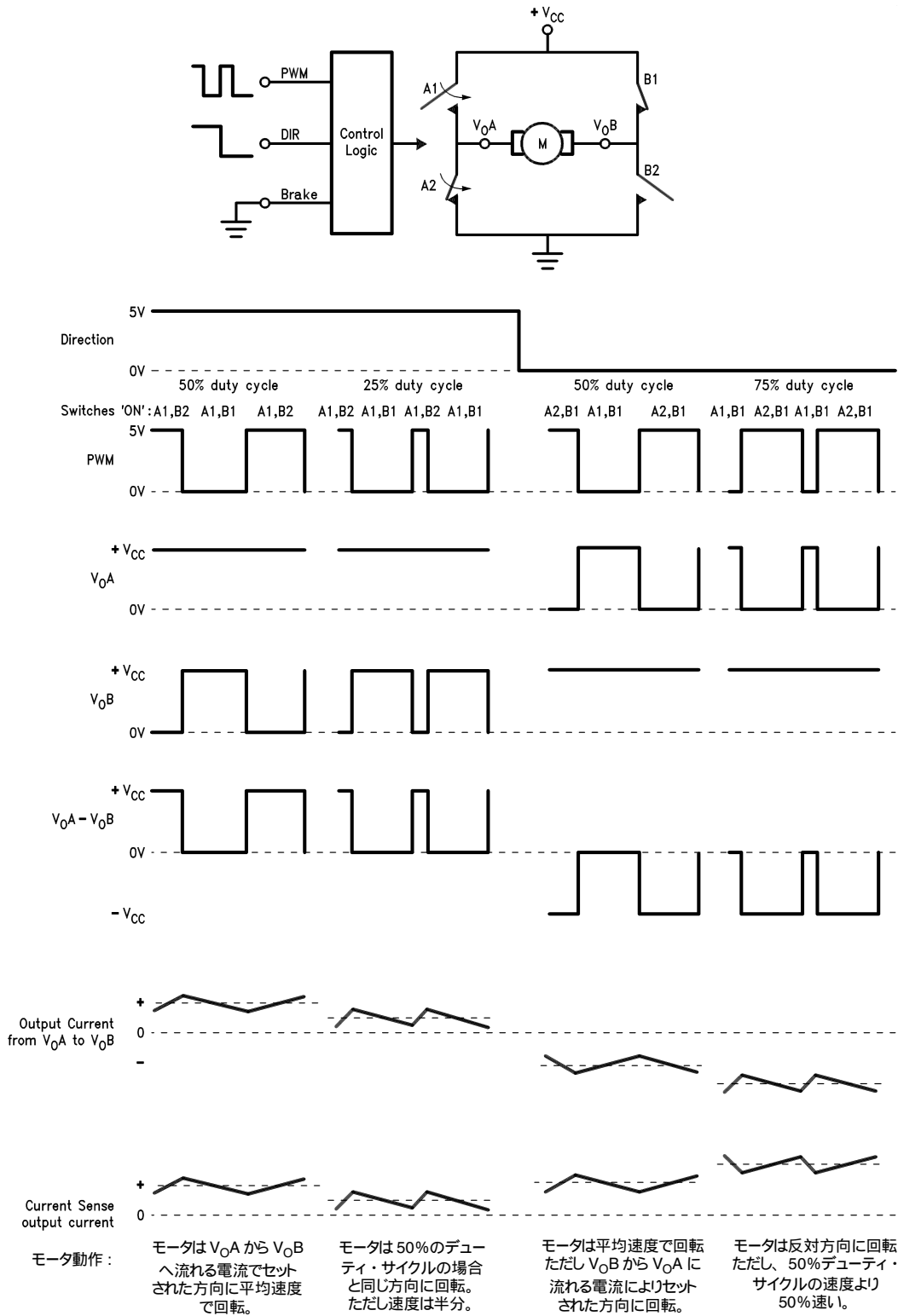


FIGURE 10. Idealized Switching Waveforms for Sign/Magnitude Control

サイン / マグニチュード制御 (つつき)

Dir 入力に印加されたロジック・レベルは、スイッチ A1、あるいは B1 のどちらかをオンにします。これは正電源電圧電位に出力 V_{0A} あるいは V_{0B} を固定するので、負荷電流の流れる方向を制御します。次に PWM ピンに印加された信号のデューティ・サイクルは負荷に対する平均電圧と電流を制御します。デューティ・サイクルが増加すると負荷に対するパワーも増加し、モータ負荷の回転速度が高くなります。

サイン / マグニチュード制御に対して上部トランジスタのいずれかを継続的にオンのままにするのは、電流センス出力が永久的にアクティブ状態であるため、LMD18200 では推奨していません。電流は常に上部トランジスタ、あるいはもう一方 (スイッチ A1 あるいは B1 を通して) のいずれかに流れ、検出され、電流センス・ピンに出力されます。これにより、固定アンチ・フェーズの不連続モードを改善し、負荷電流を連続して検出できます。これは負荷電流の方向が負荷に対する電圧の極性と一致する限り、あてはまらず。モータ負荷の回転方向を逆にする必要がある場合、短いインタバルが発生し、負荷が起電力を発生させ、「逆」電流は上部パワー・デバイスを通して流れ、瞬間的に電流センス出力信号の中断を引き起こします。

ブレーキング

端子を短絡してモータを緊急停止させるためには、PWM と Brake 入力ピンの両方をロジック 1 レベルに印加します。Dir 入力ピンがロジック 1 の場合、2 つの上部スイッチ (A1 と B1) をオンにすると行なわれ、ロジック 0 の場合は、下側スイッチ (A2 と B2) がモータを短絡します。上側スイッチは過電流トリップ回路により保護されているので、上側スイッチを使ってブレーキングを行なうことを推奨します。

消費電力の計算

LMD18200 からその十分な性能を得るためには、デバイスの消費電力を考慮し、必要に応じて十分なヒートシンキングが大切です。全消費電力を構成する 3 つの要素には、静止パワー、導通パワー、スイッチング・パワーがあります。下記の等式にこれらの構成要素のそれぞれに関する最悪ケースの概算を示します。

静止消費電力、 P_Q

文字通り、静止して負荷がかからない消費電力を意味します。

$$P_Q = I_S \times V_{CC}$$

I_S = 静止電流電源 (通常 13mA、最大値は 25mA)

V_{CC} = 電源電圧

導通消費電力、 P_{COND}

負荷電流を運ぶスイッチの消費電力を意味します。すべてのアプリケーションでは、負荷電流は 2 つのスイッチにより導通します。H ブリッジの等価直列抵抗は 1 つのスイッチのオン抵抗のおよそ 2 倍になります。スイッチによる消費電力は次の等式で得られます。

$$P_{COND} = 2 \times I_{RMS}^2 \times R_{DS(on)}$$

I_{RMS} = RMS 負荷電流の最悪ケース値

$R_{DS(on)}$ = 動作接合部温度における電源スイッチのオン抵抗、
25 で通常 0.33、125 で最大 0.6

スイッチング消費電力、 P_{SW}

スイッチング消費電力は、H ブリッジのオン / オフ・スイッチング動作時にスイッチと保護ダイオードにより消費されるエネルギーを組み合わせたものです。スイッチをオンにするエネルギーとスイッチをオフにする保護ダイオードのエネルギーを合わせた総エネルギーの概算は次の等式で求められます。

$$E_{ON} = \frac{V_S I_O t_{ON}}{2} + V_S Q_{RR} + V_S I_O t_{RR}$$

DMOS スwitch の 1 つをオフにし、電流を他のスイッチの保護ダイオードに転送する場合、ターンオフ・エネルギーの概算は以下の等式で求められます。

$$E_{OFF} = \frac{V_S I_O t_{OFF}}{2}$$

平均スイッチング消費電力の合計は以下の等式で求められます。

$$P_{SW} = (E_{ON} + E_{OFF}) \times f$$

このスイッチング消費電力は、一度に 1 つのトランジスタしか使用できないサイン / マグニチュード制御を使用するアプリケーションのためのものです。常に 2 つのトランジスタが同時にスイッチしているため、この消費電力は固定アンチ・フェーズ制御では 2 倍になります。

$P_{SW} = 2 \times (E_{ON} + E_{OFF}) \times f$ 固定アンチ・フェーズの場合
上記等式は以下の値を使用しています。

V_S = 電源電圧

I_O = 負荷に対するピーク電流

t_{ON} = DMOS トランジスタのターンオン・タイム、外付けブートストラップ・コンデンサを装備している場合は 100ns、装備していない場合は 20 μ s。

t_{OFF} = DMOS トランジスタのターンオフ・タイム外付けブートストラップ・コンデンサを装備している場合は 100ns、装備していない場合は 20 μ s。

Q_{RR} = 保護ダイオードのリカバード・チャージ、150nanocoulombs を使用。

t_{RR} = ダイオードの逆回復時間、100ns を使用。

f = H ブリッジ動作スイッチング周波数

これらの値はスイッチング消費電力の最良、最悪ケースの近似値を示します。

総消費電力、 P_{TOT}

パッケージの総消費電力は以下のような 3 つの構成要素の和になります。

$$P_{TOT} = P_Q + P_{COND} + P_{SW}$$

50kHz 以下の低スイッチング周波数では、消費されるパワーの大半を導通します。高周波数で動作する場合、スイッチング消費電力は顕著になる可能性があるため考慮する必要があります。

フリー・エアでのパワー TO-220 パッケージの場合、周囲温度が 25 では LMD18200 はヒートシンクを必要とせず約 3W の電力が消費できます。

アプリケーションの例

LMD18200 は外付け部品を極力減らしたため、その使用は非常に簡単です。パワー・ステージに必要な唯一の外付け部品は、電源バイパス・コンデンサとオプションのブーストラップ・コンデンサ、また特別なアプリケーションでは電流センス抵抗器です。どのようなアプリケーションも困難な部分は PWM 制御信号を発振し変調させることです。これは、プログラム可能なマイクロ・コントローラ出力ラインとして唯一のオペアンプ/コンパレータ構成を備えている LM3524D などの専用の PWM ジェネレータを使用するか、あるいは LM629 などの専用のモーション・コントロール・デバイスを使用すれば構成できます。

Figure 11 に DC モータの位置、あるいは速度のいずれかを制御する LM629 の LM18200 とのダイレクト・インタフェースを示します。LM629 はデジタルでプログラム可能なモータ・コントローラで、LMD18200 を駆動するためサイン・ビットと可変 PWM コントロール信号を出力します。モータ・ポジションの帰還は、モータ・シャフトの回転ごとに任意のカウント数を発生するオプティカル・シャフト・エンコーダを経由して行なわれます。デジタル制御アルゴリズムは、ホスト・マイクロコンピュータからの命令に応じて LM629 に

より処理されます。図に示す通り、IC がオーバーヒートを始めると LMD18200 の熱フラグ出力を使い、システムをシャットダウン、または、ドライブをモータにバックオフできるようになります。さらに、プロセッサの出力ラインから直接 LMD18200 のブレーク入力を駆動させ、緊急ブレーキの構成も可能です。

アプリケーションの多くは、モータを流れる電流に比例するモータ負荷のトルク制御を求めています。LMD18200 は、電流センス機能を使用して Figure 12 に示すモータ電流の検出、制御を容易に行なう手段を提供しています。このアプリケーションの場合、モータが希望通りの電流レベルの設定で駆動するまで、LM3524D の安定パルス幅変調器が、LMD18200 の電源センス出力ピンと外部発生した制御電圧を比較し、制御信号 (0 から約 50%) のデューティ・サイクルを調整します。この場合、スイッチング周波数は 40kHz にセットさせるので、ブーストラップ・コンデンサを使用しなければなりません。これは、固定アンチ・フェーズ制御の場合にも適用されます。単一制御入力フェーズを逆にすることでモータの回転方向の反転が可能です。

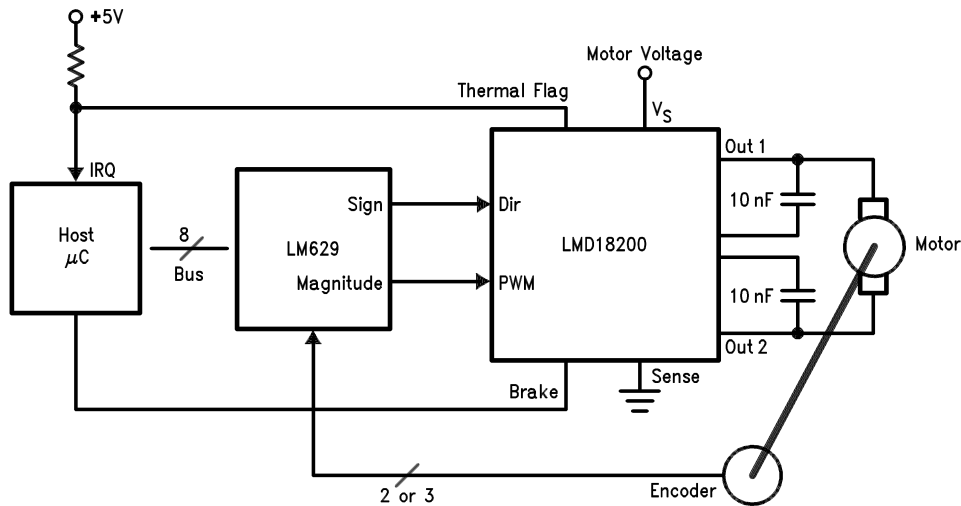


FIGURE 11. Direct Interface of an LMD 18200 to the LM629 Motion Control Device

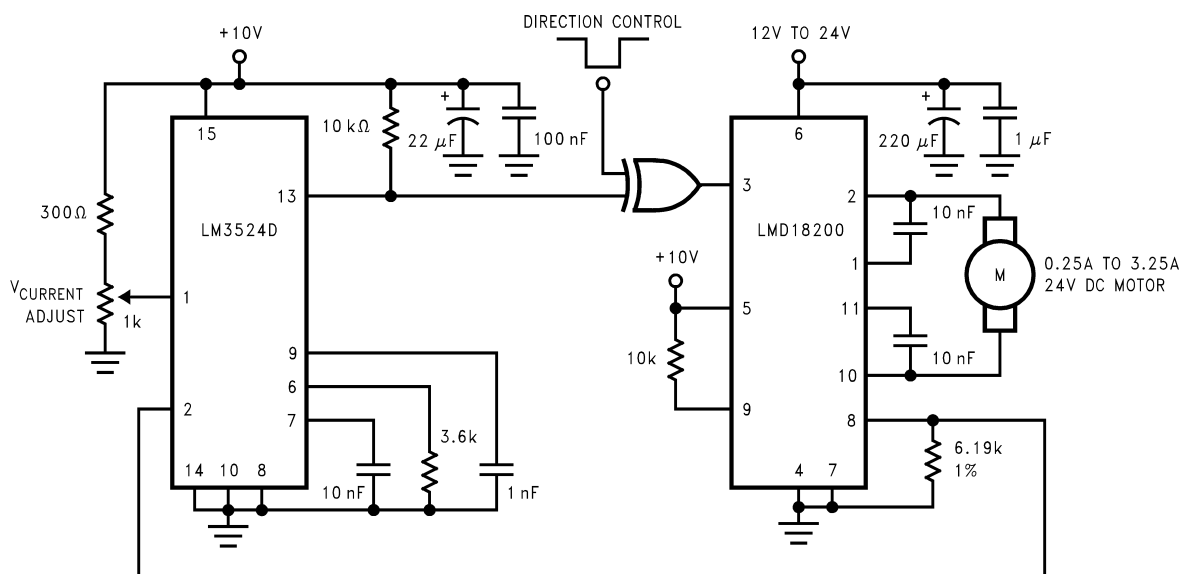


FIGURE 12. Utilizing the Current Sense Feature to Control the Torque of a Motor Load

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料（日本語 / 英語）はホームページより入手可能です。

<http://www.national.com/jpn/>

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。



0120-666-116