

±4.75V～±70Vの範囲で動作し、レール・トゥ・レールの出力振幅と低入力バイアス電流を特長とするモノリシック・オペアンプ

Michael B. Anderson

モノリシック・オペアンプは1960年代から存在していますが、このどこにもあるデバイスの性能は、今なお着実に向上しています。高精度モノリシック・オペアンプLTC6090は、高精度オペアンプで期待される機能を損なうことなく、電源電圧を±70Vまで広げることによって大きく前進しました。LTC6090は、小型の8ピンSOパッケージおよび16ピンTSSOPパッケージで供給されています。両パッケージとも放熱用のパッドを備えており、熱抵抗を低くしてヒートシンクが必要ないようにしています。低電圧制御ラインとのインターフェースが容易で、熱に対する安全機能を内蔵しているので、高電圧のアナログ設計が大幅に単純化されます。

高電圧と高性能

良いオペアンプの条件とは、入力バイアス電流が低く、オフセット電圧が少なく、さらに低ノイズであることです。LTC6090も例外ではありません。MOS入力段を使用した設計により、入力バイアス電流は25℃のとき標準で3pAであり、85℃のときでも100pA未満です。このため、図1に示すようなフォトダイオード・アンプなどの高インピーダンスのアプリケーションに最適です。入力オフセット電圧は1.6mV未満と低く、ノ

イズは10kHzで11nV/√Hzです。入力同相範囲はどちらのレール電圧からも3V内側の範囲、つまり全体で140Vの電源では範囲は134Vになります。

高精度オペアンプは負荷を駆動する際にも精度を維持することを期待されます。LTC6090は、ここでも期待を裏切りません。ユニティゲインでも安定して動作する出力駆動能力には、

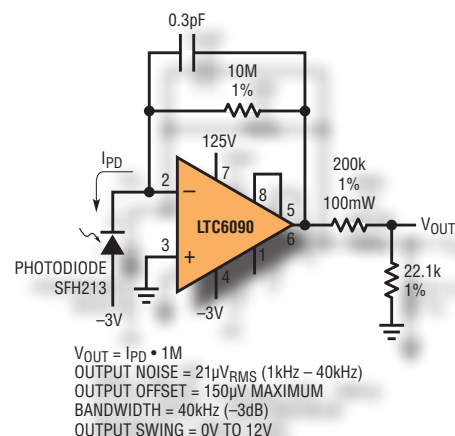


図1. ダイナミックレンジを拡張した1Mインピーダンス変換フォトダイオード・アンプ

10MHzのGBW積、高速スルーレート、および最大200pFを駆動できる±10mA定格のレール・トゥ・レール出力段があります。図2に示す例は、140V_{P-P}の10kHz正弦波です。負荷電流が増加しても出力振幅が適切に維持されている様子を図3に示します。また、図4に示すように、出力電圧100V_{P-P}での低歪率増幅帯域は、8kHzまで伸びています。

図2. LTC6090の出力電圧、140V_{P-P}の10kHz正弦波

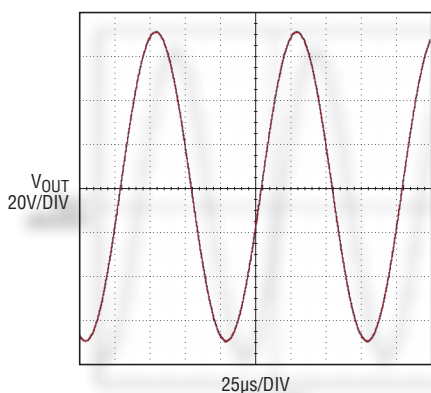


図3. LTC6090の出力電圧振幅と負荷電流

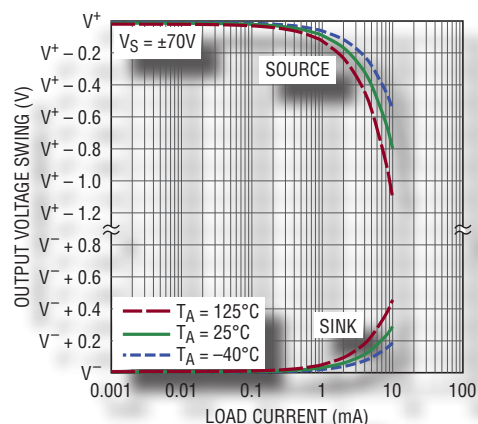
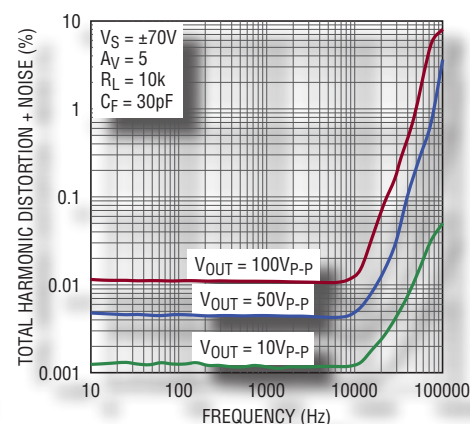


図4. LTC6090の全高調波歪み+ノイズと周波数



良いオペアンプの条件とは、入力バイアス電流が低く、オフセット電圧が少なく、さらに低ノイズであることです。LTC6090も例外ではありません。MOS入力段を使用した設計により、入力バイアス電流は25℃のとき標準で3pAであり、85℃のときでも100pA未満です。このためインピーダンスの高いアプリケーションに最適です。

高インピーダンス・アプリケーションのための リーク電流の少ない回路

LTC6090は入力バイアス電流が低いので、高電圧を必要とする高インピーダンス・アプリケーションにとって優れた選択肢となります。図5に示すように、入力バイアス電流は対数的な温度依存性があり、10℃上昇するごとに電流は2倍になります。さらに、分離ポケット内に入力保護デバイスが配置されており、ここでは、入力ピンの電圧がV⁻に対して増加すると漏れ電流が増加します。図5では、入力ピンの電圧は電源電圧の中間に保持されています。

入力バイアス電流を低く維持するためには、PCBのレイアウトに注意が必要です。リーク電流の特に少ない特殊な基板材料を選ぶ必要があるかもしれません。さらにアプリケーションの要求が厳しい場合には、ガードリングの使用を検討してください。放熱用パッド付きのTSSOPパッケージには、入力ピンをリーク電流から保護するためのガードリング端子がついています。反転アンプのPCBレイアウトの例を図6に示します。ガードリングを覆う半田マスクを後退させ、

PCBの金属部分を露出させることが大切です。またPCBは清浄で水分のない状態にしておくことが重要です。基板を溶剤で洗浄して残留物を水道水で洗い流し、加熱して水分を蒸発させることをお勧めします。溶剤は使用せずに洗剤と水道水を使って基板を徹底的に洗浄すると良好な結果が得られることも分かりました。

低電圧制御ラインと高電圧オペアンプとの インタフェース

LTC6090の低電圧制御ラインは、負電源レールの電圧以上で正電源レールより5V低い電圧以下の電圧とインタフェースをとることができます。COMピンは低電圧制御ラインとのインタフェースをとる共通ピンとして機能しますが、低電圧システムのグラウンドに接続してもフロート状態のままにしておいてもかまいません。出力ディセーブル (OD) ピンおよび過熱保護 (TFLAG) ピンは、低電圧システムのグラウンドを基準にするようになりました。COM、OD、TFLAGの各ピンは、図7に示すようにダイオードと抵抗によって保護されます。COMピンをフロート状態のままにすると、COMピンの電圧は

ODピンの内部プルアップ抵抗によって電源の中間電圧より高くなり、電源電圧が±70Vのときは21Vになります。

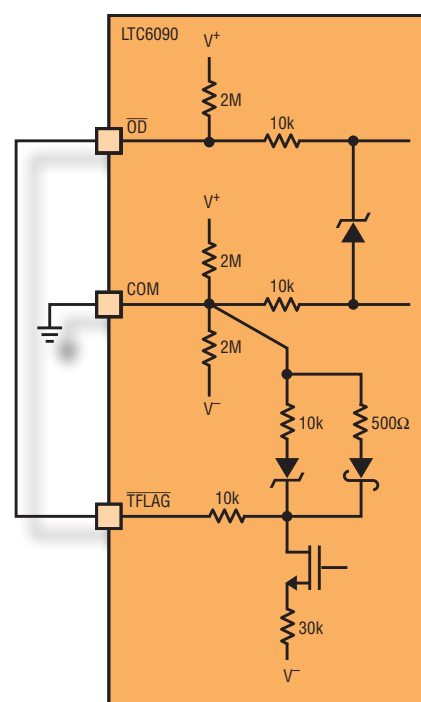
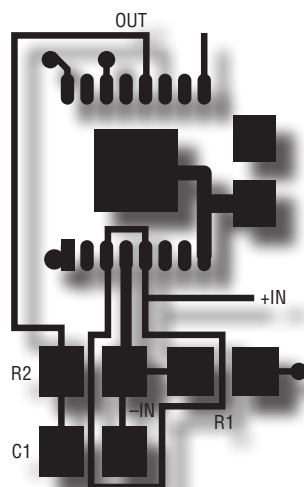
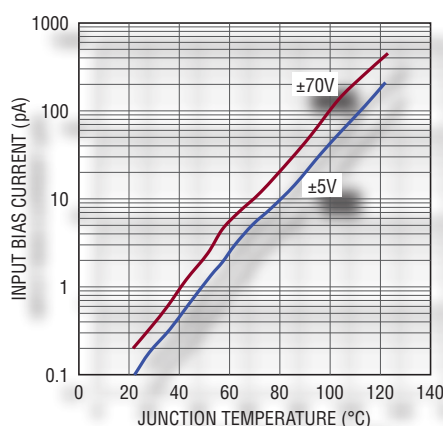
過熱保護： ODとTFLAGを使用

全電源電圧が140Vの場合、標準の静止電流は2.7mAなので、LTC6090が消費する電力は378mWです。負荷と電力が加わると1Wを超えるので、十分な熱設計を行う必要があります。SOパッケージおよびTSSOPパッケージは、どちらもパッケージの底部に放熱用パッドを備えています。放熱用パッドは内部で負電源レール (V⁻) に接続されており、負電源プレーンに接続する必要があります。十分広い面積のPCB金

図7. ダイの接合部温度が145℃に達すると出力段を自動的にディセーブルするように構成された低電圧インタフェース

図6. PCBのガードリング・レイアウト例

図5. LTC6090の入力バイアス電流と接合部温度

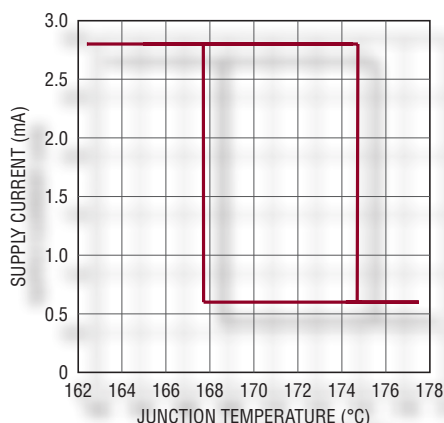


属部分を放熱用パッドに接続してください。パッケージの熱抵抗は放熱用パッドに半田付けされる金属の量（面積）に半比例します。良く設計されたPCBでは、SOパッケージの熱抵抗（ θ_{JA} ）は33°C/Wです。電力が1Wの場合、ダイの接合部温度は周囲温度より33°C高くなります。

LTC6090の接合部温度が150°Cを超えないよう保護する目的で設計された保護機能により、接合部温度が高くなりすぎると、出力段はシャットダウンします。この機能は過熱保護ピンを出力ディスエーブル・ピンに接続することで実現できます。過熱保護ピン（TFLAGピン）は、ダイの接合部温度が145°Cに達すると“L”になるオープンドレイン・ピンです。組み込みヒステリシスが5°Cあるので、TFLAGピンが開放されるのは、接合部温度が140°Cまで低くなったときです。出力ディスエーブル・ピン（ODピン）は、COMピンの電位を基準にして“L”になると、出力段をオフにしてデバイスの静止電流を670 μ Aに減少させるアクティブ“L”入力ピンです。これら2つのピンを互いに接続した場合は、ダイの接合部温度が145°Cに達すると、LTC6090はディスエーブルされます。なお、これらのピンはフロート状態で互いに接続してもかまいません。

ダイの接合部温度が約175°Cに達すると、最終的な過熱安全機能により、出力段が遮断されます。ヒステリシスが7°Cあるので、図8に示すように接合部温度が約168°Cに戻ると、出力段はイネーブルされます。図8に示すのは接合部温度であることに注意してください。この機能はデバイスが熱的に破壊されることがないようにするためのものです。LTC6090の接合部温度を

図8. LTC6090のサーマル・シャットダウン・ヒステリシスのグラフ



絶対最大定格である150°Cより高い温度で動作させることは、信頼性の観点からお勧めできません。

まとめ

LTC6090は低電圧の高精度アンプと同等の性能を持っていますが、高電圧アプリケーション向けに ± 70 Vで動作する能力を持っています。これらの機能には、高精度フロントエンド用の高利得、低入力バイアス電流、低オフセットおよび低ノイズが含まれます。レール・トゥ・レールの出力段は200pFの負荷コンデンサおよび ± 10 mAの負荷電流を駆動できるので、LTC6090は高インピーダンス・アンプなどの高精度高電圧アプリケーションに最適です。インタフェースが容易な制御ラインを備えており、出力の遮断や、過熱時の遮断も容易に実現できます。小型の8ピンSOパッケージおよび16ピンTSSOPパッケージにはいずれも放熱用のパッドがあるので、ヒートシンクを取り付ける必要がありません。■

(LTC3115-1、13ページからの続き)

さらに、多くの装置はバスの障害発生後、シャットダウンを秩序だてて行うために一定の期間動作を維持する必要があります。図9に示すLTC3115-1のアプリケーションは、レギュレーション目標電圧から上下に変動することがあるノイズの多い入力電源レールを基にして、ノイズのない十分安定化した24V出力レールを維持する24Vレール再生の例です。さらに、図10の波形に示すように、バス電源の瞬時停電中、この電源はその24V出力を安定的に維持できます。

まとめ

LTC3115-1は柔軟性と高い効率を備えているので、次世代の車載用電子機器および携帯型機器、特に複数の電源で動作する機器の厳しい

要求を満たすことができます。内蔵のパワー・スイッチとプログラム可能なスイッチング周波数により、電源ソリューションの実装面積を最小限に抑え、携帯型機器や車載用機器における小型化に対するニーズに応じます。Burst Modeでの動作電流およびシャットダウン時の低い静止電流により、バッテリーの寿命が長くなり、常時動作の車載用アプリケーションでの使用が可能になります。

LTC3115-1は低ノイズの固定周波数PWMモードを備えているので、ノイズの影響を受けやすいアプリケーションに最適です。このPWMモードでは、システム・クロックに同期可能なスイッチングにより、予測可能で十分に低く抑えられたEMIスペクトルが生成されます。内蔵のソ

フトスタートにより、起動時の突入電流が最小限に抑えられ、制御経路に分圧器を内蔵しているので入力電圧の変動の影響が減少し、入力電圧が大幅に変動するアプリケーションでもループを容易に補償することができます。プログラム可能な入力低電圧ロックアウトにより、デバイスを起動する入力電圧をユーザが設定することが可能であり、ヒステリシスを独立して制御できます。LTC3115-1は、シャットダウン時に出力を入力から完全に切り離す機能も備えており、出力短絡保護回路および過熱シャットダウン回路によって十分に保護されています。■