

レール・トゥ・レールで動作し、2.5mAしか消費しない 低ノイズ100MHzオペアンプ - デザインノート308

Glen Brisebois

新しいLT[®]6202オペアンプは、100MHzの利得帯域幅、 $1.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ の電圧ノイズ、およびレール・トゥ・レールの入力と出力を組み合わせており、わずか2.5mAしか消費しません。電流ノイズも $0.75\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ と低いので、小信号アプリケーションでは総ノイズと歪電力がきわめて低くなります。このデバイスは3V、5Vおよび $\pm 5\text{V}$ の電源に対して完全に仕様が規定されており、コマーシャルとインダストリアル温度グレードのものがSOTとSOの両方のパッケージで供給されます。デュアル・バージョンとクワッド・バージョンはそれぞれLT6203およびLT6204として供給されます。

モノリシックのソリューションより性能のすぐれた低電力、 $2.4\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、光ダイオードACトランスインピーダンス・アンプ

すべてのことを最適化することはできません。すぐれたJFETを高速モノリシック・プロセスに詰め込もうとするオペアンプのデザインでは、不可避免的に他のパラメータが犠牲になり、通常は電源電流が増大します。LT6202と低ノイズのディスクリートJFETを使って、両方の世界の長所を利用する簡単な方法を図1に示します。このJFETはソース・フォロワとして機能し、LT6202の反転入力をバッファして、この入力を高インピーダンスの帰還素子R1とR2に適したものにします。LT6202がJFETのソースを0Vに強制するので、R3によりJFETには確実に1mAの I_{DRAIN} が流れます。

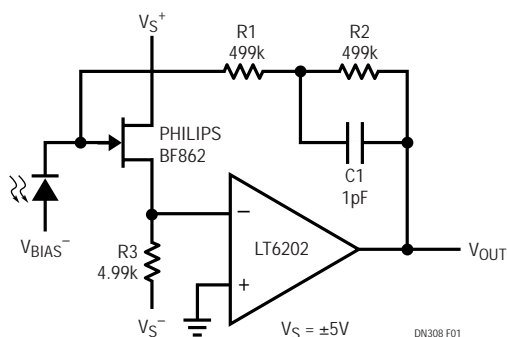


図1. モノリシックのものより優れている低ノイズ、低電力の光ダイオード用アンプ。バイアス電流が低く、電流ノイズが小さく、ユニティ・ゲインが安定しているので、回路は0 から数G まで動作可能

JFETは最小 V_{DSS} より下で十分動作し、ピンチオフ電圧の範囲が狭いので、回路はちょうどグラウンド以下(標準で - 0.5V)に自己バイアスすることが保証されます。光ダイオード内に光電流信号がなくても、LT6202の出力は同じ電圧にとどまり、それを追尾します。光ダイオードに光が照射されると、電流をLT6202の出力からR1とR2を介して供給する必要があるため、出力は通常のトランスインピーダンス・アンプの場合と同様に上昇します。

アンプの入力ノイズ密度と利得帯域幅積を測定したところそれぞれ $2.4\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と100MHzで、電源電流はわずか3.8mAでした。これは、同様の性能の場合5~6倍の電源電流が予想されるモノリシックの世界では並ぶものがありません。この回路ではLT6202の100MHzの利得帯域幅積が維持されています。これは4.99k に接続されているJFETの g_m が高いので(約1/80)そのループ減衰が2%以下だからです。ボードの寄生容量を含む回路全体の入力容量の測定値は3.5pFです。これはJFETの規定 C_{GS} よりも小さい値です。なぜなら、JFETのソースは接地されていないで、R3とオペアンプの高インピーダンス入力に接続されているからです。このことと、入力電圧ノイズが低いことにより、この回路は大小両方の光検出装置に最適なものになります。接合部容量が2.5pFの小型光ダイオードを使い、過渡応答のオーバーシュートが4%になるように寄生帰還容量を調節すると、閉ループ帯域幅は1.6MHzになります。

図1に示されているのと良く似た方法で使われているLT6202を図2に示します。ただし、この場合、JFETはDCバイアス条件を支配することができません。LT6202の非反転入力を単に接地するかわりに、LTC2050がこの入力を(したがってソースを)JFETのゲート電圧をゼロにするのに必要な電圧に正確にドライブします。LTC2050の追加により、全電源電流が約1mAだけ増加します。AC性能は図1の補正されていない回路とほぼ同じですが、すぐれたDC性能の利点加わります。出力オフセットは200 μV で、出力ノイズは20MHzの帯域幅では2mV_{p-p}です。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

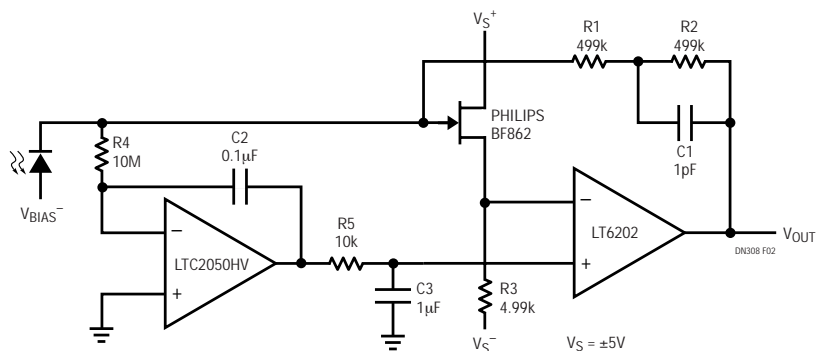


図2．ノイズとACの性能は同等だが、LTC2050によりDC精度が改善される修正された回路

単一電源16ビットADCドライバ

LTC1864ユニポーラ16ビット、250ksps A/DコンバータをドライブしているLT6203を図3に示します。LT6203の下半分は利得が1に設定されており、LTC1864の負入力への0Vネガティブ・フルスケール信号 V_{LOW} をバッファします。LT6203の上半分は利得が10に設定されており、バッファされた電圧 V_{LOW} を基準にして、LTC1864の正入力をドライブします。LTC1864の入力範囲は0V～5Vなので、最良の結果を得るには、 V_{IN} の入力範囲は V_{LOW} (約0.4V)から約0.82Vです。10.1318kHzの(可干渉)入力波形で、ウィンドウ処理や平均化なしに得られたFFTを図4に示します。スプリアスのないダイナミック・レンジは100dBであることが分ります。

LTC1864のサンプル・レートはLT6203の利得帯域幅よりはるかに下ですが、このアンプの使用は必ずしも不釣り合いではありません。A/Dコンバータのサンプル・アパチャーは非常に狭く(数学者にとっては無限小) たいしたことがないように見えるサンプル・レートが示唆するものをはるかに超える性能を上流の回路に対して要求します。さらに、A/Dコンバータがサンプルをとるとき、小さなコンデンサを入力に使うのでかなりのエネルギー量のグリッチが生じますが、コンデンサの電圧が短時間に真値にセトリグすることが期待されます。最後に、LTC1864のアナログ入力の帯域幅は20MHzであり、アンダーサンプリングのアプリケーションで使うことができますが、その場合もソースの帯域幅とセトリグ速度はナイキストの基準が示唆するよりも高くする必要があります。

まとめ

LT6202、LT6203、およびLT6204は高速、低ノイズのアンプで低電力消費の用途に最適化されています。入力と

出力がレール・トゥ・レールなので、柔軟かつ簡単に使用でき、ダイナミック・レンジを最大にします。

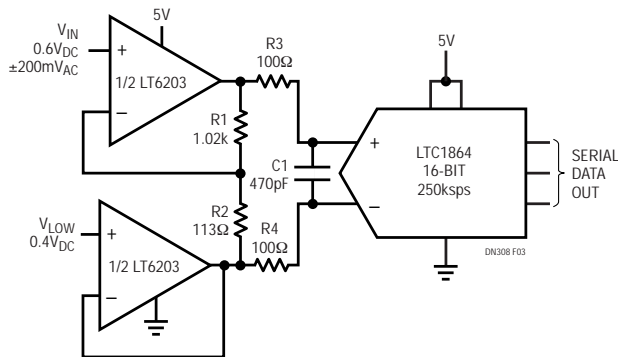


図3．単一電源16ビットADCドライバ

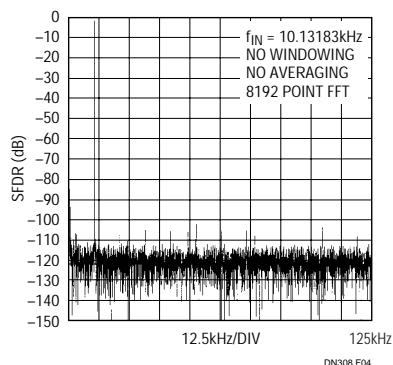


図4．100dBのSFDRを示す10kHz正弦波のFFT

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j620234f.html>

お問い合わせは当社または下記代理店まで（50音順）

東京エレクトロデバイス株式会社
〒224-0045 横浜市都筑区東方町 1
TEL(045)474-5114 FAX(045)474-5617

株式会社トーメンエレクトロニクス
〒108-8510 東京都港区港南 1-8-27
TEL(03)5462-9615 FAX(03)5462-9695

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>

dn308f 0403 6K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003