

高性能オペアンプによる高精度波形合成

- デザインノート306

Jon Munson

はじめに

DSP合成とDAコンバータ(LTC®1668 16ビット、50Msps DACなど)を使った波形発生がますます高精度化に向かうにつれ、出力アンプに対する要求が高まっています。アプリケーションによっては、DACの電流-電圧関係は単純に抵抗性です。ただし、これは小信号の場合に限られます。もっと一般的な方式では、増幅段またはトランスインピーダンス段を使って、大きなスケール係数またはレベルシフトを利用できるようにします。このような例を図1に示します。ここでは、LT®1722がLTC1668のために差動電流をシングルエンドの電圧に変換しています。

LT1722、LT1723、およびLT1724の低ノイズ・アンプ
LT1722、LT1723、およびLT1724はそれぞれシングル、デュアル、およびクワッドのオペアンプで、低ノイズ、高速、さらに低消費電力の特長を備えています。これらのデバイスは低電圧動作用に最適化されており、 $\pm 5V$ 電源でセクション当たりわずか3.7mA(標準)しか電流を流しませんが、GBWは最大200MHzで、ノイズはわずか3.8nV/ \sqrt{Hz} 、1.2pA/ \sqrt{Hz} (標準)です。DC特性として、入

力オフセットの精度はミリボルト以下で、出力ドライブは20mAを超し、ケーブルのドライブ用に最適です。LT1722 シングルはSOT-23の5ピン・パッケージでも供給されるので、PCBのレイアウトに簡単に収まります。

DAC出力アンプ

図1の回路は5mAのフルスケールDAC電流に対してアンプの出力で $\pm 1V$ を与えるので、図に示されている50 Ω の直列終端を使うと、50 Ω の負荷を+3dBmの正弦波でドライブします(約1V_{p-p})。この構成では、LT1722は5のノイズ利得で動作しており、約8MHz(-3dB)の小信号帯域幅を与えます。出力ノイズへのアンプの寄与分は、示されている回路の場合およそ $e_n G_n \sqrt{BW}$ 、つまり $3.8 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot \sqrt{8 \cdot 10^6} = 54 \mu V$ によって与えられます(これは抵抗のノイズにより約75 μV に増加します)。16ビットの分解能では、LSBの増分はアンプの出力で31 μV なので、LT1722アンプのノイズはコンバータの利用可能なダイナミック・レンジに対してわずかな影響しか与えません。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

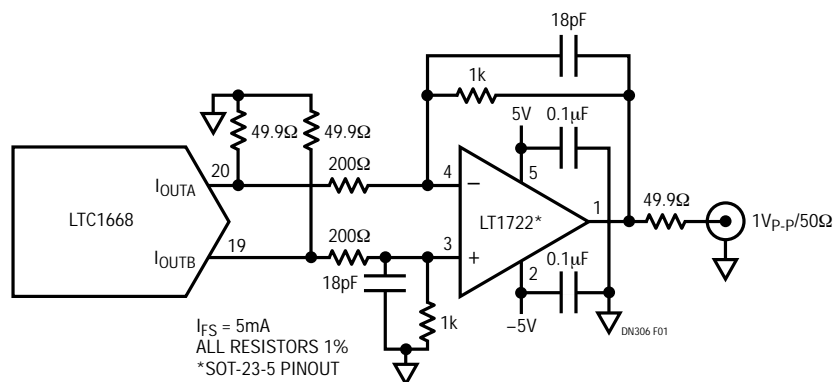


図1. 差動電流をシングルエンドの電圧に変換するDACアンプ

ギルバートセル・ミキサ(LT5503 I/Q変調器など)やRFトランスなど、アプリケーションによっては増幅された差動出力を必要とします。このようなアプリケーションでは、図2に示されているように、1対のトランスインピーダンス段を使ってLTC1668の差動電流出力を増幅することができるので、信号振幅を減らすことなくDAC電流を減らすことができます。

示されている回路はDACのフルスケール電流を2mAに減らし、標準的な10mA動作に比べて電力消費を大幅に減らしています。トランスインピーダンス・アンプのスケール係数は差動で2V_{p-p}になるように設定されています。この回路は1のノイズ利得で動作しているので、約12MHz (-3dB)の小信号帯域幅を与えます。示されている回路では、差動負荷に対するLT1723アンプによるノイズは約 $\sqrt{2} \cdot e_n G_n \cdot \sqrt{BW}$ 、つまり $\sqrt{2} \cdot 3.8 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot \sqrt{12 \cdot 10^6} = 19 \mu V$ です(この回路の抵抗によるノイズがいくらか加わるので、合計で約24 μV になります)。これは16ビットの公称LSB増分である31 μV よりも小さいので、コンバータのダイナミック・レンジにはほとんど影響を与えません。

図2の回路の同相出力電圧は0.5V DCに固定されています。ただし、ソフト制御によるオフセットの除去が必要な場合など、DC結合がサポートされる場合、負荷によっては異なったレベルが必要になることがあります。ここには示されていませんが、同相出力を制御するために、マッチングのとれた特定の電流を2個のアンプの反転入力ノードに簡単に与えることができます。

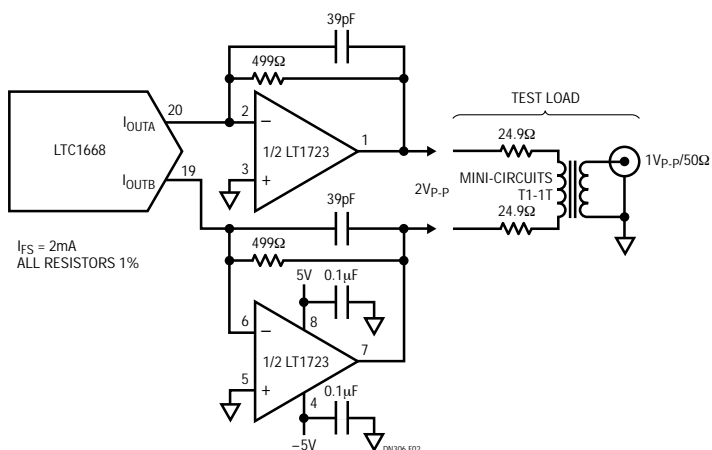


図2 . 1対のトランスインピーダンス差動出力DACアンプ

示されている各アンプ回路は、図3と図4に示されているように、合成されたフルスケールに近い1MHzの基本周波数の場合、-60dBc以下の高調波歪み積で50 に+3dBmを供給します。筆者のプロトタイプ構成では、示されている公称帰還容量により約1%のステップ応答のオーバーシュートが生じましたが、すべてのアンプ回路の場合と同様、プリント回路の最終レイアウトでは、必要なロールオフ特性を達成するためにいくらかの調整が必要かもしれません。

まとめ

DAC出力の増幅用デバイスの候補を検討するときは、ノイズの増加量について検討することが重要です。LT1722ファミリーのデバイスは、高忠実度が不可欠の最新の16ビット波形シンセサイザとくにベクトル変調に使われるものが要求する、低ノイズと広い帯域幅の特長を備えています。

さらに、LT1722、LT1723、およびLT1724の各オペアンプは特に低いノイズ特性を備えており、数百 から約12k の範囲の外部インピーダンスに対して最適のノイズ特性を示しますので、これらのデバイスは多様な精密増幅の用途に最適です。

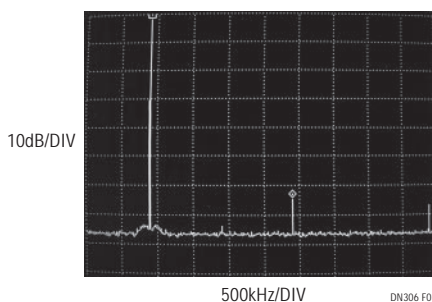


図3 . LT1722回路の歪み (f_O = 1MHz)

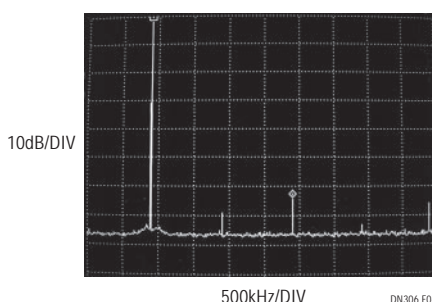


図4 . LT1723回路の歪み (f_O = 1MHz)

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j172234fa.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>

dn306f 0303 6K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2002