

# DESIGN NOTES

## 重い容量性負荷を高速でドライブするアンプ

### デザインノート429

Keegan LearyとBrian Hamilton

#### はじめに

寄生容量は電子回路のあらゆる場所に隠れています。FETのゲート、ケーブル配線、グラウンドおよびパワー・プレーンの全ての容量が加算されて容量の最終結果に現れます。高速回路で容量性負荷が重くなると、スルーレート、電流出力能力、電力消費、および帰還ループの安定性を最適化するのに、オペアンプを注意深く選択することが極めて重要になります。

#### 厳しい回路要件

たとえば、350pFの容量性負荷をドライブする100MHz、2V<sub>P-P</sub>の正弦波信号について検討します。この場合、歪みを生じないのに必要な最小スルーレートは次のようになります。

$$\begin{aligned}SR_{\text{MIN}} &= 2\pi fV_{\text{PK}} \\ SR_{\text{MIN}} &= 2\pi(100\text{MHz})(1\text{V}) \\ &\approx 630 \frac{\text{V}}{\mu\text{s}}\end{aligned}$$

スルーレートにより最大出力電流が定まります(アンプでコンデンサを充電するので、最大出力電流は最大スルーで生じます)。

$$\begin{aligned}I &= C \frac{dV}{dt} \\ I &= (350\text{pF}) \left( 630 \frac{\text{V}}{\mu\text{s}} \right) \\ &\approx 220\text{mA}\end{aligned}$$

最大電力消費は重要な検討項目です。±5Vの電源で動作するオペアンプの場合、容量性負荷が0Vからスタートして最大電流で充電されると仮定すると、ピーク電力は次のようになります。

$$\begin{aligned}P &= IV \\ P &= (220\text{mA})(5\text{V}) \\ &\approx 1.1\text{W}\end{aligned}$$

熱抵抗が135°C/Wのパッケージの場合、この大きさの連続電力は148°Cのダイ温度の上昇を生じるでしょう。周囲温度が85°Cだと、この場合ダイはパッケージが溶ける233°Cに達するでしょう。

C<sub>LOAD</sub>をアンプから分離するには、設計で直列抵抗R<sub>S</sub>を使うことができます。この手法では、抵抗または容量性負荷が非常に大きくなると、結局は帯域幅を制限することになります。このRC時定数に関連した帯域幅の減少は性能を制限することがあります。電流帰還アンプの場合、帰還抵抗(R<sub>F</sub>)を大きくすることがピーキングを減らす代替の補償方法です。

#### 小型電流帰還アンプ

400MHzのLT1395/LT1396/LT1397製品ファミリーの電流帰還アンプは、高速かつ大きな容量性負荷の上の例のスルーレートの要件は確かに満たします。LT1395/LT1396/LT1397は80mAの最小保証出力電流で大信号を高速で処理することができます。ただし、上の例では、このアンプの製品ファミリーは220mAの要件には不足します。この場合、1個では不十分ですが、4個では間違いなく十分です。これらのアンプを並列に使うと、安全な電力消費と安定性を維持しながら電流要件も満たします。

LT1397クワッドは十分な熱特性を維持しながら大きな負荷電流を供給するように設計されました。小型4mm×3mm DFNパッケージの底面の銅により、熱抵抗が43°C/Wに下げられており、この例の場合、周囲温度を超えるダイ温度の上昇はわずか47°Cです。

#### 部品選択とテスト

並列構成全体を組み立てることなく、単一アンプのテスト回路を作成して、使用される負荷容量をアンプの個数で割った容量(C<sub>LOAD</sub>/4)に対する結果をチェックします。

残りの作業として、帰還抵抗(R<sub>F</sub>)と直列抵抗(R<sub>S</sub>)の適当な値を選択して、-3dB帯域幅を最大化し、周波数応答のピーキングの大きさを十分小さくします。R<sub>F</sub>とR<sub>S</sub>の両方で、値が小さいほど帯域幅が広がり、ピーキングが大きくなります。R<sub>F</sub>の下限は実際上255Ωに制限されます。負荷容量が増すにつ

LT、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

れ、安定性を維持するため、 $R_F$ と $R_S$ の値の両方または片方を大きくする必要があります。

図1の4アンプの回路を使った、 $R_F/R_S$ のさまざまな組合せと350pFの合計負荷容量での測定結果を図2に示します。測定は1の利得で行われましたので、 $R_G$ は使われませんでした。

単一アンプに比した4アンプの回路トポロジーの有効性を図3で見ることができます。さらに明確な効果を得るため、負荷容量を3倍にして1000pFにしました。並列構成の4アンプ回路は10ns以下で1000pFを4Vまでスルーさせる能力があります。これは400mAのスルー出力電流に相当します。単一ア

ンプの電流は約140mAに制限されますので、この大きな容量性負荷のスルーレートは減少します。単一構成では同じ4Vの振幅に28nsを必要とし、4アンプ構成に比べてほとんど3倍の長さになります。

## まとめ

重い容量性負荷を高速でスルーさせるのに必要な能力を得るため、電力を強化されたパッケージで供給されるあらゆるアンプの使用を常に検討します。さらに、非常に広い帯域幅の回路の制御を簡単にするため、LT1397などの電流帰還アンプを検討します。

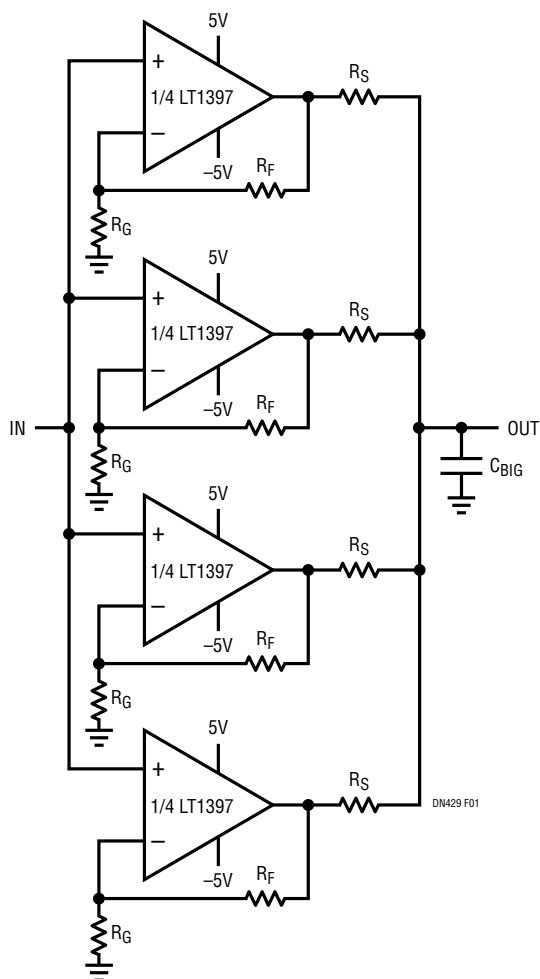


図1. 4個のLT1397アンプを全て使って大きな容量性負荷をドライブ

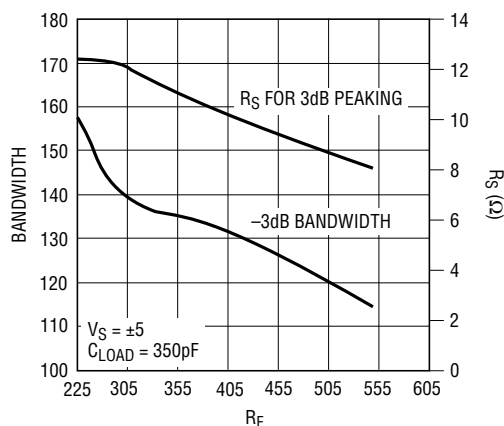


図2. 4個のLT1397アンプを並列にして350pFをドライブするときの $R_F$ と $R_S$ の選択

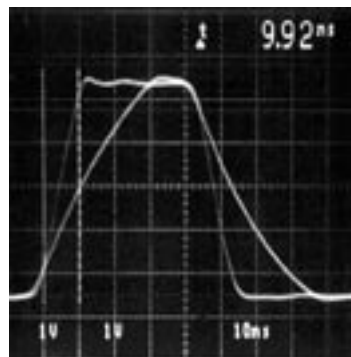


図3.1000pFの容量性負荷をドライブするとき1個のアンプを凌ぐ4個のアンプ。単一アンプの応答時間はクワッドより3倍遅い。

データシートのダウンロード : <http://www.linear-tech.co.jp>

お問い合わせは当社または下記代理店まで(順不同)

オンラインストア リニアエクスプレス

LINEAR EXPRESS

0120-7291-22

株式会社 トーメン エレクトロニクス

本社 TEL 03-5462-9615

大 阪 06-6447-9644 名古屋 052-582-1591

福岡 092-713-7779 宇都宮 028-625-8331

松 本 0263-34-6131 北関東 048-521-9011

仙 台 022-221-8061 浜 松 053-452-8147

立 川 042-548-9871

東京エレクトロデバイス株式会社

本社 TEL 045-474-5114

大 阪 06-6399-1511 名古屋 052-562-0825

東京 03-3251-0083 北関東 048-600-3880

水 戸 029-227-6552 立 川 042-548-0255

横 浜 045-474-7023 松 本 0263-36-8112

福岡 092-474-4121 仙 台 022-212-2746

株式会社 立花エレクトック

東京 TEL 03-5400-2529

大 阪 06-6539-2513 名古屋 052-935-1618

東 京 022-224-3379 北 陸 076-233-3505

神 戸 078-332-7812 九 州 092-476-3315

株式会社 三 共 社

本社 TEL 03-5298-6201

東京 03-5298-6201

東京電子販売株式会社

本社 TEL 03-5350-6711

株式会社 信和電業社

本社 TEL 06-6943-5131

伊 藤 電 機 株式会社

本社 TEL 052-935-1746

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紀尾井町パークビル 8F

TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268

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

dn429f 1107 • PRINTED IN JAPAN

LINEAR TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2007