

低電圧電源での出力振幅を 最大化する新しい計装アンプ - デザインノート323

Glen Brisebois

はじめに

入力同相範囲と出力電圧振幅の仕様が守られているときでさえ、計装アンプには慢性的に出力振幅の問題がつきまといま。これは、計装アンプの初段の内部出力電圧が指定されていないレベルでクリッピングされることがあるためです。クリッピング自体はユーザーからは見えませんが、出力振幅に悪影響を与え、通常は利得が低下して、結果が無効になります。新しいLTC®6800とLT®1789-10は両方ともこの出力振幅の問題を解決しますが、2つの非常に異なった方法を使います。LTC6800にはフライング・コンデンサの差動レベル・シフトとそれに続くレール・トゥ・レール出力オートゼロ・アンプが内蔵されています。LT1789-10はもっと古典的な3個のオペアンプを使った計装アンプで、最終段で利得を取るといふ工夫がなされています。

問題の明確な描写

3個のオペアンプを使った古典的な計装アンプ(IA)のトポロジーを図1に示します。使われているオペアンプは V_S^- まで同相範囲が伸びており、レール・トゥ・レールの出力段を備えていると仮定します。これは、入力が V_S^- から、 V_S^+ より約1ボルト下までのどんな値でもとることができ、出力が電源電圧範囲内のどんな値でもとることができることを通常意味します。

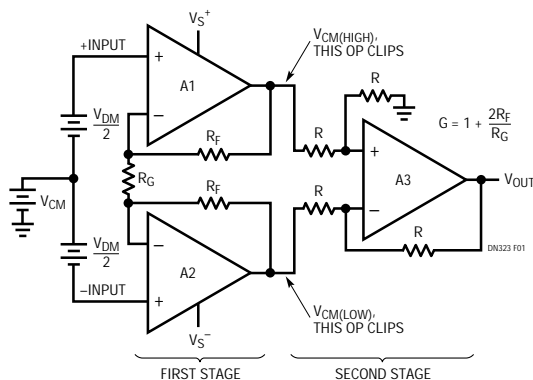


図1. 3個のオペアンプを使った古典的な計装アンプ
 V_{CM} によっては、初段にクリッピングの問題が生じることがある。これにより、利得が減少し、誤った値が出力される

ただし、回路を分析すると、これらの条件は有効な出力を保証するには十分ではないことがわかります。

たとえば、IAは単一5V電源($V_S^+ = 5V$, $V_S^- = 0V$)で駆動されており、利得は $3(R_G = R_F)$ に設定されており、入力は $V_{CM} = 0.5V$ を中心にしてしていると仮定します。さて、0.5Vの同相電圧を中心にして差動入力電圧が増大するにつれ、アンプA1とアンプA2の出力電圧も離れていきまが、差動入力電圧(V_{DM})が1/3Vに達すると何が起きるか注意してください。このポイントで、A1の出力は1Vになり、A2の出力は0Vになるので、A2の出力は負電源レールによってクリッピングされます。規定入力同相範囲や規定出力振幅を超しているわけではないのに、クリッピングが生じます。

このエラー・モードが特にやっかいなのは、利得がゼロに落ちるわけではないので、ベンチの検証テストをていねいにおこなわないと、問題を見逃すおそれがあることです。利得は低下しますが、A1とA3により(A3にクリッピングが生じるまでは)依然として信号利得経路が部分的に保たれています。単一5V電源によって駆動される上記のアンプに似たIAの有効な出力振幅の全範囲と入力同相電圧を図2に示します¹。入力がグランドまたは4Vに近いと、IAの有効な出力振幅は基本的に無くなることに注意してください。

¹ LTC、LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。
このプロットは実際にLT1789-1からとられ、入力のPNP段のレベル・シフトによりグランド近くで改善が図られている。

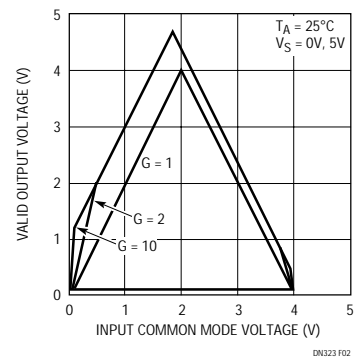


図2. レール・トゥ・レール出力のオペアンプを使用しても、入力の同相範囲にわたって出力振幅が保証されるわけではない

ソリューション

LT1789-10の場合の同様のプロットを図3に示します。大幅に改善されていることがわかります。LT1789-10の簡略回路図を図4に示します。入力PNPトランジスタが V_{BE} 1つ分だけ入力電圧を上レベル・シフトするのに役立っているため、有効な小信号入力と V_{S-} に近い($A1$ と $A2$)出力範囲が保証されます。ただし、出力振幅の大幅な改善の主要因は、最終段の利得が10になったことです。最終段に利得をもたせたことにより、特定の全利得設定と所望の出力振幅に対して、初段の出力振幅をそれほど大きくする必要はなくなりました。

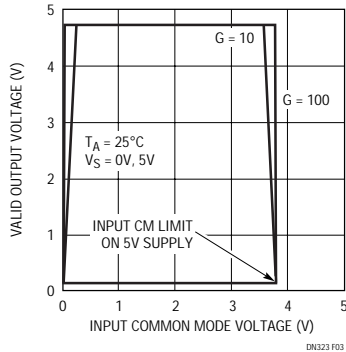


図3. LT1789-10では入力同相範囲のほぼ全体にわたって実効レール・トゥ・レール出力が有効となる

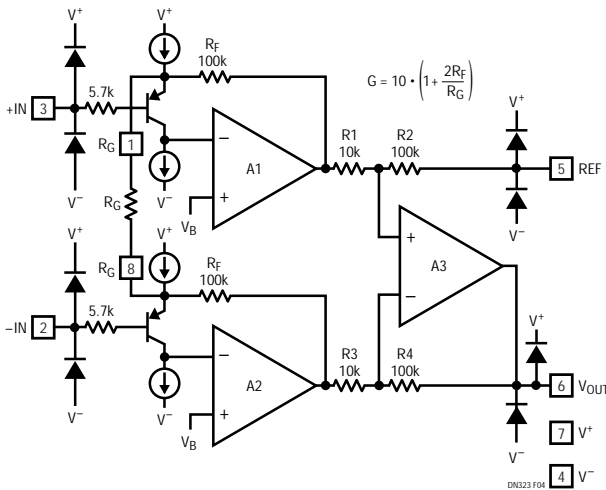


図4. LT1789-10のブロック図。 V_{S-} からのPNP入力のレベル・シフト。A3の利得が10あるので、A1とA2の出力振幅の必要条件が緩和される

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j6800fa.html>

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1798f.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

株式会社トーマ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

LTC6800を使ったソリューション

LTC6800は出力振幅と入力同相電圧の問題から同様に解放されていますが、その方法はまったく異なります。このデバイスは、図5に示されているように、フライング・コンデンサを使った差動レベル・シフトと、それに続く非常に精密なオートゼロ出力オペアンプを内蔵しています。レール・トゥ・レールの出力オペアンプの利得は従来どおり2本の抵抗を使って設定することができ、通常非反転の利得の式($G = 1 + R_F/R_G$)に従います。

LTC6800の有効出力振幅と入力同相電圧を図6に示します。利得が1のとき、オペアンプA1の入力同相範囲により、出力の有効範囲は約3.5Vにクリッピングされます。プロットの他の部分のランプ状の限界特性は、入力を基準にしたレール・トゥ・レール入力スイッチの電圧と、コンデンサの電源レールによるクリッピングによるものです。LT1789-10同様、LTC6800の性能は図2の古典的な場合と比べて大幅に改善されています。

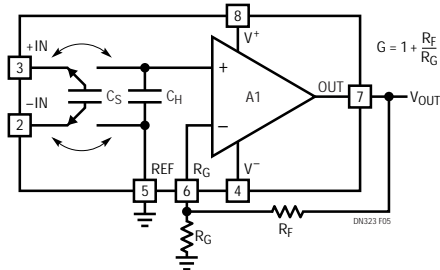


図5. LTC6800のブロック図と利得設定用外付け抵抗

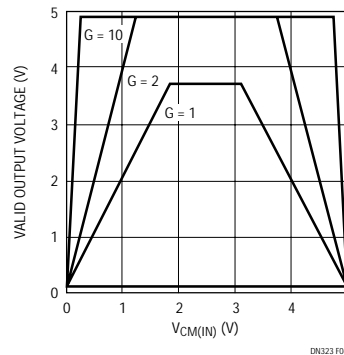


図6. LTC6800の出力振幅と入力同相電圧。古典的アーキテクチャに比べて大幅に改善されている

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>

dn323f 1003 40.7K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2003