

使いやすい差動アンプによる平衡信号設計の簡素化

- デザインノート333

Jon Munson

はじめに

LTC®1992製品ファミリーは、元から差動の信号または差動にする必要のある信号の増幅またはレベル変換の簡単なソリューションを提供します。構成が未設定の基本型であるLTC1992の他に、製造時に調整された抵抗を内蔵した省スペース型の固定利得バージョンが、LTC1992-1、LTC1992-2、LTC1992-5、およびLTC1992-10として供給されています(公称利得は型名の末尾のハイフン付き数字で示されています)。利得設定用の部品がすべて小型8ピンMSOPパッケージに内蔵されている標準的な利得10のアプリケーションを図1に示します。

使いやすい回路トポロジ

差動入力/差動出力のCMOSアンプのコア部分の一般的な構成を、出力の同相サーボ回路とともに図2のブロック図に示します。内蔵利得抵抗の値は、示されているデバイス名の末尾のハイフン付き数字に依存します。便利な電圧分割器抵抗ネットワークも内蔵されており、電源の midpoint の電位 (V_{MID}) のソースを必要とするアプリケーションをサポートします。

LTC1992は使うのが簡単です。(入力同相範囲内の)入力信号の差はすべて約4MHzの利得帯域幅積で増幅され、出

力ピンに電圧差として出力されます。差動利得Aは抵抗値によって次のように設定されます。

$$A = R_F/R_G$$

主に抵抗値の微小な不整合によって生じるどんな入力同相誤差も、差動誤差として出力に現われます。出力対(ついで)の同相成分(共通オフセット)は $(V_{OUT+} + V_{OUT-})/2$ であり、独立に制御されてユーザーが供給する出力同相制御電圧 V_{OCM} をトラッキングします(そうしたければ V_{OCM} を単に V_{MID} に連結しておくこともできます)。構成が未設定のLTC1992(末尾にハイフン付きの数字がありません)は、ユーザーが外付け抵抗を選択して任意の望みの差動利得に設定することも、他の特殊用途に特に構成を設定することもできます。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

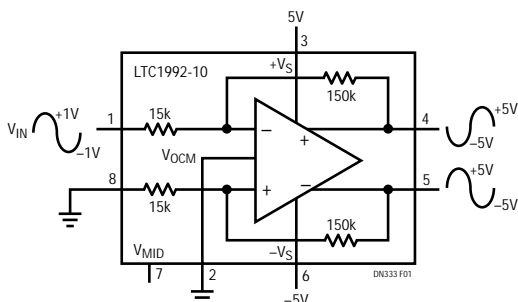


図1．標準的なシングルエンドから差動への変換

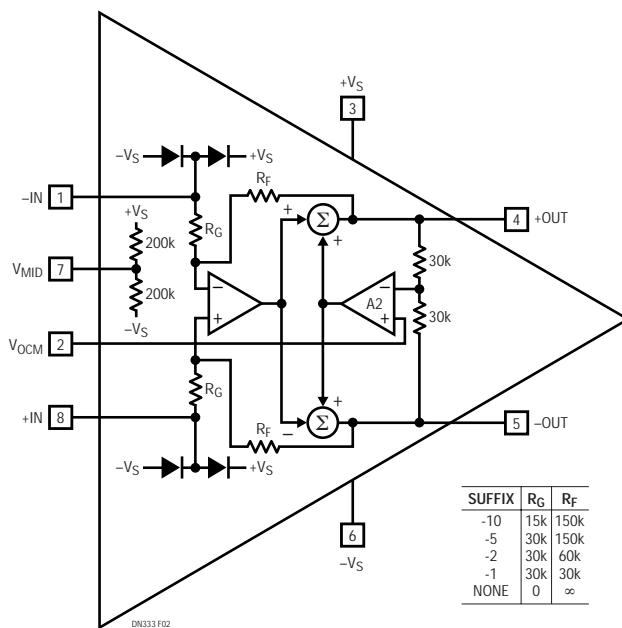


図2．LTC1992の機能を示すブロック図

同相範囲に関する検討事項

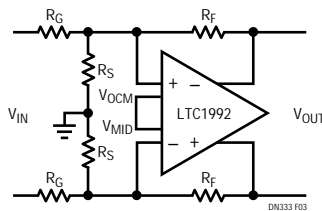
与えられた入力同相電圧 (V_{INCM}) と出力同相電圧 (V_{OCM}) に対し、内蔵アンプの入力に現われる電圧 (V_{ICM}) が $-V_S - 0.1V \sim +V_S - 1.3V$ の規定動作範囲内にあることを設計者は確認する必要があります。閉ループ利得が A である標準的な差動アンプ・トポロジの場合、次の関係が成り立ちます。

$$V_{ICM} = (A/(A+1)) \cdot V_{INCM} + (1/(A+1)) \cdot V_{OCM}$$

たとえば、LTC1992 末尾にハイフン付きの数字がありませんが 5V 電源から電力を供給され、 V_{OCM} が V_{MID} (つまり 2.5V) に接続された状態で 2.5 の利得に設定され、同相 0V のソースからドライブされると仮定します。上の関係から、 V_{ICM} は $(2.5/3.5) \cdot 0 + (1/3.5) \cdot 2.5 = 0.71V$ となり、これはデバイスの動作範囲に十分入っています。この例では、出力は 2.5V の V_{OCM} レベルの周囲 $\pm 2.5V$ までスイング可能です。したがって、クリッピングの影響や負電源の必要なしに、差動入力にグラウンドより 1V 下までスイング可能です。末尾にハイフン付きの数字の付いたバージョンは、(図2に示されている) ESD 入力保護ダイオードを順方向にバイアスする可能性があるため、さらに入力が制限され、最大許容信号振幅は電源電圧の 0.3V 上に制限されます(基本型の LTC1992 にも ESD ダイオードが内蔵されていますが、利用可能な V_{ICM} 範囲の外部でだけ電流が流れます)。

同相入力範囲の拡張

未設定の LTC1992 を使うと、ユニティより小さな利得で動作させるか、または同相シャント抵抗 (図3の R_S を参照)



$$\text{利得: } A = \frac{R_F}{R_G}$$

$$\text{同相スケール: } m = \frac{R_S}{R_G + R_S}$$

$$V_{ICM} = \frac{A \cdot m \cdot V_{INCM}}{A + m} + \frac{m \cdot V_{OCM}}{A + m}$$

例: $A=1$, $m=0.1$, 5V 電源, $V_{OCM}=2.5V$ と仮定
したがって: $R_F=R_G=30.1k$, $R_S=3.32k$, $-3.6V < V_{INCM} < 38V$
0.1% 抵抗の場合、 $CMRR \geq 48dB$

図3．入力同相範囲の拡張

を接続して、入力同相能力を電源範囲の十分外側まで拡張することができます。シャント抵抗を使う方法の短所は、 R_G と R_S の許容誤差が (およそ) 回路の同相の改善された分だけ拡大されるため、与えられた抵抗の許容誤差に対して $CMRR$ が低下することです。利得の低い動作では、高精度の抵抗ネットワークを使って同相を 10 倍に拡張できます。

多様な機能ブロック

LTC1992 ファミリーは差動信号からの変換、あるいは差動信号への変換に特に役立ちます。AD コンバータ (ADC) は多くの場合特定の同相入力電圧の差動入力に対して最適化されています。LTC1992 アンプを利用すると、 V_{OCM} の制御機能を使って必要なオフセットを設定することにより、ADC のインターフェースが簡素化されます。多くの場合、ミッドスケールの電位は ADC によって与えられ、 V_{OCM} 入力に直接接続することができます。さらに、こうしておけば、ソース信号入力は差動でもシングルエンド (未使用の入力を接地) でもよく、あるいは反転した極性でもかまいません。

両方の出力に接続する必要はないので、このデバイスをシングルエンドとして扱うことができ、 V_{OCM} 入力代数和の 3 番目の入力項を表す便利な機能が実現されます (図4を参照)。この能力はアナログ加算や簡単な変換機能の実現に役立ちます。

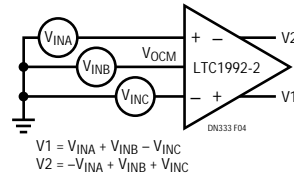


図4．シングルエンドの加算器/減算器

まとめ

LTC1992 ファミリーの差動アンプは、平衡信号の設計に部品点数の少ない簡単なソリューションを与える、使いやすいビルディング・ブロックを提供します。これらのデバイスは、信号を差動へ変換する、または差動から変換する簡単な方法をはじめ、部品不要の利得設定や DC オフセット機能に至るまで、広範なアプリケーションに役立ちます。

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1992i.html>

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1992-5i.html>

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j19922i.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)474-7113 FAX(045)474-7116

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>

dn333f 0304 5.2K • PRINTED IN JAPAN


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2004