

DESIGN NOTES

高速な多重化を可能にする低消費電力の高精度オペアンプ デザインノート 536

Kris Lokere

はじめに

多数のアナログ電圧を測定するシステムを設計する場合、すべての電圧を同時に測定する必要がなければ、測定値を多重化して1つの出力信号にまとめ、元の電圧レベルを共有コンポーネントでシリアルに処理してデジタル化することで、下流側の回路を削減できます。この方法の利点は、信号チェーンのコンポーネントの数とサイズが、チャンネルごとの測定システムを設計する場合に必要なコンポーネントの数分の1になることです。多重化ソリューションを適切な方法で実装するには、特にチャンネルの素早い切り替えと電圧の正確な測定を低消費電力で実行したい場合、いくつかの細かい点に注意を払う必要があります。

迅速な応答性

マルチプレクサがチャンネルを切り替えるたびに、多重化された信号の値は変化するため、多重化によって合成信号の周波数成分が増えます。入力信号が高速で変化しない場合でも、多重化された信号は高速で変化します。したがって、マルチプレクサの出力側の回路は、これらの遷移に素早く応答する必要があります。例えば、出力信号が目標の精度で完全にセリングする前に次のチャンネルが読み出された場合、あるチャンネルの測定値が前のチャンネルの値に依存する可能性があるため、チャンネル間のクロストークと同じ効果が生じます。

マルチプレクサはオン抵抗がゼロではないため、多くの場合、オペアンプを使用して出力をバッファリングする必要があります。多重化回路を図1に示します。MUXの入力側にはチャンネルごとのオペアンプがあり、出力側には1つの共有オペアンプがあります。ここで検討するのは、下流側の共有オペアンプの性能です。

低消費電力のオペアンプは低速になる傾向があります。特に、オペアンプのスルーレートは、通常はオペアンプの電源電流と密接に関連しています。これは、オペアンプの総電源電流のうち、内部容量の充電に利用できる電流の比率が固定されているためです。

一方、LT[®]6020 オペアンプは、低消費電力であるにもかかわらず、高スルーレートを実現しています。このオペアンプは、大きな入力ステップも小さな入力ステッ

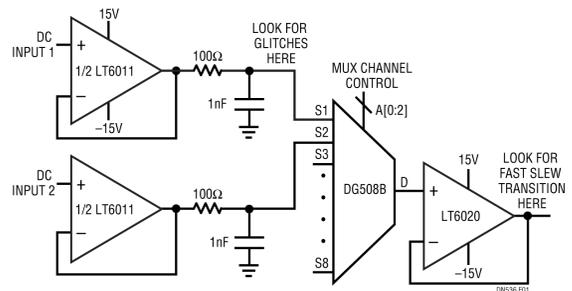


図1. 多重化システム。入力側のLT6011 バッファは高い入力インピーダンスを持っている。MUXの出力側のLT6020は、MUXがチャンネルを切り替えたときに高スルーレートで応答できる。LT6020の特殊な入力回路は、MUXの入力側の電圧グリッチを防ぐ。

プと同じくらい高速で処理されるように、入力ステップのサイズに基づいてスルーレートを調整することで、このような高性能を達成しています。

図2aおよび2bは、LT6020の過渡ステップ応答への影響を、同じ消費電力の従来のオペアンプと比較したものです。従来のオペアンプでは、大信号応答は小信号応答よりもはるかに低速です。それに対して、LT6020では、10Vステップに対しても±200mVステップと同じように高精度に応答しています。高速スルーレートと新しい値への素早いセリングを実現しながら、消費電力わずか100μAのLT6020は、マルチプレクサの出力側のバッファには最適な選択肢です。

グリッチの回避

オペアンプがマルチプレクサに十分高速に追従している場合でも、もう1つの重要な点が見逃されがちです。ほとんどの高精度オペアンプは、入力段の高感度なバイポーラ・トランジスタに逆バイアスがかかることを防ぐため、入力段の両端に内部保護ダイオードを備えています。マルチプレクサがチャンネルを切り替えると、出力（したがって、帰還ノード）がまだ変化する前に1つの端子の入力電圧が迅速に変化します。これ

LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

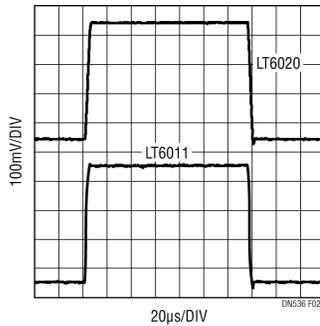


図 2a. 小さな出力信号では、LT6020 は同じ電力レベルの他のオペアンプと同等の性能を発揮する。応答は利得帯域幅によって決まる。

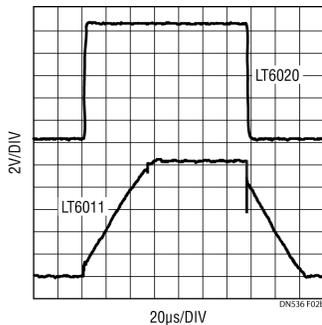


図 2b. 大きな出力信号では、LT6020 は同じ電力レベルの他のオペアンプよりも高い信号忠実度を維持する。応答はスルーレートによって決まる。

により、内部保護ダイオードに大きな電流スパイクが流れます。この電流はどこから来るのでしょうか。この電流は、マルチプレクサの入力に接続された回路から来ているはずですが、この回路が高インピーダンスあるいは低速である場合、この電流スパイクによって電圧グリッチが発生します。システムの出力はこの入力電圧グリッチに追従しようとするため、電圧グリッチがおさまるまで、出力が高精度でセトリングすることはできません。

LT6020 オペアンプは、この問題に対する独自の解決策を備えています。LT6020 の入力デバイスは非常に高精度ですが、5V を超える逆バイアスに耐えられるほど堅牢でもあります。したがって、内部保護ダイオードの代わりに、一對のバック・トゥ・バック・ツェナー・ダイオードで入力を保護しています。その結果、5V 以下の入力ステップでは電流スパイクは発生しません。図 3a および 3b は、LT6020 オペアンプではセンサの出力側に電圧グリッチがほぼ全く発生しないのに対して、従来の高精度オペアンプ（この例では

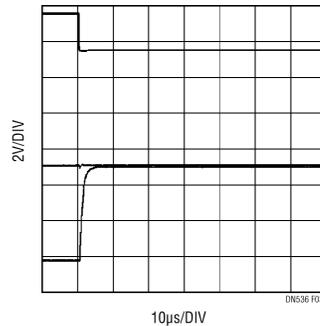


図 3a. 制御信号（上のトレース）が MUX チャンネルを切り替えると、LT6020 の出力（下のトレース）はただちに前のチャンネルの電圧から次のチャンネルの電圧へと遷移する。中間のトレースはマルチプレクサへの入力を示すが、電圧グリッチはほとんど見られない。

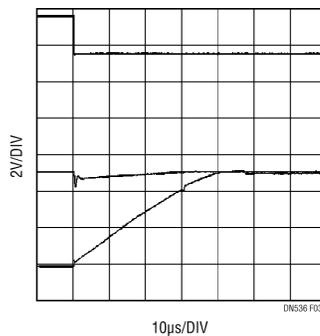


図 3b. 図 3a と同じシステムで、マルチプレクサの出力側に従来のオペアンプ (LT6011) を使用。マルチプレクサの入力側の信号 (中間のトレース) は、マルチプレクサを通してオペアンプの保護ダイオードに流れる電流が原因で、顕著なグリッチを示している。

LT6011) では大きな電圧グリッチが発生することを示しています。

まとめ

高精度信号を適切な方法で多重化して 1 つの出力信号にまとめるには、細かい点まで注意を払う必要があります。LT6020 オペアンプは、一連の独自の機能によって多重化ソリューションの設計を簡略化します。例えば、同じくらい低い電源電流レベルの他のオペアンプに比べて、LT6020 のスルーレートははるかに高速なため、チャンネルの切り替えに素早く応答します。また、従来の高精度オペアンプでは、チャンネルの切り替え時に上流側に電圧グリッチが発生していましたが、LT6020 は、独自の入力保護方式によって電流スパイクを防ぎます。

データシートのダウンロード

www.linear-tech.co.jp/LT6020

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>

dn536f LT/AP 0315 • PRINTED IN JAPAN


© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2015