

DESIGN NOTES

簡単になったRMS-DC変換 - デザインノート288

Glen Brisebois and Joseph Petrofsky

はじめに

LTC®1966は高精度マイクロパワーの真のRMS-DCコンバータで、特許を取得した先進的な $\Delta\Sigma$ デルタシグマ 計算法を利用しています。* LTC1966の内部 $\Delta\Sigma$ 回路により、従来の対数-逆対数RMS-DCコンバータに比べて使いやすく、高精度で、消費電力が少なく、柔軟性が劇的に向上しています。従来使われてきたRMS-DCコンバータと異なり、LTC1966は直線性がすぐれているので、どんな入力電圧でも (DCであっても) システムの較正が簡単です。

使いやすさ

図1a、図1b、および図1cに示されている標準的なアプリケーションに、LTC1966の柔軟性が示されています。LTC1966はシングルエンドまたは差動の入力信号(EMI/RFIを除去するため)を受け取り、最大4のクレストファクタをサポートします。同相入力範囲はレール・トゥ・レールで、差動入力範囲は $1V_{PEAK}$ です。LTC1966は別の出力リファレンス・ピンを使ったレール・トゥ・レール出力も備えており、柔軟にレベル・シフトを行います。LTC1966は2.7V ~ 5.5Vの単電源または $\pm 5.5V$ までの両電源で動作し、 $155\mu A$ しか消費しません。LTC1966がシャットダウンされると、電源電流はわずか $0.1\mu A$ まで減少します。

対数-逆対数の問題点

旧来のRMS-DCコンバータには対数/逆対数技法が使われています。対数/逆対数関数はバイポーラ・ジャンクション・トランジスタ(BJT)のベース-エミッタ電圧とコレクタ

電流の関係に基づいています。この方法には多くの問題点があります。BJTトランジスタは、たとえば閉ループで動作することを意図したオペアンプの差動入力段の場合のように、同じコレクタ電流で動作しているときは全温度範囲にわたってすぐれたマッチングとトラッキングを示します。ただし、大きな電流変化にわたる対数への対応性は非常に良いとはいえず、開ループ構成で異なったコレクタ電流で動作しているときのマッチングとトラッキングは良くはありません。このため、対数-逆対数コンバータの直線性と温度除去特性が劣化し、単純な較正手法を使って較正することができなくなります。これとは対照的に、LTC1966は多様な信号の種類と広い温度範囲にわたって並外れた精度を実現し、簡単なDC較正によってさらにすぐれた結果さえ得ることができます。LTC1966の直線性と、それより劣る対数/逆対数法の直線性の比較を図2に示します。

対数-逆対数法の他の短所は、BJTの帯域幅が流れる電流の大きさに依存するということから生じます。したがって、対数-逆対数コンバータの帯域幅は信号振幅にしたがって変動します。極端な場合、信号振幅が低下するにつれ、帯域幅はゼロ近くまで減少します。この影響を見るため、これらのデバイスの1つを採用した真のRMSメータを取り上げ、入力信号を与えます。次に信号を取り去り、メータの入力を短絡します。

LT、LTCとLTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
RAIL-TO-RAILはモトローラ(株)の登録商標です。
*米国特許番号6,359,576および6,362,677。他にも出願中。

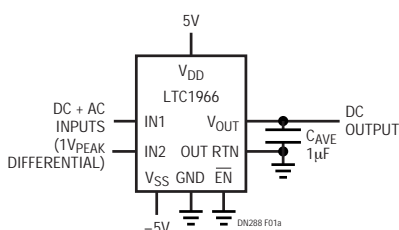


図1a. $\pm 5V$ 電源、差動、DC結合されたRMS-DCコンバータ

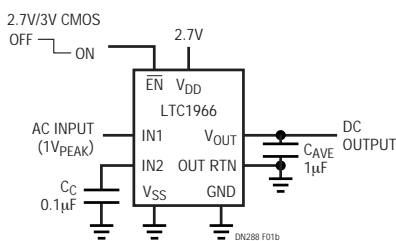


図1b. 2.7V単電源、シングルエンド、AC結合されたRMS-DCコンバータ、シャットダウン機能付き

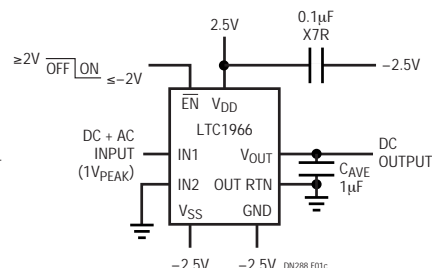


図1c. $\pm 2.5V$ 電源、シングルエンド、DC結合されたRMS-DCコンバータ、シャットダウン機能付き

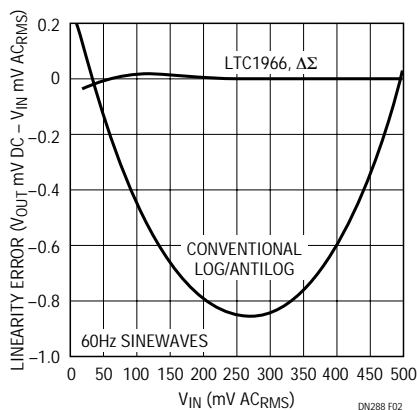


図2．直線性の性能の飛躍的向上

メータの測定値は最初かなり急速に低下しますが、速度が鈍り続け、実効ゼロまで戻るには数分間を要することがあります。これとは対照的に、LTC1966を使った同様の状況では、測定値は数秒内に真のゼロになります。

対数-逆対数の手法のさらに別の問題は、フロントエンドに絶対値の回路を必要とすることです。入力電流は入力の極性にしたがって異なった経路をとるので、極性に依存する利得誤差が生じます。この影響を見るには、10%～30%のデューティ・サイクルの非対称信号波形をRMSメータに入力します。次に入力を交換します。測定値に約0.5%の差が通常見られます。これだけ大きな差が見られない場合、信号振幅を変えて再度試みてください。(この影響はDC信号でも明らかに見られますが、ほとんどのRMSメータは内部でAC結合されており、DCテストが妨げられることに注意してください。) 対称な $\Delta\Sigma$ 入力により、LTC1966には絶対値の回路がなく、この誤差は除去されています。

LTC1966 RMS-DCコンバータの動作原理

LTC1966には全く新しい手段が使われています(図3参照)。 $\Delta\Sigma$ モジュレータは分割器として機能し、簡単な極性スイッチが乗算器として使われています。 V_{OUT} を $\Delta\Sigma$ リファレンス電圧に印加すると V_{IN}^2/V_{OUT} 関数がローパス・フィルタの前に実行され、RMS-DC変換が行われます。

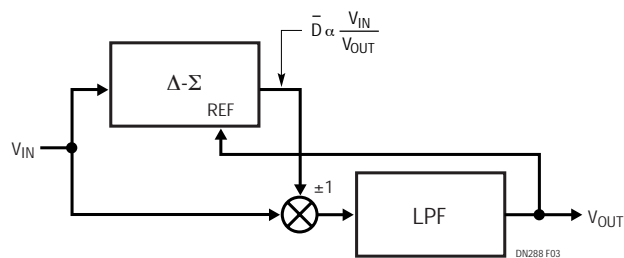


図3．LTC1966のブロック図

$\Delta\Sigma$ は2次のモジュレータで、直線性がすぐれています。シングルビット出力を備えており、その平均デューティ・サイクルは入力信号を出力で割った比に比例します。シングルビット出力は入力信号を選択的にバッファするか、または反転するために使われます。さらに、これは-1と+1の2つの利得だけで動作するため、直線性のすぐれた回路になります。時間軸に対する平均実効乗数はこれらの2点間を結ぶ直線上にあります。

ローパス・フィルタはRMS関数の平均化の部分进行处理するので、対象とする最低周波数よりも低いコーナー周波数をもつ必要があります。LTC1966はローパス・フィルタを実現するのに1個のコンデンサだけを出力に必要とします。85k の出力インピーダンスが与えられたとして、ユーザーは周波数範囲とセトリング時間の条件に基づいてこのコンデンサを選択します。

このトポロジーは対数-逆対数の手段に比べて本質的に安定性と直線性がすぐれています。信号処理のすべてが、高利得オペアンプが閉ループで動作している回路内で行われるからです。内部のスケーリングは V_{IN} が $\pm 4 \cdot V_{OUT}$ を超しているときだけ $\Delta\Sigma$ 出力のデューティ・サイクルが0%または100%に制限されるようになっていることに注意してください。

まとめ

LTC1966はRMS-DC変換における画期的な製品で、RMS測定に新しいレベルの精度をもたらします。接続がきわめて単純で、トリミング(微調整)なしに全温度範囲と時間にわたってすばらしい精度をもたらします。サイズが小さいことやマイクロパワー動作とともにこれらの機能により、LTC1966はハンドヘルド測定装置を含む広範なRMS-DCアプリケーションに最適です。

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1966f.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 横浜市都築区東方町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>

dn288f 0602 6K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2002