

# DESIGN NOTES

## フリー・ソフトウェアFilterCAD 3.0による迅速で簡単なフィルタ設計 - デザインノート 245

Philip Karantzalis

アナログ・フィルタは、複数の設計仕様 (すなわち、利得、位相、および時間応答) と実装上の制約 (すなわち、部品の許容差、ICパッケージ、電源電圧、および電流制限) を満足するものでなければなりません。複雑なフィルタ回路を設計するには、多くの数学的作業および利用可能な技術 (すなわち、集積回路、オペアンプ、ディスクリート部品など) に関する経験が必要です。リニアテクノロジーのFilterCAD™ 3.0 (FCAD) は、アナログ・フィルタの設計および実装のプロセスを自動化し簡略化します。FCADはMicrosoft Windows® で動作するプログラムです。最適なフィルタの選択と設計のための長々としたプロセスを、マウスのクリックだけで簡潔に行うことができます。FCADは、ユーザが入力したフィルタ・パラメータに基づいてフィルタ応答を設計し、リニアテクノロジーのアクティブRCまたはスイッチト・キャパシタ・フィルタICを使用して、応答を実際の回路としてインプリメントします。FCADは、バターワース、ベッセル、チェビシェフ、エリプティック、および最小Qエリプティックを含むさまざまな応答を有するローパス、ハイパス、バンドパス、およびノッチ・フィルタを実現可能です。さらに、任意の仕様を満足するカスタム・フィルタも設計できます。FCADでは、フィルタ問題の答えがすぐに得られるQuick Design/Implement、そして包括的なフィルタ設計と実装方法を選択するEnhanced Design/Implementの2とおりの手法が提供されています。FilterCADはwww.linear-tech.comからダウンロードできます。

### リニアフェーズ・ローパス・フィルタ

データ収集およびデータ通信システムでは、信号の波形歪みを最小にするために、パスバンド内にリニアフェーズ応答を有するローパス・フィルタが必要になる場合がよくあります。従来式のフィルタ設計では、ベッセル近似によってリニアフェーズ・ローパス・フィルタを形成しています。ローパス・ベッセル・フィルタは、パルス状入力信号に対するオーバーシュートが非常に低い応答を示します。ただし、ベッセル・フィルタのストップバンド選択度は非常に低くなっています。ベッセル・フィルタより高い選択度を持つ非標準リニアフェーズ・フィルタを設計することができます。以下の例で、FCADのQuick Design/Implementを使用して、標準ベッセルおよび非標準リニアフェーズ・ローパス・フィルタ回路を実現する方法を説明します。

### 例1: 単一5V電源用256kHzリニアフェーズ・ローパス・フィルタの設計

最初にFCADを開くと、デフォルトでQuick Design ウィンドウが現れます。“Next” ボタンをクリックすると、いくつかのウィンドウが現れ、フィルタ設計仕様に関する簡単な質問が表示されます。最初のウィンドウでは、“Lowpass” を選択します。次のウィンドウでは、“Attenuation” ボックスに20dB、“Passband (f<sub>C</sub>)” ボックスに256kHz、“Stopband (f<sub>S</sub>)” ボックスにf<sub>C</sub>の2倍の値 (512kHz) を入力します。次の2つのウィンドウでは、“Linear Phase” と “5V Power Supply” を選択します。“Next” ボタンをもう一度クリックすると、リニアテクノロジーのフィルタICのQuick Implement ウィンドウが表示されます。“Quick Implement” ウィンドウでは、単一5V電源で動作しながら256kHzのカットオフを実現するLTC1569-7 (自己内蔵型スイッチト・キャパシタ) およびLTC1563-3 (アクティブRC) の2つのリニアフェーズ・ローパス・フィルタの選択肢を提供します。デバイス名にマウスポインタを置いてクリックすると、フィルタの利得応答が表示されます。LTC1563-3は標準4次ベッセル応答、LTC1569-7はパスバンド内で直線化されたフェーズを持つ選択度の高いエリプティック応答を有しています。“Next” ボタンをクリックして、デバイス・パッケージを表示し、もう一度クリックして設計のタイトルを入力します。最後に、“Done” ボタンをクリックして、フィルタの回路図、利得、およびステップ入力に対する時間応答を表示します。時間応答ウィンドウを選択すると、フィルタ信号入力 (ステップ、パルス、またはサインパースト入力) を選択できます。図1にLTC1563-3、図2にLTC1569-7のフィルタ回路図と10μsパルス応答を示します。フィルタ・アプリケーションに応じて、FCADのリストから最適なフィルタICを選択します。具体的なアプリケーションの条件によって、1つのデバイスだけが望ましい場合やどちらか1つを選択できる場合があります。LTC1569-7は選択度が高く、チューニング可能 (外部抵抗を変更してカットオフ周波数を設定) で、LTC1563-3はパルス・オーバーシュートが低いですが、チューニングできません (カットオフ周波数を設定するには、6つの等しい抵抗値を持つ外部抵抗を変更する)。

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。FilterCADはリニアテクノロジー社の商標です。WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。

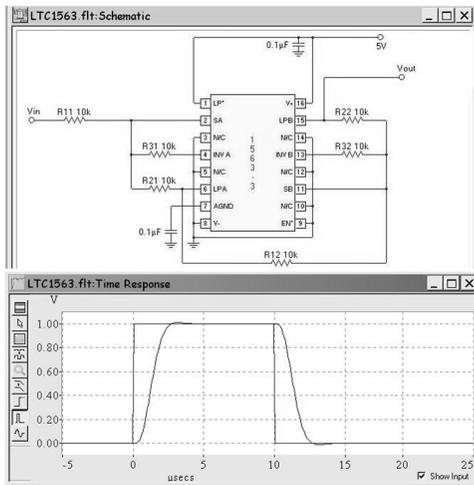


図1. LTC1563-3の回路図およびパルス応答

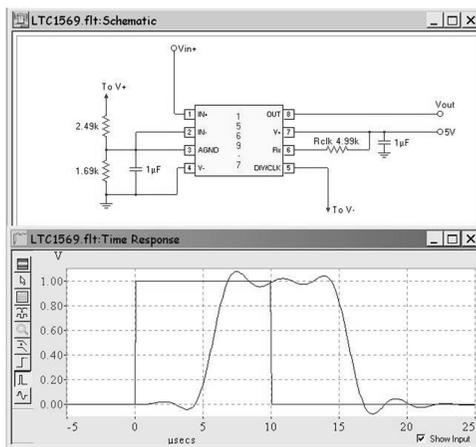


図2. LTC1569-7の回路図およびパルス応答

詳細情報 すなわち、LTC1563-3はレール・トゥ・レールの入出力電圧範囲を持ち、LTC1569-7は外部クロックで最小100Hzのカットオフ周波数に同調可能であることなど)については、ICのデータシートを参照してください。

LTC1563-3およびLTC1569-7はどちらも、同じサイズの表面実装パッケージ(LTC1563-3は16ピン細型SSOP、LTC1569-7は8ピン細型SOパッケージ)で供給されます。

### 例2：単一3V電源用10kHzローパワー・リニアフェーズ・ローパス・フィルタの設計

例1で説明した手順に従って順番に、“Lowpass”を選択し、

#### データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1563xi.html>  
<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j15697i.html>  
<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j1565xi.html>

“Attenuation”ボックスに20dB、“Passband( $f_C$ )”ボックスに10kHz、“Stopband( $f_S$ )”ボックスに $f_C$ の2倍の値(20kHz)を入力し、ついで“Linear Phase”、“3V Power Supply”、“Low Power”を選択します。“Next”をクリックすると、3V電源で動作可能なLTC1569-6およびLTC1569-7(スイッチト・キャパシタ) LTC1563-3(アクティブRC)の3つのローパワー・リニアフェーズ・ローパス・フィルタのFCAD “Quick Implement”ウィンドウが表示されます。これら3つのICのうち、LTC1563-3は25.6kHz以下のカットオフ周波数( $f_C$ )では消費電流1mAが最も低く、最小256Hzのカットオフ周波数まで動作可能です。LTC1569-6は、20kHz以下のカットオフ周波数( $f_C$ )ではLTC1569-7より消費電流が低く、最小25Hzの周波数にクロック同調できます。

### 例3：単一5V電源用650kHzリニアフェーズ・ローパス・フィルタの設計

例1で説明した手順に従って、順番に“Lowpass”を選択し“Attenuation”ボックスに20dB、“Passband( $f_C$ )”ボックスに650kHz、“Stopband( $f_S$ )”ボックスに $f_C$ の2倍の値(1300kHz)を入力し、ついで“Linear Phase”および“5V Power Supply”を選択します。FCADの“Quick Implement”ウィンドウに、LTC1565-31がアクティブRCフィルタとして表示されます。LTC1565-31は差動入力および出力を備えています。LTC1565の「-31」は650kHzのパスバンド周波数を示します。アプリケーションでLTC1565-31で提供されている以外のカットオフ周波数が必要な場合は、弊社にお問い合わせください。

FilterCAD 3.0はさまざまなフィルタ設計ソリューションを提供できます。プログラムが仕様に適合するフィルタを提供できない場合は、リニアテクノロジーのフィルタ・アプリケーション・スタッフが最適なフィルタの設計を支援いたします。

FilterCAD 3.0の使い方については、[www.linear-tech.com/seminar](http://www.linear-tech.com/seminar)でリニアテクノロジーのオンライン・セミナーを参照してください。

以下の書籍は、フィルタ設計および信号処理に関する優れた情報源です。

"Filtering in the Time and Frequency Domains," Herman J. Blinchikoff and Anatol I. Zverev. Robert E. Krieger Publishing Company.

"Filter Design For Signal Processing Using MATLAB and Mathematica." M. D. Lutovac, D. V. Tošić and B. L. Evans. Prentice Hall Inc.

## リニアテクノロジー株式会社

162-0814 東京都新宿区新小川町 1-14 NAOビル5F  
 TEL(03)3267-7891 FAX(03)3267-8510  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn245f 1200 31K • PRINTED IN JAPAN

  
 © LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2000