



DFP2 Option

**LECROY**  
**DIGITAL FILTER PACKAGE 2**  
**OPERATOR'S MANUAL**  
NOVEMBER 2003





**LeCroy**

LeCroy Corporation

700 Chestnut Ridge Road Chestnut Ridge, NY 10977 6499 Tel: (845) 578 6020, Fax: (845) 578 5985

Internet: [www.lecroy.com](http://www.lecroy.com)

© 2003 by LeCroy Corporation. All rights reserved.

LeCroy、ActiveDSO、ProBus、SMART Trigger、JitterTrack、WavePro、WaveMaster、およびWaverunnerは、LeCroy Corporationの登録商標です。本書に記載の情報は、以前のすべての版に優先します。仕様は、予告なしに変更されることがあります。





## 目次

はじめに.....	2
必要性.....	2
解決法.....	2
フィルターの種類.....	5
ロー・パス・フィルタ.....	5
ハイ・パス・フィルタ.....	5
バンド・パス・フィルタ.....	6
バンド・ストップ・フィルタ.....	6
IIR フィルタ.....	10
フィルタの設定.....	11
DFP フィルタを設定する.....	11
マルチレート・フィルタ.....	12
概要.....	12
例.....	13
カスタム・フィルタ.....	14
Example 1: Creating an FIR Filter Coefficient File Using Mathcad.....	14
データをデータ・ファイルに書き込む.....	15
例 2 : Mathcad を使用して IIR フィルタの作成.....	17
データをデータ・ファイルに書き込む.....	18



## はじめに

### 必要性

今日の複雑な環境下では、幅広い周波数にわたって、アナログ成分とデジタル成分がデータ内に混在することがよくあります。多くのアプリケーションで、関連データが符号化されたり覆い隠されたりしています。したがって正しい信号を取り出すことは、骨の折れる作業となっています。

エンジニアは必要となるデータ部分だけをテストすることがますます困難になっています。

従来のオシロスコープでは常に満足する答えを提供できないのが現状です。

たとえば、ディスク・ドライブのサーボ・モータは、出力の高周波数データに低周波数成分を加えてしまいます。この低周波成分を取り除かなければ、データの正確な解析を行なうことは困難です。

よく見られる別の例として、スイッチング電源があります。これは、システム内の多くのパーツに対して、スイッチングによる周波数成分を送り込んでしまいます。このスイッチング周波数が混ざったデジタル信号を観測することは、とても難しい作業になります。こうした場合、どうしてもフィルタリングが必要になります。

その他の例として一般家庭などで使用されているADSLの場合、通常の電話回線に256以上のナローバンドを転送しています。それぞれのバンドは4.7KHzの幅を持ち、隣接したバンドのギャップは4.7KHzあります。

通常のDSOでこのような複雑な波形を調べることは、ほとんど不可能であり、不要な周波数成分をフィルタで取り除く必要があります。

### 解決法

現在これらの問題に対し、2通りの対処がなされています。1つは、アナログ・フィルタを作成し、それをオシロスコープよりも前に配置することで、フィルタリングされた信号をDSOに渡すという方法です。これには多くの欠点があります。たとえばアナログ・フィルタは、アナログ部品の精度と安定性によって大きく変わってしまいます。アナログ・フィルタを簡単に実装できる場合もありますが、総じてアナログ・フィルタは低周波域(<100Hz)や高周波域(>100MHz)に対して実用的ではありません。それに対し、デジタル・フィルタは、こうした周波数域に対しても満足のいく結果を与えてくれます。

2つめは、多くの技術者が用いているやり方でもありますが、DSOをデジタイザとして使用する方法です。デジタル化したデータ出力を、処理のためパソコンに送ります。この方法は、欲しい結果が得られることが多いものの、特定のアプリケーションでは速度が遅かったり、柔軟性に欠けることがあります。

レクロイ社のデジタル・フィルタ・パッケージ2(DFP2)は、この両方のよいところを組み合わせた手段を提供します。DFP2には、ユーザーが定義できる機能に加え、もっとも有用な有限インパルス応答(FIR)フィルタが7つ含まれています。さらに4つの無限インパルス応答(IIR)フィルタ(Butterworth、Chebyshev、Inverse Chebyshev、Bessel)も入っています。各フィルタに対し、カットオフ周波数、ストップ・バンド(阻止域)アッテネーション、パス・バンド(通過域)リップルを簡単に設定することができます。

フィルタは単独で使用することもできますし、複数のフィルタをカスケード接続して、より複雑なフィルタリングを行うことも可能です。フィルタをかけた波形からは不必要な周波数成分が吸収さ



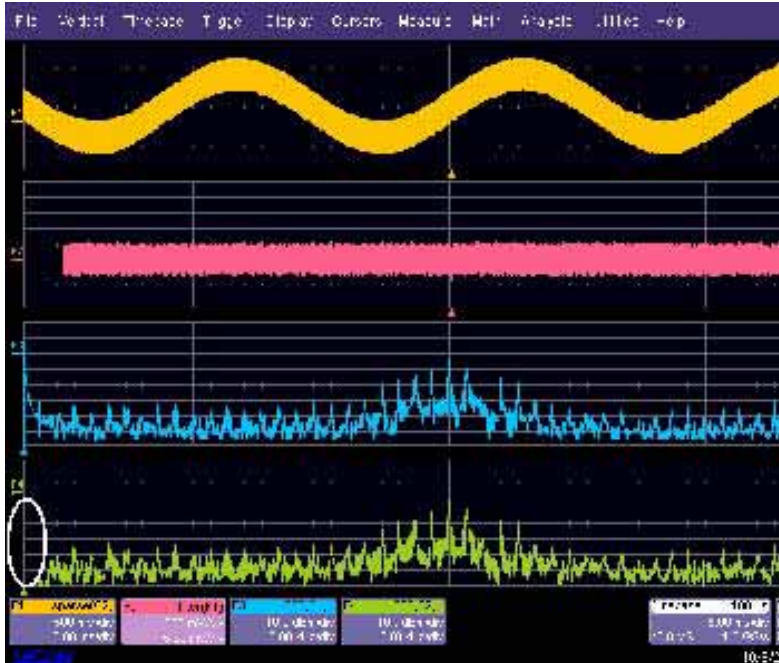
れて、残っているものはほとんど、有意な周波数成分だけになっています。

特別な性質を持ったフィルタが必要であれば、ユーザー定義機能を使用して、用途にあったフィルタを設計することもできます。必要とされるフィルタはデジタルフィルタソフトウェア又はMatlabやMathCadなどのMathソフトウェアを使って設計することができます。



フィルタ係数は、DSOフィルタ・ユーティリティを使用すれば、プログラムから直接オシロスコープにダウンロードすることができます。あるいは、Excelのスプレッド・シート上でフィルタ係数を指定し、DSOフィルタ・ユーティリティを使用してそのスプレッド・シートからオシロスコープへ係数をダウンロードすることもできます。

DFP2の柔軟性を下記の例で示します。



1. 不要な60Hz正弦波成分を含んだ25 kHzの方形波
1. 1kHz以下の信号を減衰させるハイ・パス・フィルタを使用して、不要な60Hz成分を除去します。
3. フィルタをかけていないトレースのFFT
4. フィルタをかけたトレースのFFT。 60Hz成分がないことに注意

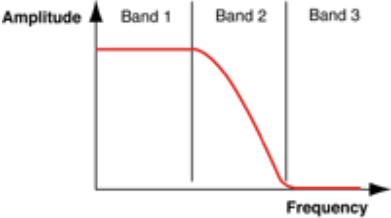
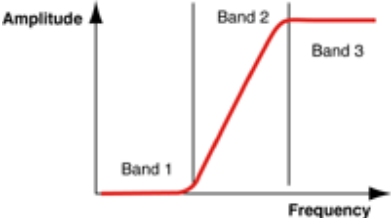
### Enhanced Solutions

DFP2は、JTA2やDDM2などの、レクロイ社の他のソフトウェア製品と組み合わせることで、それぞれのソフトウェアの応力を高め、より満足のいく答えを得ることができます。たとえばジッタ測定では、DFP2のバンド・パス・フィルタをJTA2パッケージと組み合わせ、ナローバンドでジッタを測定することができます。


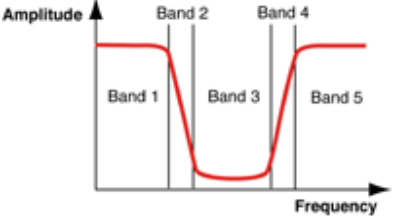




## フィルターの種類

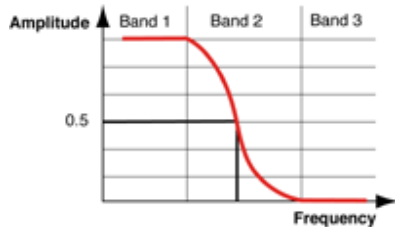
<p><b>ロー・パス・フィルタ</b></p>  <p>The graph shows Amplitude on the vertical axis and Frequency on the horizontal axis. The curve starts at a constant high level in Band 1, then gradually decreases through Band 2, and reaches a very low level in Band 3.</p>	<p>ロー・パス・フィルタは、累積した高周波のノイズや干渉を取り除いたり、高周波のバックグラウンド・ノイズをキャンセルする際に使用すると便利です。適用例としては、データコムや電気通信、ディスク・ドライブや光学記録による精度の高いRF信号検出解析などがあげられます。</p> <p><b>Band 1:</b> パス・バンド (通過帯域)。 - DCから遷移帯域との境界までの領域。信号は減衰することなく通過します。</p> <p><b>Band 2:</b> トランジション (遷移帯域)。 - エッジ周波数から、(エッジ周波数) - (帯域幅)、までの範囲。減衰が強くなっていきます。</p> <p><b>Band 3:</b> ストップ・バンド (阻止帯域)。 - 遷移帯域の上端を超えた領域。信号は強く減衰します。</p>
<p><b>ハイ・パス・フィルタ</b></p>  <p>The graph shows Amplitude on the vertical axis and Frequency on the horizontal axis. The curve is near zero in Band 1, then rises through Band 2, and reaches a constant high level in Band 3.</p>	<p>ハイ・パス・フィルタは、DCや低周波数成分を取り除く際に使用すると便利です。適用先としては、ディスク・ドライブや光学記録による解析 (SLICING関数のエミュレーション)</p> <p><b>Band 1:</b> ストップ・バンド (阻止帯域)。 - DCから遷移帯域の下まで。信号は強く減衰します。</p> <p><b>Band 2:</b> トランジション (遷移帯域)。 - [(エッジ周波数) - (帯域幅)] からエッジ周波数までの領域。減衰が弱まっていきます。</p> <p><b>Band 3:</b> パス・バンド (通過帯域)。 - エッジ周波数以上の帯域。信号は減衰することなく通過します。</p>



<p><b>バンド・パス・フィルタ</b></p> 	<p>バンド・パス・フィルタは、周波数のある選択帯域のみ取り出す際に役立ちます。適用例としては、ラジオのチャンネル検索、広帯域通信、ADSL、クロック・ジェネレータ（すなわち中心周波数を除去して高/低調波のみを表示）、電気通信（特定の周波数帯域幅におけるジッタ測定）などがあげられます。</p> <p><b>Band 1:</b> 第1ストップ・バンド（阻止帯域）。 - DCから第1遷移帯域の下までの領域。信号は強く減衰します。</p> <p><b>Band 2:</b> 第1トランジション（遷移帯域）。 - [(下のコーナー周波数) - (帯域幅)]から下のコーナー周波数までの領域。減衰が弱まっていきます。</p> <p><b>Band 3:</b> パス・バンド（通過帯域）。 - 信号は減衰することなく通過します。</p> <p><b>Band 4:</b> 第2トランジション（遷移帯域）。 - 上のコーナー周波数から、(上のコーナー周波数) + (帯域幅)までの範囲。減衰が強くなっていきます。</p> <p><b>Band 5:</b> 第2ストップ・バンド（阻止帯域）。 - 信号は強く減衰します。</p>
<p><b>バンド・ストップ・フィルタ</b></p> 	<p>バンド・ストップ・フィルタは、ある狭帯域周波数を取り除くときに役立ちます。適用先としては、たとえば50/60Hzにおける主なリップルは取り除き、低エネルギーの生体信号はそのまま残す必要のある医療機器などがあげられます。デジタル検査器としての応用：切り替え電源の固有周波数をブロックし、システム・クロック・ジェネレータが原因の、送電線の電圧降下やグリッチを明らかにします。</p> <p><b>Band 1:</b> 第1パス・バンド（通過帯域）。 - DCから第1トランジション（遷移帯域）の下までの範囲。信号は減衰することなく通過します。</p> <p><b>Band 2:</b> 第1トランジション（遷移帯域）。 - [(下のコーナー周波数) - (帯域幅)]から下のコーナー周波数までの領域。減衰が強まっていきます。</p> <p><b>Band 3:</b> ストップ・バンド（阻止帯域）。 - 信号は強く減衰します。</p> <p><b>Band 4:</b> 第2トランジション（遷移帯域）。 - 上のコーナー周波数から、(上のコーナー周波数) + (帯域幅)までの範囲。減衰が弱まっていきます。</p> <p><b>Band 5:</b> 第2パス・バンド（通過帯域）。 - 信号は減衰することなく通過します。</p>



Raised Cosine (ロー・パス・フィルタ)



このフィルタは、(形が特殊というだけであり)ロー・パス・フィルタに分類されます。Raised cosineフィルタは、シンボル間干渉(時間領域でのインパルス応答が、インパルスのビット時間間隔を除いたすべてのビット時間間隔でゼロ交差する)を最小限に抑えるために使用するフィルタの1つです。

raised root cosineフィルタを(たとえば信号の送信側と受信側で)2度適用すると、raised cosineフィルタと同じ効果をもたらします。適用例としては、WCDMAなどの携帯電話通信、データコム、電気通信、ディスク・ドライブ、光学ドライブ解析などがあげられます。

**Band 1:** パス・バンド(通過帯域)。- DCから、(コーナー周波数) - (帯域幅の半分)までの範囲。信号は減衰することなく通過します。

**Band 2:** トランジション(遷移帯域)。- [(コーナー周波数) - (帯域幅の半分)]から、[(コーナー周波数) + (帯域幅の半分)]までの範囲。周波数とともに減衰率が上昇します。ロールオフの形は、 $0.5\cos(a) + 0.5$ で与えられ、ここでaは遷移帯域中を0から $\pi$ まで変化します。遷移帯域は、コーナー周波数の割合として与えられるbによって決められます。

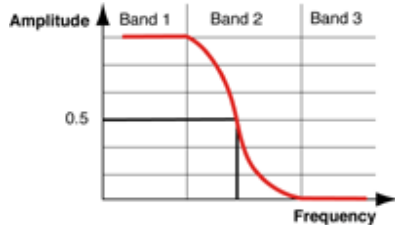
**Band 3:** ストップ・バンド(阻止帯域)。- (上のコーナー周波数) + (帯域幅の半分)よりも上の領域。信号は強く減衰します。

raised cosineフィルタのインパルス関数は次式で与えられます。

$$h(t) = \frac{\left[ \frac{\sin\left(\pi \frac{t}{T_s}\right)}{\pi \frac{t}{T_s}} \right] \cos\left[\pi\beta \frac{t}{T_s}\right]}{1 - \left[2\beta \frac{t}{T_s}\right]^2}$$



Raised Root Cosine (ロー・パス・フィルタ)



**Band 1:** パス・バンド (通過帯域)。 - DCから、(コーナー周波数) - (帯域幅の半分) までの範囲。信号は減衰することなく通過します。

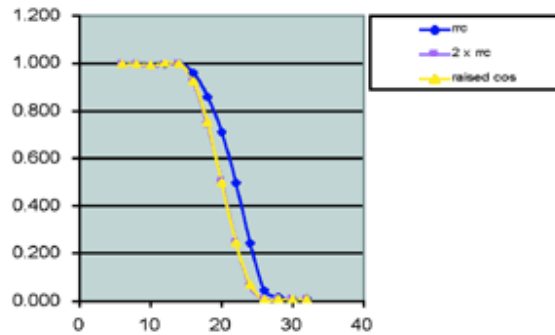
**Band 2:** トランジション (遷移帯域)。 - (コーナー周波数) - (帯域幅の半分) から、(コーナー周波数) + (帯域幅の半分) までの範囲。周波数とともに減衰が強くなっていきます。ロールオフの形は、 $0.5[\cos(a) + 0.5]1/2$  与えられ、ここでは遷移帯域中を 0 から  $p$  まで変化します。遷移帯域は、コーナー周波数の割合として与えられる  $b$  によって決められます。

**Band 3:** ストップ・バンド (阻止帯域)。 - (上のコーナー周波数) + (帯域幅の半分) よりも上の領域。信号は強く減衰します。

square-root raised cosineフィルタのインパルス関数は次式で与えられます。

$$h(t) = \frac{4\beta}{\pi\sqrt{T_s}} \frac{\cos\left((1+\beta)\pi\frac{t}{T_s}\right) + \frac{\sin\left[(1-\beta)\pi\frac{t}{T_s}\right]}{4\beta\frac{t}{T_s}}}{1 - \left[4\beta\frac{t}{T_s}\right]^2}$$

Raised root filter,  $f_1 = 20\text{MHz}$ ,  $\text{beta} = 30\%$ , 599 coeff, 2Gs/s





	<p style="text-align: center;"><b>Raised Root filter, f1 = 104MHz, beta=60%, 113 coeff</b></p> <p>上の2つの図は、さまざまなベータ値を持つraised root cosineフィルタです。それぞれこのフィルタを2回適用して得られたraised cosineレスポンスを示しています。</p>
	<p><b>Band 1:</b> パス・バンド (通過帯域)。- DCから、半値電力帯域幅 (%) に変調周波数をかけた値までの範囲。この範囲で信号は通過します。半値電力帯域幅では、3dB降下が発生します。</p> <p>Gaussianフィルタの周波数応答の形は、DCを中心としたガウス分布です。周波数が大きくなるほど、信号は減衰します。Gaussianフィルタでは、遷移帯域やストップ・バンド (阻止帯域) を定義することはできません。しかし、シンボル周波数の割合であるBT値がフィルタの幅を決定します。ここで、</p> <p>B = 半値電力帯域幅 T = ビット (変調周期)</p>



## IIR フィルタ

無限インパルス応答 (IIR) フィルタは、アナログ・フィルタをエミュレートするデジタル・フィルタです。オプションのDFP2には、以下の4種類のIIRフィルタがあります。

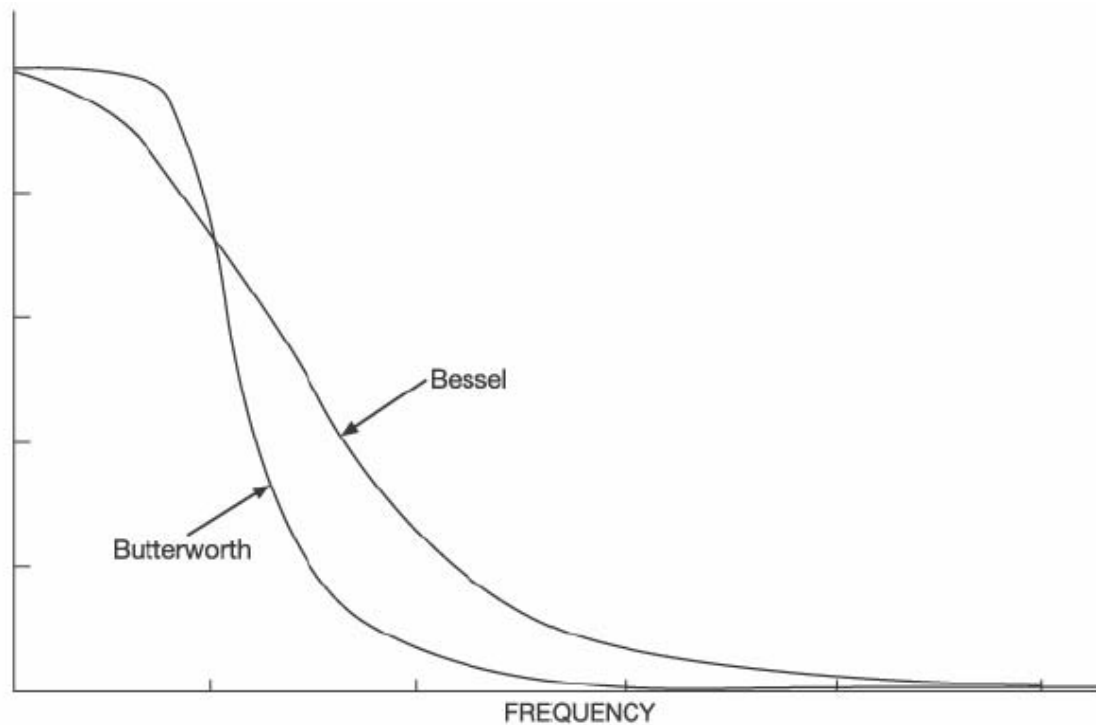
Butterworth

Chebyshev

Inverse Chebyshev

Bessel

Butterworthフィルタ、すなわち"最大平坦"フィルタは、あらゆるフィルタの中で、応答の振幅がもっとも平坦な形をしています。Besselフィルタの特徴は、周波数の関数として均一な位相応答をするという点です。以下の図では、ButterworthフィルタとBesselフィルタを比較しています。Besselフィルタのほうが遷移帯域幅が広く、しかし通過帯域においては直線的に振幅が低下していることに注意してください。



最速のロールオフが必要な場合、Chebyshevフィルタが同じステージ数に対して最も狭い遷移帯域を持っています。しかしChebyshevフィルタは、通過帯域にリップルがあります。これに対し、Inverse Chebyshevフィルタは、通過帯域の応答は平坦ですが、その代わり阻止帯域にリップルがあります。

これらのフィルタを設定する際には、カットオフ周波数、遷移帯域幅、ストップ・バンド（阻止帯域）での減衰、などを決める必要があります。

## フィルタの設定

### DFP フィルタを設定する

1. メニューバーの[Math 演算]にタッチし、プル・ダウン・メニューから[Math Setup... 演算のセットアップ...]を選びます。

2. フィルタをかけた波形を表示したい演算トレースに対し、[Fx]タブ（たとえばF1）



をタッチします。

3. このトレースに対し、フィルタ関数を 1 つだけ作用させる場合は、[Single シングル]関数ボタン



をタッチします。フィルタ出力に演算を行ないたい場合や、別のフィルタを作用さ

せたい場合は、[Dual デュアル]関数ボタン



4. [Source1 ソース1]フィールドの中をタッチし、ポップアップ・メニューからフィルタをかける波形を選びます。

5. [Operator1 オペレータ1]フィールドの中をタッチし、ポップアップ・メニューからフィルタ



を選択します。右側に、フィルタを設定するミニ・ダイアログが開きます。

6. [FIR/IIR]フィールドの中をタッチし、有限インパルス応答(FIR)あるいは無限インパルス応答(IIR)のフィルタを選択します。

7. FIRあるいはIIRを選択したら、[Filter Kind フィルタの種類]フィールドの中をタッチし、フィルタが行なう作業を選びます。IIRに関しては、いくつかの選択肢は選ぶことができません。

8. FIRを選択した場合、[Type 種類]フィールドの中をタッチし、FIRフィルタの種類を選びます。そして[Taps タップ]データ入力フィールドの中をタッチし、ポップアップして現れる数字キーから、数値を入力します。あるいは、[Auto Length 自動長さ調整]チェックボックスにタッチすれば、[Taps タップ]フィールドは消え、係数の最適数をオシロスコープが計算します。

IIRを選択した場合、[Type 種類]フィールドの中をタッチし、IIRフィルタの種類を選びます。そして[Stages ステージ]データ入力フィールドをタッチし、ポップアップして現れる数字キーから、数値を入力します。あるいは、[Auto Length 自動長さ調整]チェックボックスにタッチすれば、[Stages タップ]フィールドは消え、ステージの最適数をオシロスコープが計算します。

9. [Frequencies 周波数]タブをタッチします。

10. クラス(FIRかIIR)や選択したフィルタの種類によっては、また、自動長さ調整を有効にしたかどうかによっては、カットオフ周波数、遷移帯域幅(エッジ幅)、ストップ・バンド(阻止帯域)減衰、パス・バンド(通過帯域)リップルを変更することができます。



## マルチレート・フィルタ

### 概要

今日の開発環境において、多くの場合、デジタル・フィルタの設計は最もやりがいのある作業の一つです。通常、仕様によって、より高次のフィルタが要求されます。したがって、フィルタ係数のためのさらなる保存スペースが必要となり、高い処理能力も要求されます。さらに高次のフィルタの設計は、不可能ではないものの、難しい作業となります。たとえば3Gワイアレス・システムなどの応用例では、データ処理のために受信側でデータに大規模なフィルタをかける必要があります。

レクロイ社のDFPオプションにはたくさんの種類のフィルタが用意されていますが、エッジ周波数とサンプル・レートとの関係に、ある制限があります。エッジ周波数はサンプル・レートの1%から49.5%までの範囲に限られ、最小遷移帯域幅はサンプル・レートの1%に限定されるのです。

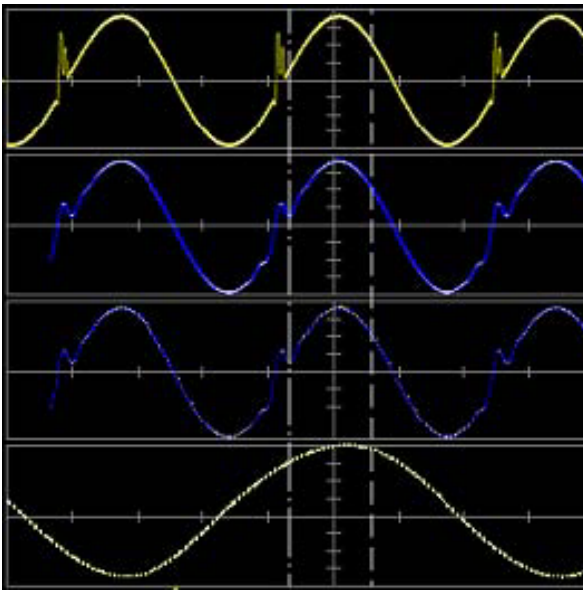
マルチレート・フィルタやマルチステージ（多段階）・フィルタは、狭いスペクトルという条件のついたFIRフィルタを設計・実装するための、効果的解決手段となっています。マルチレート・フィルタは、フィルタ内部のある点または複数の点で、入力データのレートを変更し、その一方で出力データのレートは入力時と同じ速さに保ちます。この方法は、レートを固定した標準的なフィルタと比較して、フィルタの長さをかなり短くすることができます。

同様のことを、複数回の段階を踏むことで行なうこともできます。まず、（比較的制限されたエッジ周波数をもつ）フィルタを適用し、その結果を10分の1に間引きます。次に2つめのフィルタを、その間引かれた波形に適用し、エッジ周波数の下限リミットを大幅に緩和するのです。



**例**

3MHzの正弦波に高周波ノイズ成分が乗っています。ノイズ成分の除去にはロー・パス・フィルタが必要です。オシロスコープのサンプル・レートは2GS/sです。このサンプル・レートに対するロー・パス・フィルタの最小エッジ周波数は、20MHzです。このフィルタだけでもノイズの一部を消すには十分ですが、高周波成分を完全に除去することはできません。こうした場合、2段階（2ステージ）を踏むことで、問題を解決できます。



1. ノイズを含んだ周波数3 MHzの正弦波
1. 20MHzエッジ周波数および30MHz遷移 帯域をもつ第1ロー・パス・フィルタを適用
3. トレースAを粗くとしたもの
4. 5MHzエッジ周波数および6MHz幅の遷移帯域をもつ第2ロー・パス・フィルタを3の粗いトレースに適用

最後のトレースは、マルチステージ・フィルタをかけた信号を拡大したものです。すべての高周波ノイズが消えていることに注意してください。



## カスタム・フィルタ

DFP2で提供される標準的フィルタがユーザーのニーズを満たしていない場合には、ユーザーは最大2,000タップまでのフィルタを、実質上どのような形にも作成することができます。

必要なカスタム・フィルタは、デジタル・フィルタ・デザイン、あるいはMATLABやMathcadのような演算パッケージを使って設計することができます。フィルタの係数は、ASCIIファイルからオシロスコープに読み込むことができます。ASCIIファイルは、数字の区切りとしてスペース、タブ、キャリッジ・リターンいずれかを挿入して構成します。

**注意:** 数字の区切りにコンマは使用しないでください。

カスタムIIRフィルタについては、6個の数字がセットに入っている必要があります。各段階は、分子の多項式に対する3つの数値、分母の多項式に対する3つの数値から成っています。3つの数値は、多項式が  $a + b * z^{-1} + c * z^{-2}$  という形であることから、a b c という順番に並んでいます。

### Example 1: Creating an FIR Filter Coefficient File Using Mathcad

$N := 200$   $i := 0..N$   $\sin x(x) := \sin(x)/x$

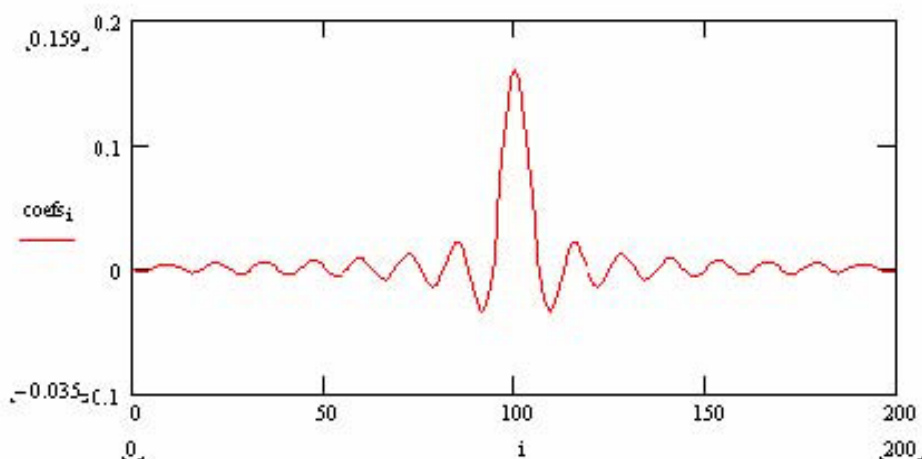
$$coefs_i := \frac{1}{2\pi} \sin x \left[ \frac{i - 100.0001}{2} \right]$$

ロー・パス・フィルタとしての200点からなる  $\sin(x)/x$

注意: 現実のフィルタは、windowを設定するか、あるいはRemez交換アルゴリズムによって作成します。この例の目的は、いかにしてフィルタをオシロスコープに適用するかを示すことにあります。

$$check := \sum coefs$$

check = 0.987 This is the DC gain of the filter

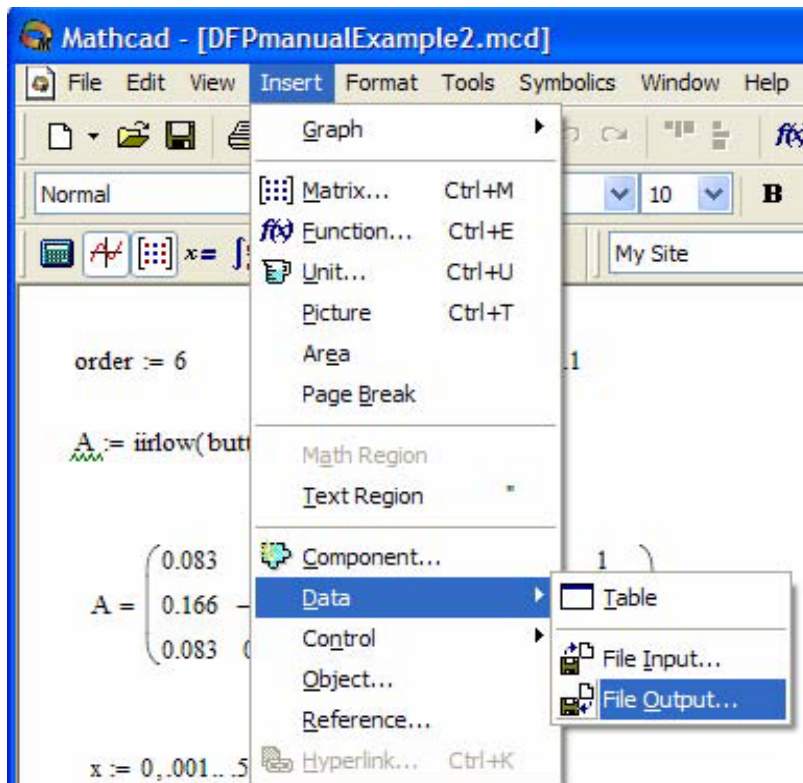


Now create an ASCII file containing the coefficients: FirFilter.txt

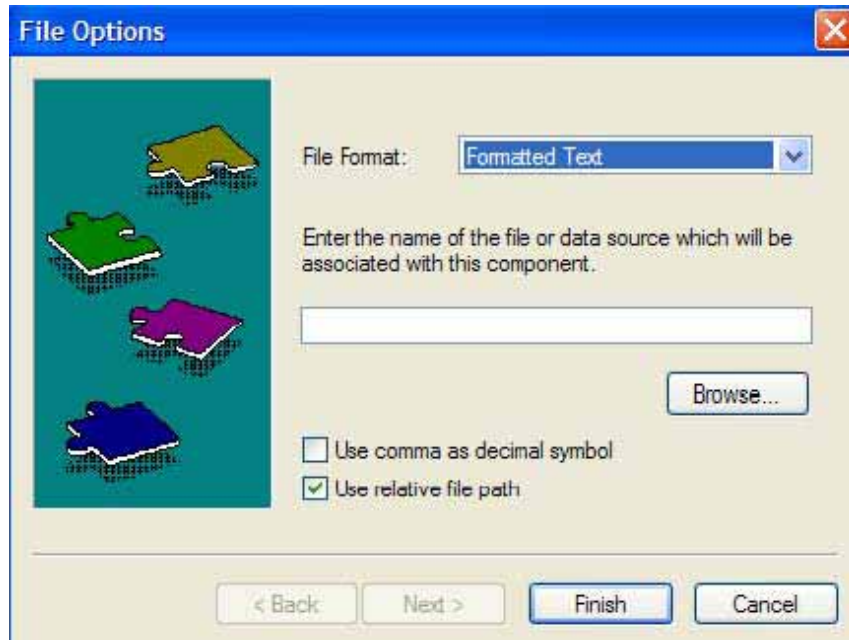
## データをデータ・ファイルに書き込む

数値をMathcadからデータ・ファイルに書き込むには、以下のように[File Read/Write ファイルの読み書き]コンポーネントを使用します。

1. ワークシート上の空欄をクリックします。
2. MathcadのメニューからInsert Data FileOutputを選択します。



3. File Optionウィザードが表示されます。



4. ウィザードの[File Format ファイル形式]ドロップ・ダウン・リストから[Tab Delimited Text タブで区切ったテキスト]を選びます。
5. [Finish 終了]を押します。すると[File Read]または[Write]のアイコンと、データ・ファイルへのパスが表示されます。コンポーネントの下に現れるプレース・ホルダーに、そのデータ・ファイルに書き込むデータが入っているMathcad変数名を入力します。



コンポーネントの外側をクリックすると、Mathcad変数に入っていた数値が、指定したファイルに書き込まれます。ワークシートを計算するたびに、データは上書きされていきます。

この機器では、[Custom カスタム]フィルタを選択すると、ファイル選択ボックスが現れます。Mathcadから保存したデータ・ファイルを選べば、その係数がフィルタに使用されます。



## 例 2 : Mathcad を使用して IIR フィルタの作成

**注意:** この例では、Mathcad の Signal Processing Extension Pack (信号処理拡張パック) を使用します。

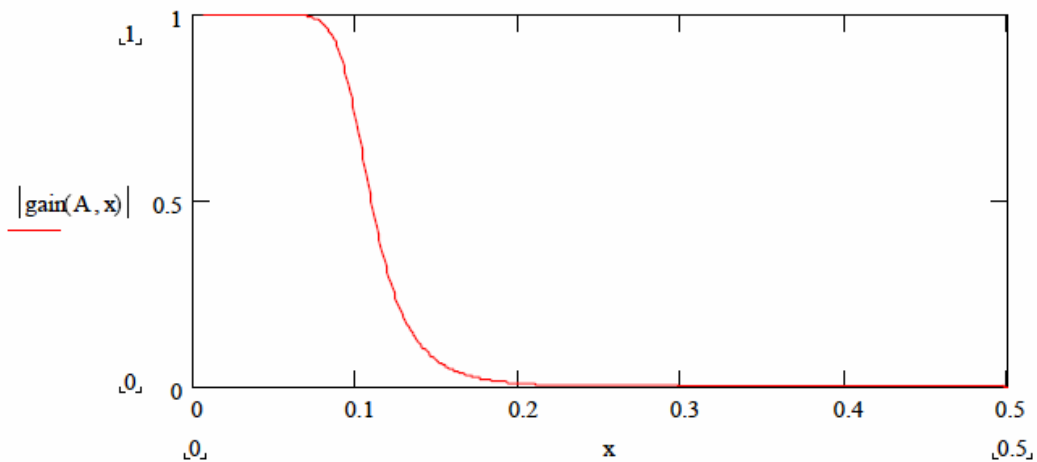
order:=6

fcutoff := .1

A := iirlow butter (order) , fcutoff )

$$A = \begin{pmatrix} 0.083 & 1 & 0.067 & 1 & 0.061 & 1 \\ 0.166 & -1.404 & 0.135 & -1.143 & 0.122 & -1.032 \\ 0.083 & 0.736 & 0.067 & 0.413 & 0.061 & 0.276 \end{pmatrix}$$

x:=0,0.001... .5



係数が入ったASCIIファイル、lirFilter.txt、が作成されます。

lirfilter.txtに書かれている内容を書きに示します。:

```
0.0828825751812225 1 0.0674552738890719 1 0.0609096342883086 1  
0.165765150362445 -1.40438489047158 0.134910547778144 -1.1429805025399 0.121819268576617 -1.03206940531971  
0.0828825751812225 0.735915191196472 0.0674552738890719 0.412801598096189 0.0609096342883086 0.275707942472944
```

## データをデータ・ファイルに書き込む

数値をMathcadからデータ・ファイルに書き込むには、以下のように[File Read/Write ファイルの読み書き]コンポーネントを使用します。

1. ワークシート上の空欄をクリックします。
2. MathcadのメニューからInsert - Componentを選択します。
3. リストから ファイルの読み込み、又は書き込みを選択し、Nextボタンを押して下さい。すると [File Read]または[Write]のセットアップ・ウィザードの冒頭が始まります。
4. データソースでの書き込みを選択し、Nextボタンを押します。次のページでファイル・フォーマット・ドロップダウン・リストからTab Delimitedを選択します。
5. 書き込み先のパスをキーボードより入力するか、又はBrowseボタンよりパスを選択します。
6. Finishボタンを押します。すると[File Read]または[Write]のアイコンと、データ・ファイルへのパスが表示されます。コンポーネントの下に現れるプレース・ホルダーに、データ・ファイルへ書き込まれるデータが入っているMathcad変数を、並び替えを行なった名前を入力します。変数を正しい順番に並べるため、変数の入れ替え(Ctl + 1)を行なうことは重要です。

コンポーネントの外側をクリックすると、Mathcad変数に入っていた数値が、指定したファイルに書き込まれます。ワークシートを計算するたびに、データは上書きされていきます。

Mathcadから保存したデータ・ファイルを選べば、その係数がフィルタに使用されます。

### 仕様

- (customを除く)すべてのフィルタで、パスバンド・ゲインが1に正規化
- FIR Coefficients: 2001 最大値
- IIR Stages: 29 最大値
- Filterの種類: high pass, low pass, band pass, band stop, raised cosine, raised-root cosine, Gaussian, custom
- IIR フィルタ・タイプ: Butterworth, Chebyshev, Inverse Chebyshev, Bessel

§ § §