

ローパスフィルタ (LPF) の特性<1>

ケーブルテレビ アーキテクト 上山裕史

今号はローパスフィルタ (LPF) の特性について紹介します。

ケーブルテレビ局の技術者は、プライマリ-IP電話やインターネットなどミッションクリティカルな双方向アプリケーションに加え、コミュニティチャンネル(コミチャン)放送のためのデジタル放送機器の安定動作に目を光らせています。

今回はローパスフィルタ(LPF)の特性について紹介します。アナログ伝送においてはフィルタの切れ具合とともに群遅延特性が重要視されました。デジタル伝送でも同様です。フィルタの切れ具合と群遅延をバランスよく備えたバターワース特性のLPFを基準として、チェビシェフ、ベッセル特性とデジタル時代になって注目度が上がったガウス、リニアフェーズ特性をみます。

本稿末の文献からそれぞれの特性の正規化したC(コンデンサ:単位Fファラッド)、L(コイル:単位Hヘンリ)の値を回路シミュレータのLTspiceでシミュレートします。正規化した値なので、入力インピーダンス1Ω、カットオフ周波

	Rs	C	L	C	L	C
ベッセル特性	1	0.1743	0.5072	0.8040	1.1110	2.2582
チェビシェフ特性	1	1.8068	1.3025	2.6914	1.3025	1.8068
バターワース特性	1	0.6180	1.6180	2.0000	1.6180	0.6180
リニアフェーズ特性	1	0.3658	0.6768	0.9513	1.0113	2.4446
ガウス特性	1	0.4544	0.8457	1.0924	1.0774	2.4138

図3:正規化表

数(Fc)を1ラジアン/sec(0.159Hz)でシミュレートすることになります。フィルタ設計時は正規化した値を使用するインピーダンス、カットオフ周波数を使って使用するC,Lを求めます。

また、HPF(ハイパスフィルタ)、BPF(バンドパスフィルタ)にするには、CとLを公式に従い変換し、使用するインピーダンス、カットオフ周波数で変換します。シミュレートしたLPFは5次です。特性の違いを5次のフィルタで代表します。図1はベッセル特性、バターワース特性、チェビシェフ特性の伝送特性と群遅延特性をシミュレートしたものです。横軸は対数表示で10mHzから10Hz、カットオフ周波数(Fc)は1ラジアン/sec(0.159Hz)です。縦軸左は対数dBで

振幅を表し、縦軸右は群遅延特性で単位はs:秒です。フィルタの切れが良いがFc付近で群遅延特性が大きくなるチェビシェフ特性と、フィルタの切れは悪いが群遅延特性が平坦なベッセル特性、中間の性質のバターワース特性ということができます。図2に回路図を示します。図3はシミュレーションでを使用した正規化した値です。

次号でガウス、リニアフェーズ特性の伝送特性と群遅延特性をみていきます。

(参考・引用文献)

B. Williams, Fred J. Taylor;
ELECTRONIC FILTER DESIGN
HANDBOOK, McGraw-Hill

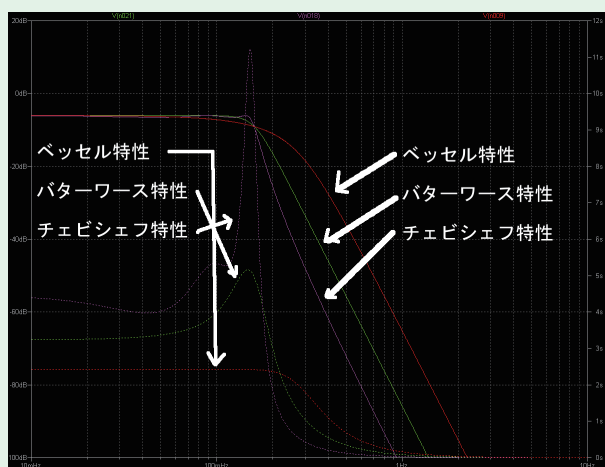


図1:伝送特性と群遅延

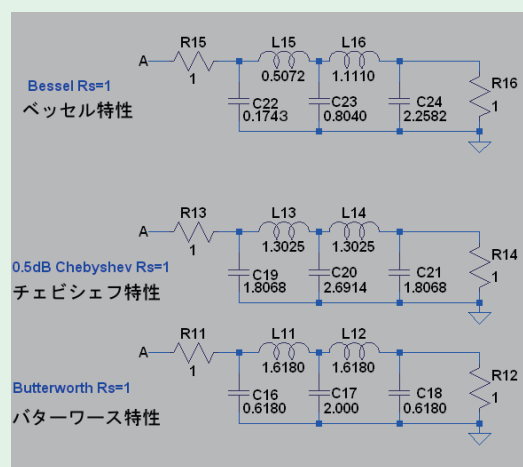


図2:LPF回路