

无源 LC 滤波器的设计和分析



用基于测量的模型进行设计和分析

无源电子 LC 滤波器用于阻挡电路和系统噪声。理想的滤波器能够传递所需的信号频率而没有插入损耗或失真，并且能够完全拦截阻带中的所有信号。实际滤波器因为有直流和交流电阻，会产生插入损耗，要谨慎选择元件。

对于新手来说，为特定应用选择精准的元件是一项艰巨的任务。滤波器类别包括低通、高通、带通、带阻、全通和多路。设计和制作起来最为简单的是低通和高通类型。

滤波器的模拟类型包括巴特沃斯(Butterworth)、贝塞尔(Bessel)、切比雪夫(Chebyshev)和椭圆(Elliptic)。选择滤波器的模拟需要权衡频率响应的平坦度与截止的急剧度。最简单的 LC 滤波器由一个电感和一个电容组成。较高阶的滤波器使用较多的元件来实现更急剧和更明显的衰减，从而更好地衰减无用噪声。详情请看附录 A。

幸好现代电路合成和分析程序能够快速地进行繁冗和耗时的计算。滤波器合成程序生成所需的电感(L)和电容(C)值。用户输入适当的值后，分析程序模拟这些结果。一旦计算出初始理想值，就能够用现有的元件来创建出实际方案。

模拟滤波器设计

最理想的是，能够确定要通过的和要拦截的频带以及能够生成标准元件值从而得出实际板上性能的程序。

网上有生成基本滤波器设计的免费程序，如 Design LC Filters (V 3.0) 可在此处获取 <http://www.wa4dsy.net/filter/filterdesign.html>。此类程序使用理想的元件值作为起点合成一个滤波器设计。如果设计结果不是标准值，那么性能就可能会有一些折衷。用标准产品值来代替并且进行电路模拟，以确定对滤波器性能的影响。

对于低频滤波器设计，用理想的元件模型来分析已足够。但是，电感、电容和电路板迹线的电路寄生效应可能需要选择稍微不同的元件值，以调整高频滤波器的性能。在这种情况下，要更好地预测实际滤波器，需要有准确的电感模型、电路板迹线和焊



线艺提供多种高精度陶瓷片式电感、SPICE 模型和设计支持。

盘模型。对于很多设计，基于实际元件测量的准确电感模型是必需的，但可以用理想的电容进行模拟。模拟接近千兆赫范围的滤波器还可能需非理想的电容模型。

线艺提供免费、准确和基于测量的许多现有电感的模型，包括在常用模拟程序中使用的详细说明，在此链接获取：<http://www.coilcraft.com/models.cfm>。与较简单的理想电感模型相比，这些电感模型能够帮助你取得更接近实际性能的滤波器设计。

最后，应该装配和测试模板，如有必要，还需调整。当设计看似可以接受时，就可以进行元件公差影响的分析。

低通和高通方案

了解低通和高通滤波器设计的性能，在这些链接中查看线艺的精选品：

表贴式低通和高通滤波器

<http://www.coilcraft.com/smlc.cfm>

单列直插式低通滤波器

<http://www.coilcraft.com/lcfilt.cfm>

要获取那些滤波器的参考设计，请联系线艺 cust_service@coilcraft.com

参考设计包含标准元件值，可用作设计的起点。

参考

Rhea, Randall W., *HF Filter Design and Computer Simulation* (Noble Publishing Corporation, 1994)

Vizmuller, Peter, *RF Design Guide* (Artech House, Inc., 1995)

Williams, Arthur B., *Electronic Filter Design Handbook* (McGraw-Hill, 1995)

附录A — 滤波器模拟和性能

巴特沃斯 — 最大平坦（更有线性）的通带响应，较慢的衰减，较平的阻带响应。与切比雪夫和椭圆相比，需要较高阶以符合特定的阻带规格。

切比雪夫（类型1） — 较多通带纹波，较急剧的衰减，较平的阻带响应。

切比雪夫（类型2） — 较平的通带响应（需要较多元件），较急剧的衰减，较多阻带纹波。

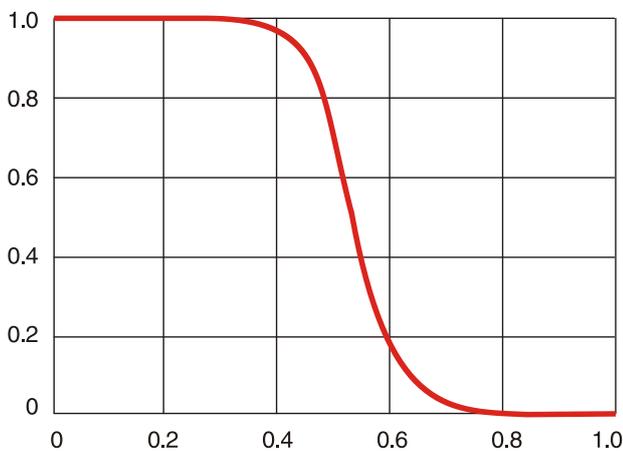
椭圆（考尔） — 最急剧的衰减，较多通带纹波和阻带纹波。等波纹椭圆滤波器对元件变化最不敏感。

贝塞尔 — 具有最大平坦的群延迟（最大线性相位响应），能够保持通带中的信号波形。

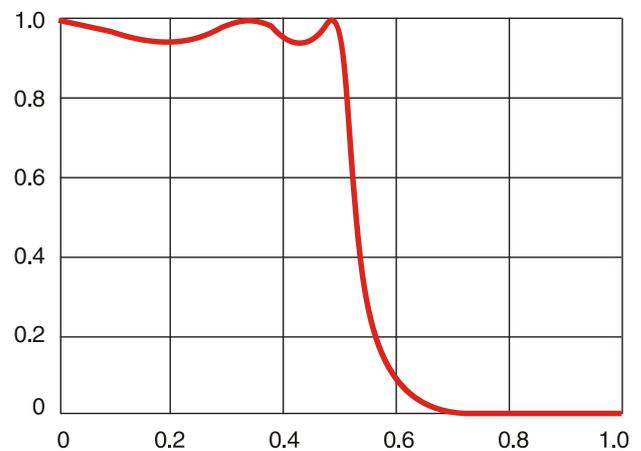
增加滤波器元件的数量能够提高滤波器的性能。

下面是5阶低通滤波器的曲线图。

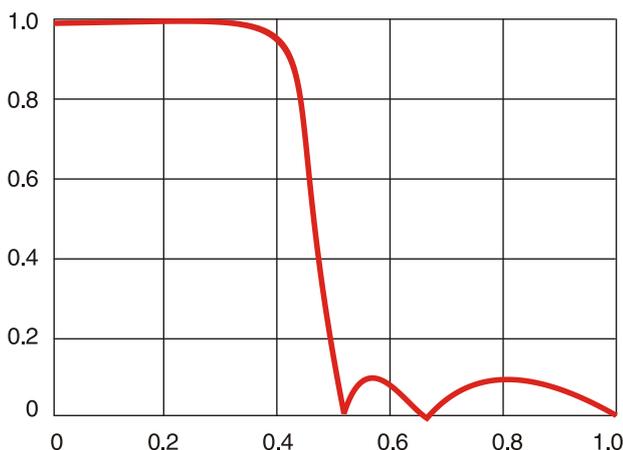
巴特沃斯



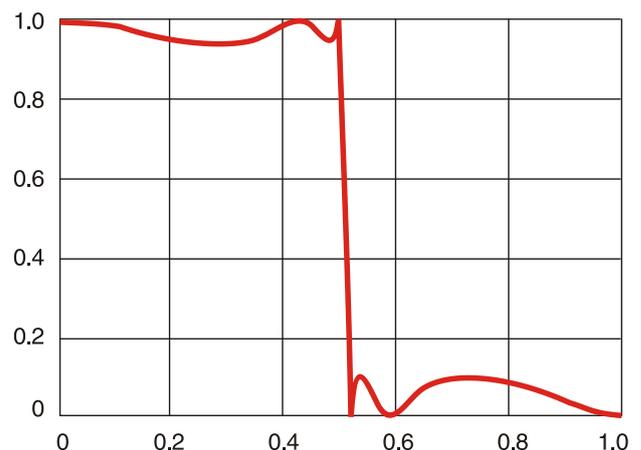
切比雪夫 类型1



切比雪夫 类型2



椭圆



来源: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_filter