

四次(双二阶)滤波器

作者: ADI公司
Hank Zumbahlen

引言

双二阶滤波器是一款内置精密运算放大器的分立式电路，也是一系列小型指南中描述的多种电路模块之一。

与状态变量滤波器相似的是如图1所示的双二阶滤波器。这种电路的名称源自其传递函数的分子和分母均为二次项的二次函数，该名称由J. Tow于1968年率先使用，后来L.C. Thomas在1971年再次用到(见参考文献部分)。因而，该传递函数实为双二次函数。

这种电路其实是对状态变量电路稍作调整的结果。一大区别就是不存在独立的高通输出。带通输出将使相位反转。共有两个低通输出，一个同相、一个反向。添加第四个放大器后，可获得高通、陷波(低通、标准和高通)及全通滤波器。有关双二阶滤波器的设计方程如图2所示。

在图2中，即双二阶的全通版本， $R_8 = R_9/2$ 且 $R_7 = R_9$ 。这是使传递函数中的项正确排列的必要条件。对于高通输出，需对输入、带通和第二低通输出求和。这种情况下，限制条件为 $R_1 = R_2 = R_3$ 且 $R_7 = R_8 = R_9$ 。

与状态变量滤波器一样，双二阶滤波器也可调。调节 R_3 时会调节Q值，调节 R_4 则会设定谐振频率，调节 R_1 设定增益。一般先调节频率，然后依次调节Q和增益。以这种方式设定参数可将元件值间的相互作用效应降至最低。

在选择放大器以构建双二阶滤波器时，根据经验，在带通输出端，中心频率至少具有20 dB的环路增益。在双二阶滤波器中，放大器被用作积分器(在低通同相输出中)，满足带宽要求。由于反馈网络中有电容，因此，电流反馈放大器一般都不适用。

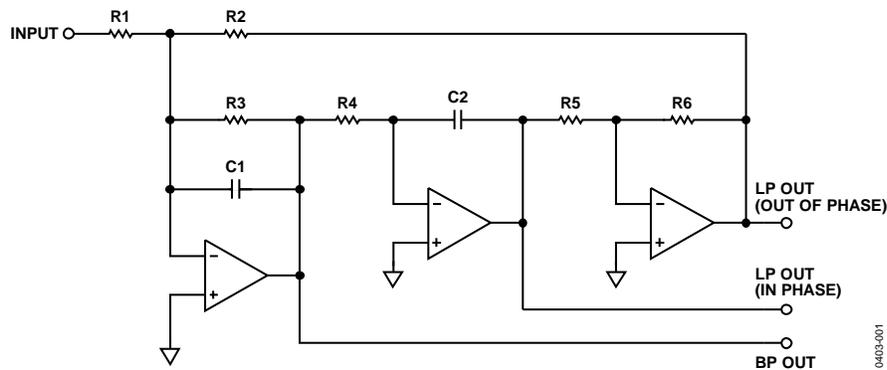


图1. 双二阶滤波器

10403-001

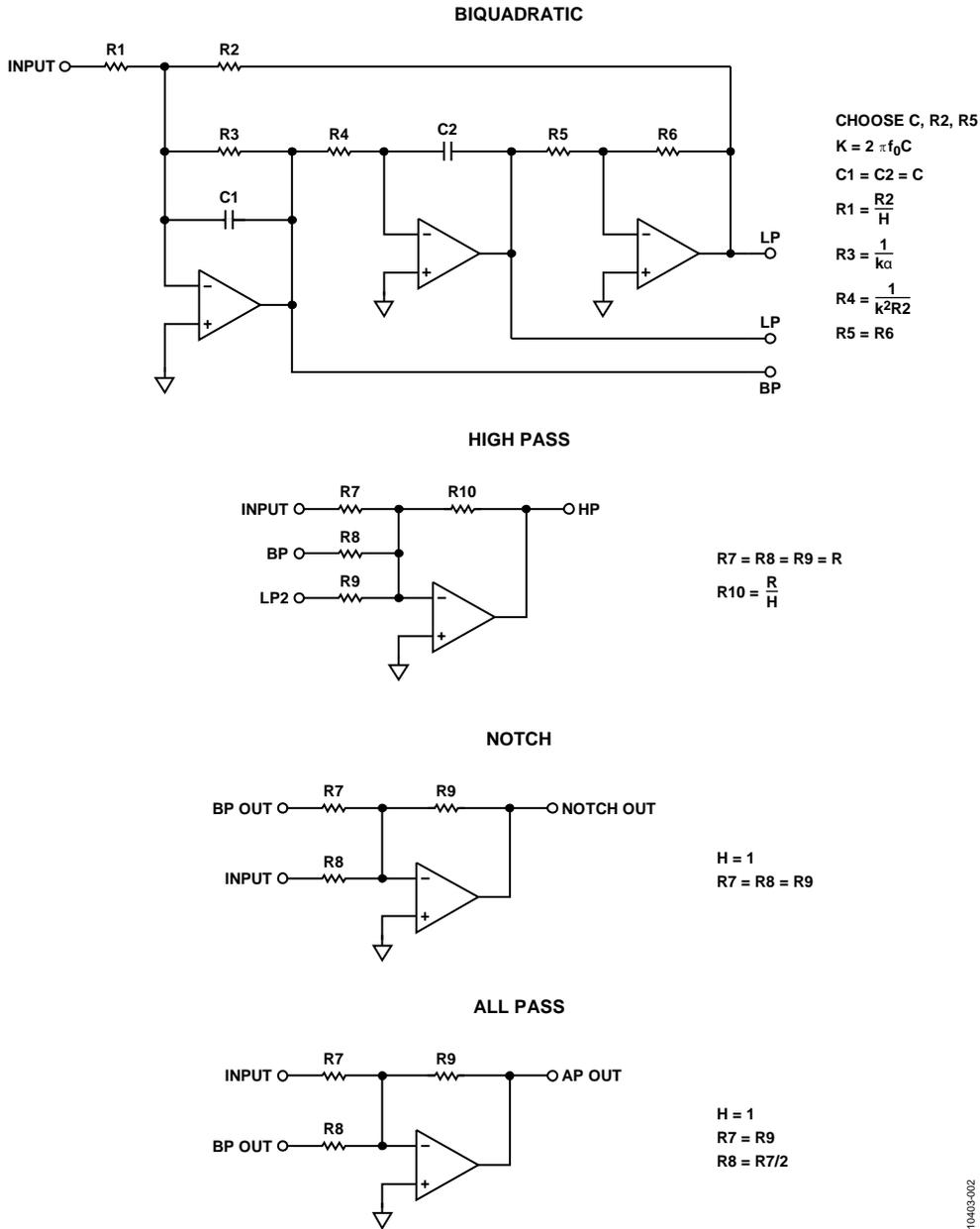


图2. 双二阶滤波器设计方程

参考文献

- J. Tow, "Active RC Filters—A State-Space Realization", Proc. IEEE, 1968, Vol.56, pp. 1137-1139.
- L.C. Thomas, "The Biquad: Part I—Some Practical Design Considerations", IEEE Trans. Circuits and Systems, Vol. CAS-18, 1971, pp. 350-357.
- L.C. Thomas, "The Biquad: Part II—A Multipurpose Active Filtering System," IEEE Trans. Circuits and Systems, Vol. CAS-18, 1971, pp. 358-361.
- Zumbahlen, Hank. *Linear Circuit Design Handbook*. Elsevier. 2008. ISBN: 978-7506-8703-4.

修订历史

2012年1月—修订版0: 初始版