

有源带通滤波器的设计

本文介绍了一种工程上最为常用的多路负反馈有源二阶带通滤波器的原理图，计算公式，设计参数自动计算资源，以及 PSPICE 仿真结果。可以帮助工程研发人员迅速设计出实际可用的带通滤波器电路。

带通滤波器的功能是让一定频带范围内的信号通过，而将此频带之外的信号加以抑制。当干扰信号与有用信号不在同一频率范围之内，可使用滤波器有效的抑制干扰。一般情况下，低频范围内的滤波器使用RC有源滤波器，而高频范围内使用LC滤波器，关于LC滤波器的计算可以参考[这里](#)。低频范围内若使用LC滤波器就会造成体积大，价格昂贵等不便。

图 1 所示是一个多路负反馈有源二阶带通滤波器，因为它带宽，增益，品质因数都容易调节，因此在工程中应用最为广泛。

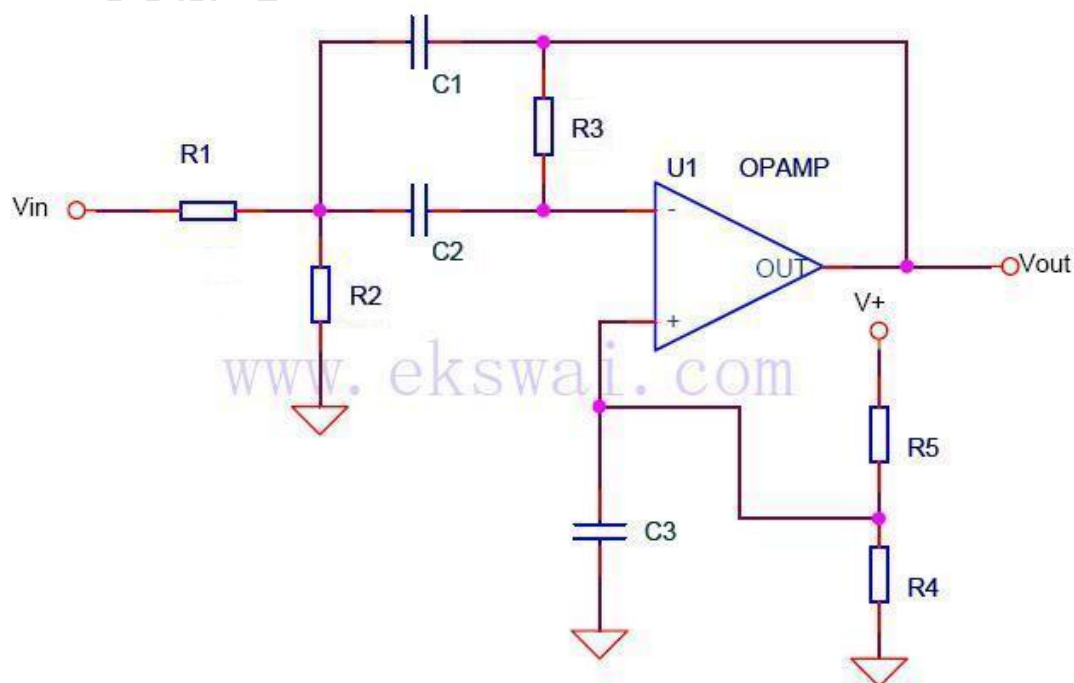


图 1

该有源带通滤波器电路使用单个通用运算放大器（通用运放）接成单电源供电模式，易于实现。令 $C=C1=C2$ ， R_{eq} 是 $R1$ 和 $R2$ 并联的值，则有：

$$R_{eq} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

品质因数 Q 等于中心频率除以带宽，即

$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_3}{R_{eq}}}$$

由上面公式可以看出可以通过让 $R3$ 的值远大于 R_{eq} 来获得大的 Q 值，这时有源带通滤波器的上限截止频率和下限截止频率可以非常近，具有非常很强的频率选择性。 Q 值越大，频率选择性越好，带宽越小。反之则反。它的中心频率

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_{eq}R_3C}}$$

根据这几个公式计算设计参数可以参考<http://www.ekswai.com/nbpf.htm>

下图是当R1=15915 R2=161 R3=63662（这几个电阻都不是标准电阻值，可参考[这里](#)找出最接近的标准电阻），C=50nF（算得中心频率是1k）的pspice仿真结果。这时增益GAIN=2，品质因数Q=10，带宽BW=100Hz，输入信号幅度为1V，输出的 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \text{增益} \times \text{输入}$ （即1.41V）就是截至频率点，两个截止频率点之差就是带宽BW，图上可以看出是100Hz。

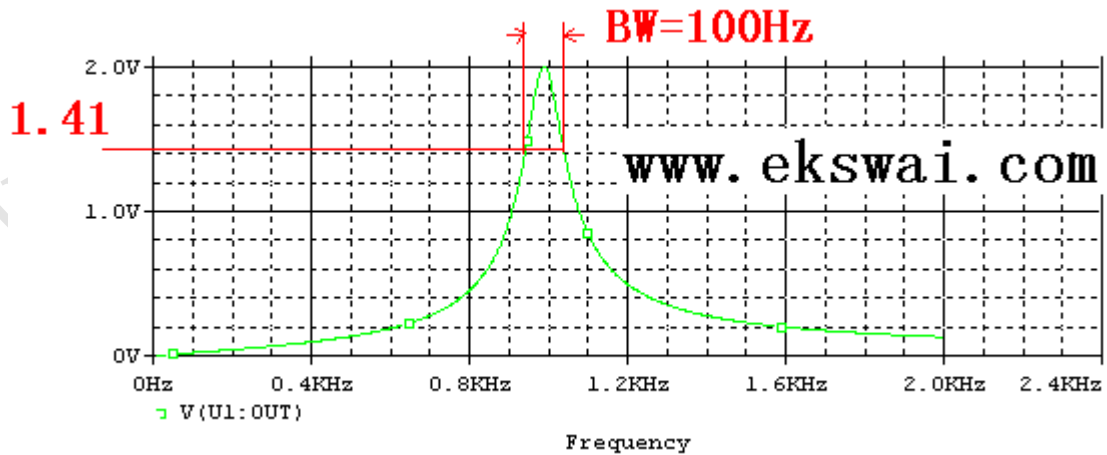


图2

下图是当R1=3979 R2=758 R3=15915（这几个电阻都不是标准电阻值，可参考[这里](#)找出最接近的标准电阻），C=50nF（算得中心频率是1k）的pspice仿真结果。这时增益GAIN=2，品质因数Q=2.5，带宽BW=400Hz，输入信号幅度为1V，输出的 $\frac{\sqrt{2}}{2} \times \text{增益} \times \text{输入}$ （即1.41V）就是截至频率点，两个截止频率点之差就是带宽BW，图上可以看出是400Hz。

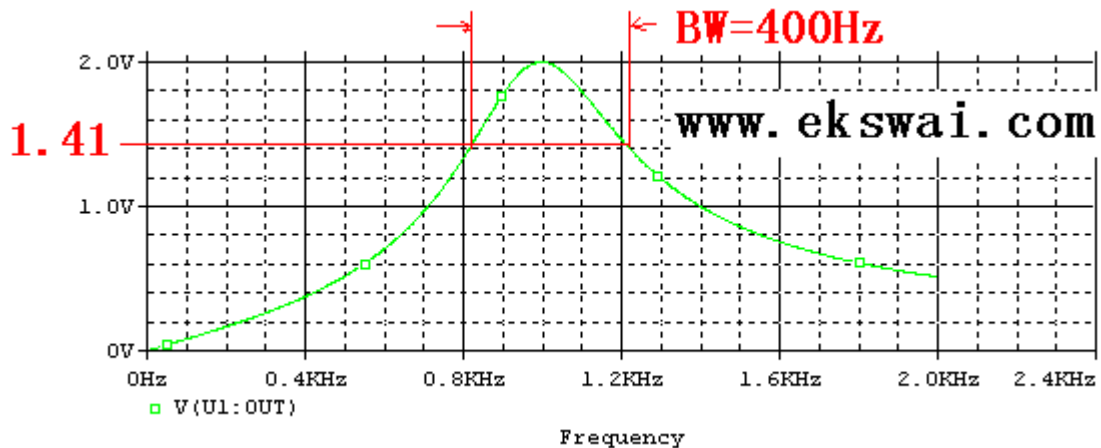


图3