

大家好，我们是第 21 小组，很高兴能和大家分享我们的小组设计。我们小组设计的题目是 RC 二阶带通滤波器。

首先简单介绍一下我们的电路结构，如图所示，该电路是由一个 RC 低通滤波器串联一个 RC 高通滤波器构成。通过这两部分电路分别滤除输入信号中的高频与低频部分，保留中频信号，从而实现带通滤波器的功能。

然后是电路的参数计算，

我们规定电路的上限截止频率与下限截止频率分别是 6000HZ 和 50HZ，根据 RC 滤波电路

的截止频率计算公式 $f = \frac{1}{2\pi RC}$ ，可以计算得到电路中各元件的具体参数。其对应的值大小如图所示

在得到电路的具体参数后，我们从两个角度分别对设计的电路进行频率特性的计算分析。

首先是从时域角度，在这部分我们先对各元器件进行阻抗变换，然后再将其当作电阻网络进行分析。

可以发现，如果我们能计算得到电容 C1 两端的电压后，可以由 C2 与 R2 的分压，计算得到输出 Uo。

首先观察 C1、C2 与 R2 之间的关系，可以发现 C2 和 R2 串联后再与 C1 并联，可以计算得到 R1 右部分网络的等效阻抗 Z2 的大小

此时由 R1 与 Z2 之间是串联关系，可以由分压定理得到 Z2 的电压，即 C1 两端的电压，同理由于 C2 与 R2 之间也是串联关系，通过分压可计算得到 R2 的电压，即 Uo

最终计算得到 Uo 与 Ui 之间的关系。

第二种方法是利用电容的电流方程来计算电路的频率特性。即流过电容 C 的电流大小为 C 倍的 dUc 比 dt

由基尔霍夫定律，可以得到电路在时域上的三个微分方程，通过对其进行傅里叶变换，可以得到其在频域上对应的关系。

可以发现②式体现了 Uc1 与 Uc2 之间的线性关系，将其带入①式中，用 Uc2 来表示 Uc1，可以得到 Ui 与 Uc2 之间的线性关系。

最后再将其带入③式，得到 Uo 与 Ui 之间的比值。

可以发现两种方法计算得到的电路频率特性是一样的。

在得到电路的频率特性后，我们使用 Matlab 绘制了其幅频特性和相频特性曲线，由幅频特性曲线可以发现，其符合最初电路设计的要求，即下限截止频率和上限截止频率分别在 50hz 与 6000hz 左右，实现了带通滤波的功能。

最后我们进行了仿真实验，通过观察实验结果来验证上述分析是否正确。这是我们的仿真电路图，左边是由三个正弦信号发生器串联叠加的输入源，之后分别经过一个 RC 低通和 RC 高通滤波器，得到输出。示波器用来显示相应的波形图

如图所示，我们的输入由黄颜色的三个正弦信号叠加组成，其幅值均为 0.5v，频率分别是

60khz、1550hz 与 10hz，分别对应着高频、中频和低频信号

将这三个信号进行串联叠加后，得到如图蓝颜色所示的输入信号，然后将其输入到设计的电路中

最后我们来看输出结果，左边三个信号分别为刚刚介绍的高频、中频、低频信号的波形图，蓝颜色为叠加输入信号、红颜色为滤波后的输出信号。从图中可以发现，蓝色信号经过电路输出后，其低频、高频信号被成功滤除，输出的红色信号与粉色信号频率是一样的，只在幅值上有所差距，且红色信号的峰值接近粉色信号峰值的一半，与绘制的幅频特性曲线结果刚好对应。