

西安文理学院物理与机械电子工程学院

课程设计报告

专业班级

课 程 模拟电路技术基础

题 目 二阶有源滤波器的设计与实现

学 号

学生姓名

指导教师

2014 年 12 月

西安文理学院物理与机械电子工程学院

课程设计任务书

学生姓名_____专业班级____学_____

指导教师_____职 称 讲师_____教研室 电子信息工程_____

课 程 _____模拟电路技术基础_____

题目

二阶有源滤波器的设计与实现

任务与要求

设计电路系统，构成低通滤波器、高通滤波器和带通滤波器（滤波器参数自己设定），设计的滤波器不仅有滤波功能，而且能起放大作用，负载能力要强，利用 **MATLAB**或其它仿真软件进行仿真，并制作出硬件电路实物。

要求 1 设计电路图，确定前置放大电路，有源滤波电路，功率放大电路的方案；

2 相应绘图软件画出电路原理图，包括低通、高通和带通；

3 根据电路原理图计算和选取单元电路的元件参数；用 **MATLAB**或其他仿真软件对滤波器进行仿真；

4 制作出硬件电路实物。

开始日期 2014. 11. 17 完成日期 2014. 12. 12

2014 年 11 月 17 日

课程设计评分表

学生姓名		学 号	
专 业		班 级	
课程设计设计题目	二阶有源滤波器的设计与实现		
平时表现成绩（满分 20 分）			
设计结果成绩（满分 40 分）			
课程设计报告成绩（满分 40 分）			
总评成绩			

指导教师评语：

（应从选题、收集资料与运用、论点、论述依据、结论、论证方法、写作规范以及日常表现等方面对论文进行评述。）

指导教师签名：

年 月 日

目录

一、设计任务与要求	1
二、设计方案	1
2.1 总方案设计	1
2.1.1 方案框图	1
2.1.2 子框图的作用	1
2.1.3 方案选择	1
三、硬件设计	3
3.1 单元电路的设计	3
3.1.1 原理图设计	3
3.1.2 滤波器的传输函数与性能参数	4
3.2 元件参数的计算	6
3.2.1 二阶低通滤波器	6
3.2.2 二阶高通滤波器	7
3.2.3 二阶带通滤波器	7
3.3 元器件选择	7
3.4 工作原理	8
四、软件设计	9
4.1 MultiSim 电路图	9
4.2 MultiSim 仿真分析	10
五、小结	13

六、参 考 文 献.....15

一、设计任务与要求

设计电路系统，构成低通滤波器、高通滤波器和带通滤波器（滤波器参数自己设定），设计的滤波器不仅有滤波功能，而且能起放大作用，负载能力要强，利用 MATLAB 或其它仿真软件进行仿真，并制作出硬件电路实物。

要求 1 设计电路图，确定前置放大电路，有源滤波电路，功率放大电路的方案；

2 相应绘图软件画出电路原理图，包括低通、高通和带通；

3 根据电路原理图计算和选取单元电路的元件参数；用 MATLAB 或其它仿真软件对滤波器进行仿真；

4 制作出硬件电路实物。

二、设计方案

2.1 总方案设计

2.1.1 方案框图

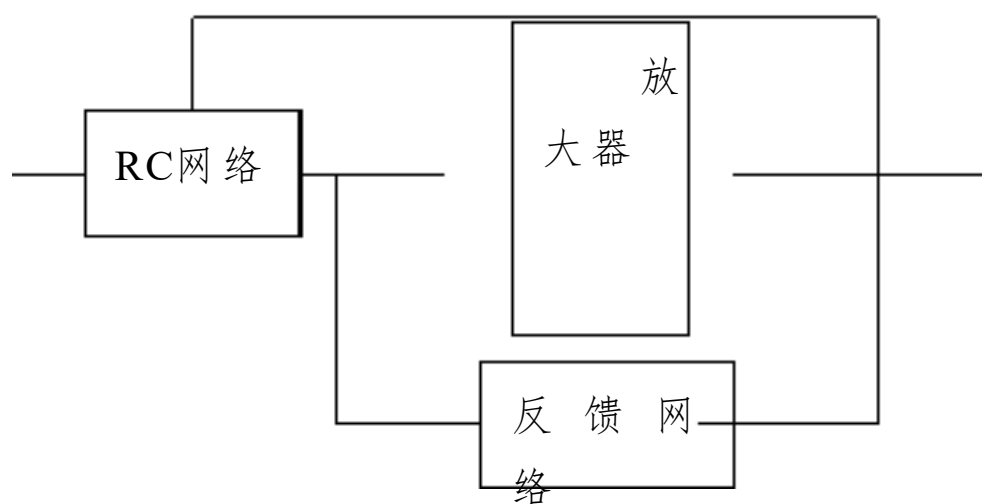


图 2.1.1 RC有源滤波总框图

2.1.2 子框图的作用

1、RC网络的作用

电路中 RC 网络起着滤波的作用，滤掉不需要的信号，这样在对波形的选取上起着至关重要的作用，通常主要由电阻和电容组成。

2、放大器的作用

电路中运用了同相输入运放，其闭环增益 $R_{VF}=1+R_4/R_3$ 同相放大器具有输入阻抗非常高，输出阻抗很低的特点，广泛用于前置放大级。

3、反馈网络的作用

将输出信号的一部分或全部通过反馈电路输入端，称为反馈，其中的电路称为反馈网络，反馈网络分为正、负反馈。

方案选择

滤波器在通信测量和控制系统中得到了广泛的应用。一个理想的滤波器应在要求的频（通内具有均匀而稳定的增益，而在通带以外则具有无穷大的衰减。然而实际的滤波器距此有一定的差异，为此人们采用各种函数来逼近理想滤波器的频率特性。

用运算放大器和 RC 网络组成的有源滤波器具有许多独特的优点。因为不用电感元件，所以免除了电感所固有的非线性特性、磁场屏蔽、损耗、体积和重量过大等缺点。由于运算放大器的增益和输入电阻高，输入电阻低，所以能提供一定的信号增益和缓冲作用，这种滤波器的频率范围约为 $10^{-3}\text{Hz}\sim 10^6\text{Hz}$ ，频率稳定度可做到 $(10^{-3}\sim 10^{-5})/\text{摄氏度}$ ，频率精度为 $\pm(3\sim 5)\%$ ，并可用简单的级联来得到高阶滤波器且调谐也很方便。

滤波器的设计任务是根据给定的技术指标选定电路形式和确定电路的元器件。滤波器等的技术指标有通带和阻带之分，通带指标有通带的边界频率（没有特殊的说明时一般为 -3dB 截止频率），通带传输系数。阻带指标为带外传输系数的衰减速度（即带沿的陡变）。下面简要介绍设计中的考虑原则。

1. 关于滤波器类型的选择

一阶滤波器电路最简单，但带外传输系数衰减慢，一般在对带外衰减性要求不高的场合下选用。无限增益多环反馈型滤波器的特性对参数变化比较敏感，在这点上它不如压控电压源型二阶滤波器。当要求带通滤波器的通带较宽时，可用低通滤波器和高通滤波器合成，这比单纯用

通滤波器要好

级数选择

滤波器的级数主要根据对带外衰减特殊性的要求来确定。每一阶低通或高通电路可获得-6dB 每倍频程（-20dB 每十倍频程）的衰减，每二阶低通或高通电路可获得-12dB 每倍频程（-40dB 每十倍频程）的衰减。多级滤波器串接时传输函数总特性的阶数等于各级阶数之和。当要求的带外衰减特性为-mdB每倍频程（或 mdB每十倍频程）时，则取级数 n 应满足 n 大于等于 m/6(或 n 大于等于 m/20)。

3. 运放的要求

在无特殊要求的情况下，可选用通用型运算放大器。为了满足足够深的反馈以保证所需滤波特性，运放的开环增应在 80dB 以上。对运放频率特性的要求，由其工作频率的上限确定，设工作频率的上限为 Fh,则运放的单位增益带宽应满足下式：**BWG**大于等于（3-5）**AefH**，式中为滤波通带的传输系数。如果滤波器的输入信号较小，例如在 10mV以下，则选低漂移运放。如果滤波器工作于超低频，以至使 RC网络中电阻元件的值超过 100kΩ，则应选低漂移高输入阻抗的运放。

4. 元器件的选择

一般设计滤波器时都要给定截止频率 **fc (ω c)**带内增益 **Av**，以及品质因数 **Q**（二阶低通或高通一般为 0.707）。在设计时经常出现待确定其值的元件数目多于限制元件取值的参数之数，因此有许多个元件均可满足给定的要求，这就需要设计者自行选定某些元件值。一般从选定电容器入手，因为电容标称值的分档较少，电容难配，而电阻易配，可根据工作频率范围按照表 1. 1. 3 初选电容值。

表 1. 1. 3滤波器工作频率与滤波电容取值的对应关系

	(1~10)Hz	(10~10 ₂) Hz	(10 ₂ ~10 ₃) Hz	(1~10) KHz	(10~10 ₃) KHz	(10 ₂ ~10 ₃) KHz
C	(20~10)F	(10~0. 1) uF	(0. 1~0. 01) uF	(10 ₄ ~10 ₃) pF	(10 ₃ ~10 ₂) pF	(10 ₂ ~10) pF

3.1 单元电路的设计

3.1.1 原理图设计

低通滤波器

低通滤波器是用来通过低频信号衰减或抑制高频信号。

如图 3.1.1.1 (a) 所示，为典型的二阶有源低通滤波器。它由两级 RC 滤波环节与同相比值运算电路组成，其中第一级电容 C 接至输出端，引入适量的正反馈，以改善幅频特性。

图 3.1.1.1 (b) 为二阶低通滤波器幅频特性曲线。

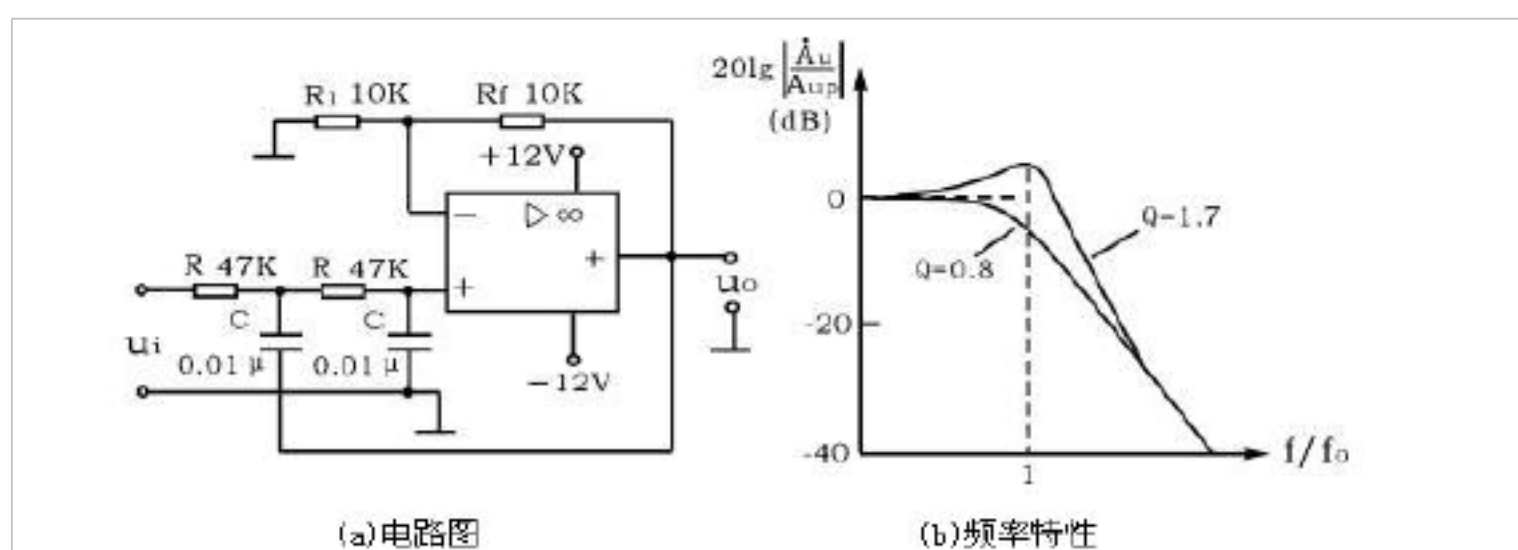


图 3.1.1.1 二阶低通滤波器

2. 高通滤波器

高通滤波器用来通过高频信号，衰减或抑制低频信号。

将图 3.1.1.1 低通滤波电路中起滤波作用的电阻、电容互换，即可变成二阶有源高通滤波器，如图 3.1.1.2(a) 所示。高通滤波器性能与低通滤波器相反，其频率响应和低通滤波器是“镜象”关系。

图 3.1.1.2 (b) 为二阶高通滤波器幅频特性曲线。

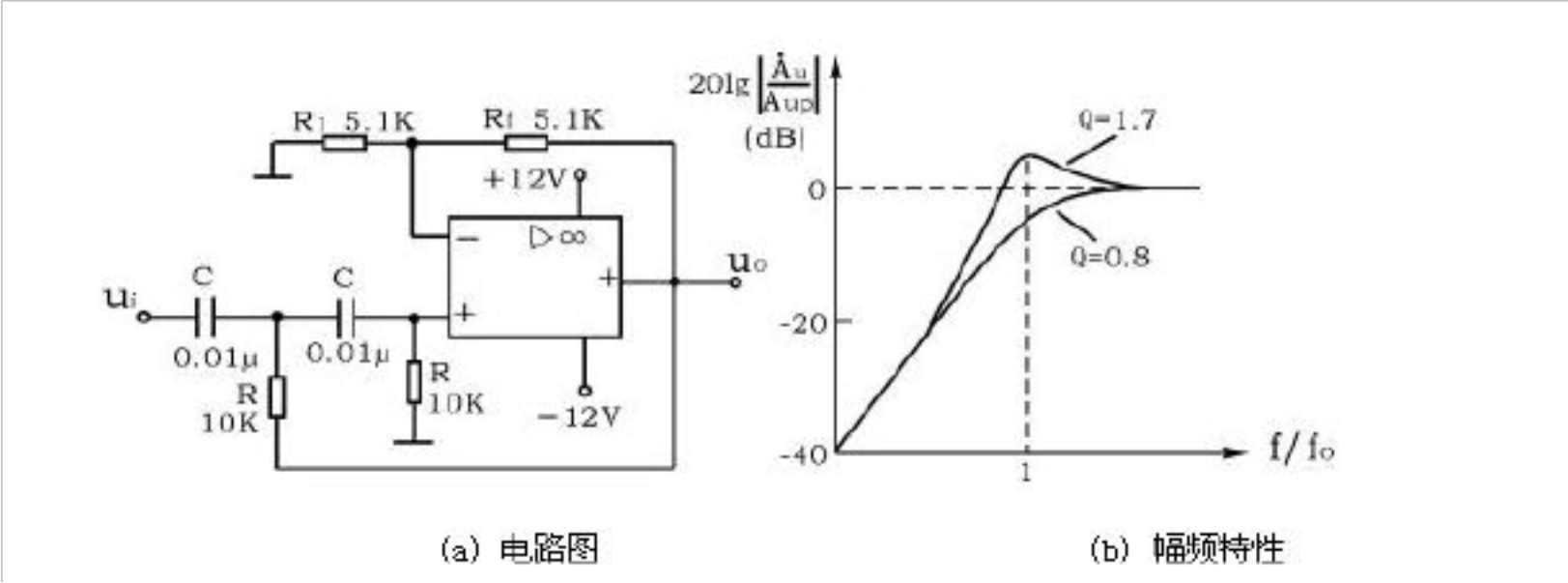


图 3.1.1.2 二阶高通滤波器

3. 带通滤波器

带通滤波器的作用是只允许在某一个通频带范围内的信号通过，而比通频带下限频率低和比上限频率高的信号均加以衰减或抑制。

典型的带通滤波器可以从二阶低通滤波器中将其中一级改成高通而成。如图 3.1.1.3 (a) 所示。本电路的优点是改变 R_f 和 R_4 的比例就可改变频宽而不影响中心频率。

图 3.1.1.3 (b) 为二阶高通滤波器的幅频特性曲线。

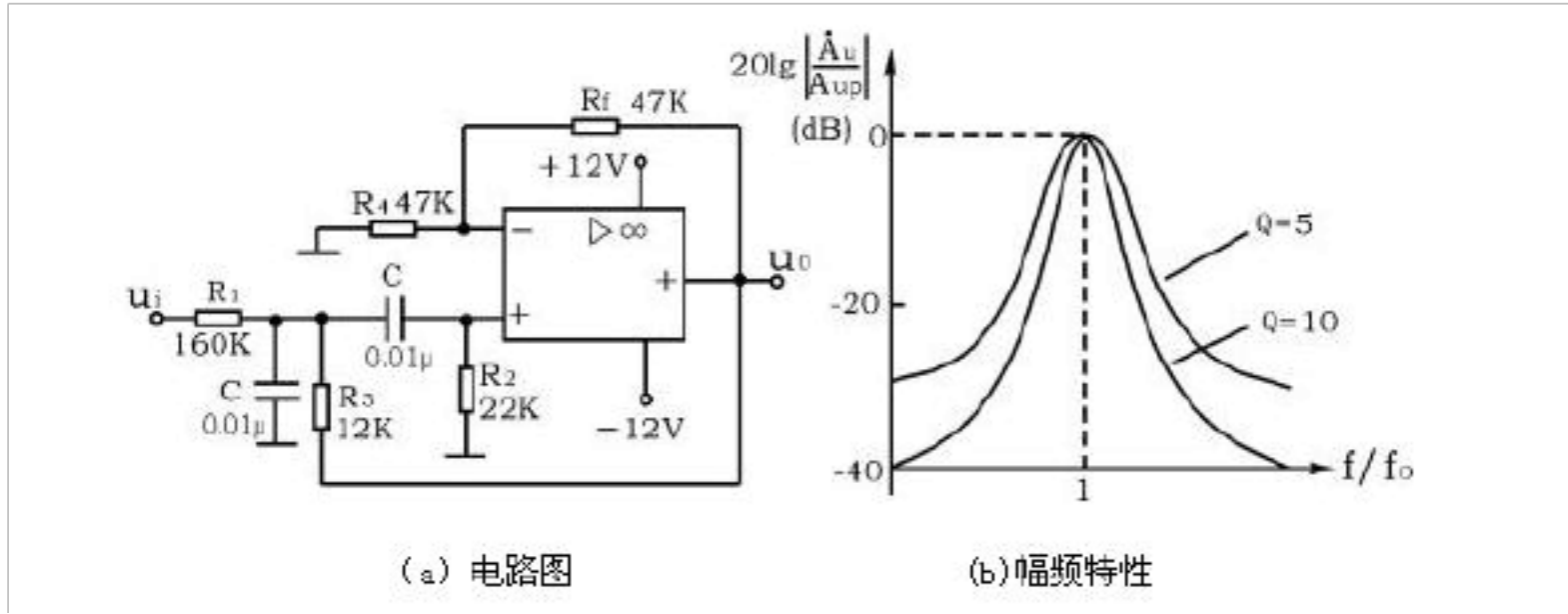


图 3.1.1.3 二阶带通滤波器

滤波器的传输函数与性能参数

由 元件与运算放大器组成的滤波器称为 RC有源滤波器，其功能是

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/438102021046006047>