

# 华中科技大学

## 电子线路实验报告

信号产生和变换电路

院 系 电子信息与通信学院

专业班级 信卓 2201 班

姓 名 董浩

学 号 U202213781

指导教师 陈林

2023 年 12 月 14 日

## 目 录

<b>1</b>	实验名称 .....	<b>1</b>
<b>2</b>	实验目的 .....	<b>1</b>
<b>3</b>	实验元器件 .....	<b>1</b>
<b>4</b>	实验任务 .....	<b>1</b>
<b>5</b>	实验原理 .....	<b>2</b>
5.1	信号发生电路 .....	2
5.2	信号分离电路 .....	3
5.3	信号合成电路 .....	4
<b>6</b>	仿真分析 .....	<b>5</b>
6.1	信号发生电路 .....	5
6.2	低通滤波 .....	5
6.3	带通滤波 .....	6
<b>7</b>	实验过程 .....	<b>6</b>
<b>8</b>	实验总结 .....	<b>6</b>

## 1 实验名称

信号的产生、分解与合成

## 2 实验目的

设计一个信号产生、分解与合成电路，能够产生所需频率的方波，和三角波，并对所产生的方波进行滤波分解，产生多个不同频率的正弦信号，再将这些信号再合成为近似方波信号

## 3 实验元器件

名称	型号（参数）	数量
运算放大器	NE5532	3
电阻	5.1K $\Omega$	1
	10K $\Omega$	3
	20K $\Omega$	1
	47K $\Omega$	1
	100K $\Omega$	1
电容	0.1 $\mu$ F	1
	0.01 $\mu$ F	1

## 4 实验任务

1. 设计信号产生电路：能够产生频率为 5KHz 峰峰值为 10V 的方波，再由方波生成对应频率，峰峰值为 6V 的三角波。
2. 设计信号分解、合成电路：对所产生的方波进行滤波分解，产生该方波的一次、三次谐波正弦信号，再将这些信号再合成为近似方波信号。

## 5 实验原理

### 5.1 信号发生电路

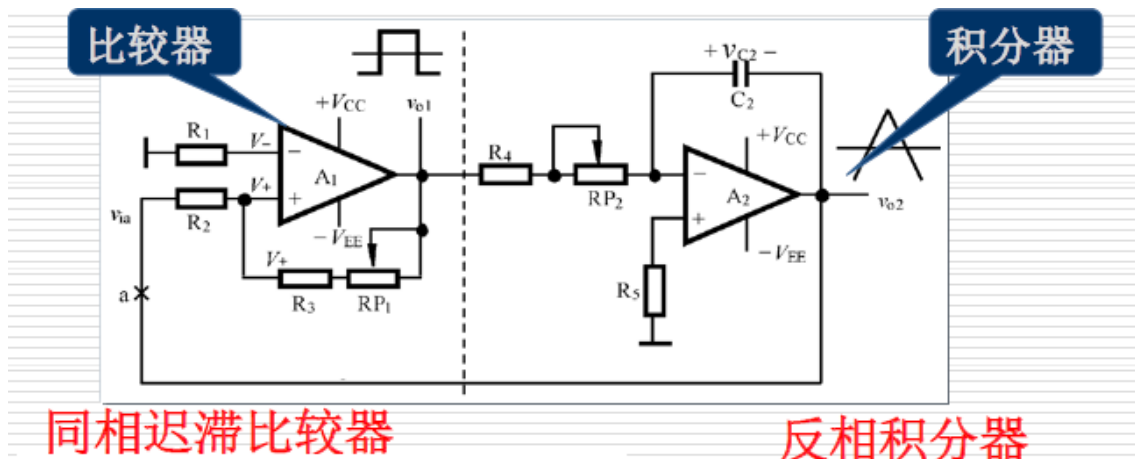


图 5-1 信号发生

对于同向迟滞比较器，有：

$$V_+ = \frac{R_2}{R_2 + R_3 + RP_1} V_{o1} + \frac{R_3 + RP_1}{R_2 + R_3 + RP_1} V_{ia} \quad (5-1)$$

其中：

$$V_{ia} = \frac{R_2}{R_2 + R_3 + RP_1} V_{o1} \quad (5-2)$$

故有：

$$V_{T-} = \frac{-R_2}{R_3 + RP_1} V_{CC}, V_{T+} = \frac{R_2}{R_3 + RP_1} V_{CC} \quad (5-3)$$

即得到方波。

对于反向积分器，有：

$$v_{o2} = -\frac{1}{C_2} \int_{t_0}^{t_1} \frac{v_{o1}}{R_4 + RP_2} dt - v_{o2}(t_0) = \pm \frac{v_{CC}}{(R_4 + RP_2)C_2} + v_{o2}(t_0) \quad (5-4)$$

输出  $v_{o1}$  为高电平 ( $+v_{CC}$ )，比较器门限电压为  $V_{T-}$ 。这时积分器开始反向积分，三角波  $v_{o2}$  线性下降。当  $v_{o2}$  下降到  $V_{T-}$  时，比较器翻转，输出  $v_{o1}$  由高电平跳到低电平，门限电压为  $V_{T+}$  这时积分器又开始正向积分， $v_{o2}$  线性增加。如此反复，就可自动产生方波-三角波。

## 5.2 信号分离电路

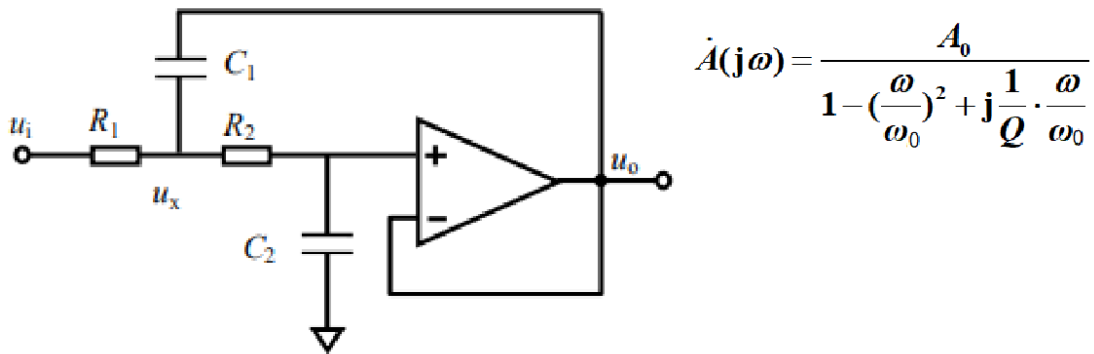


图 5-2 二阶低通滤波器

特征角频率

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}{C_2 (R_1 + R_2)}$$

设计二阶巴特沃斯低通滤波器如图 5-3所示，特征频率 5KHz:

**2nd Order Low Pass Butterworth**  
Pass Band Frequency = 5.000 KHz

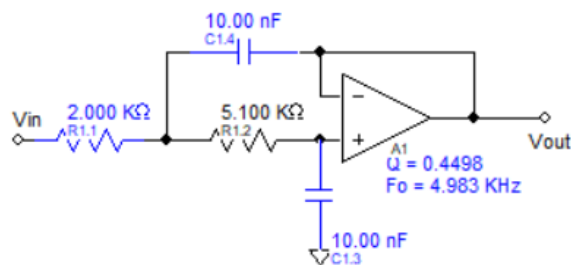


图 5-3 二阶低通设计

设计二阶巴特沃斯带通滤波器如图 5-4所示，特征频率 15KHz, 带宽 2.5KHz:

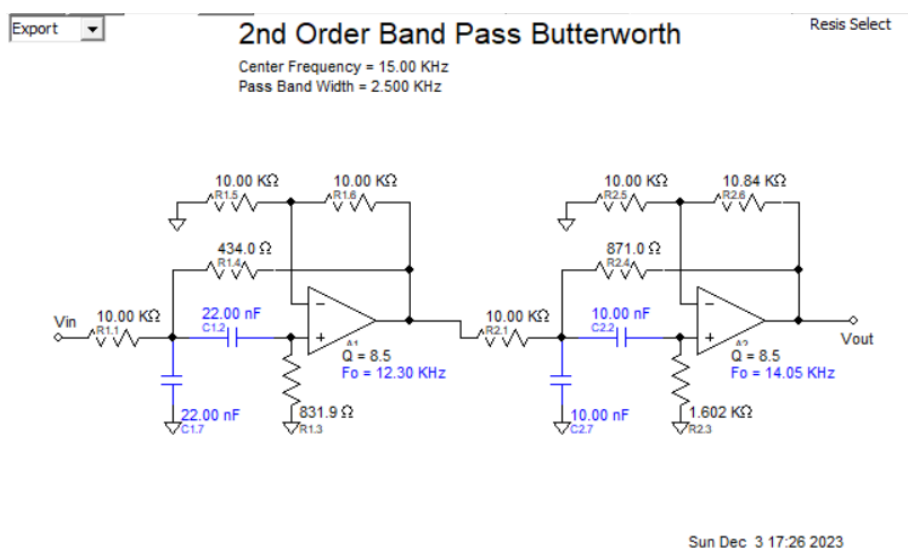
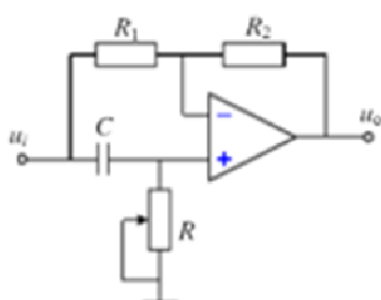


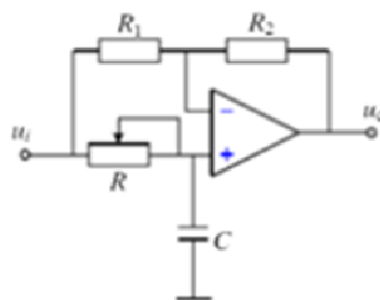
图 5-4 二阶带通设计

### 5.3 信号合成电路

先使用移相器获得相位相同的波形,再使用加法器电路合成两波形,如图 5-5所示:

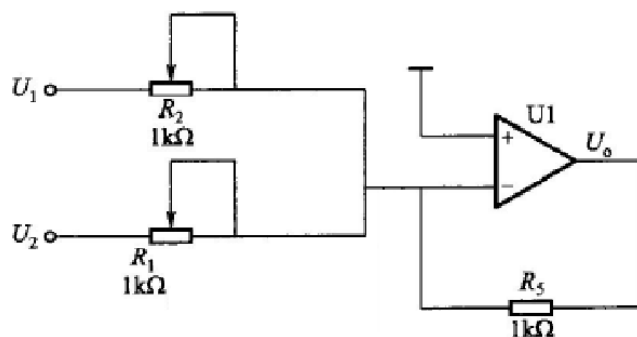


0~180° 超前移项



0~180° 滞后移项

可取:  $R_1=R_2=10K$   $C=100nF$   $R=1K$



加法器电路

图 5-5 移项与合成电路

## 6 仿真分析

### 6.1 信号发生电路

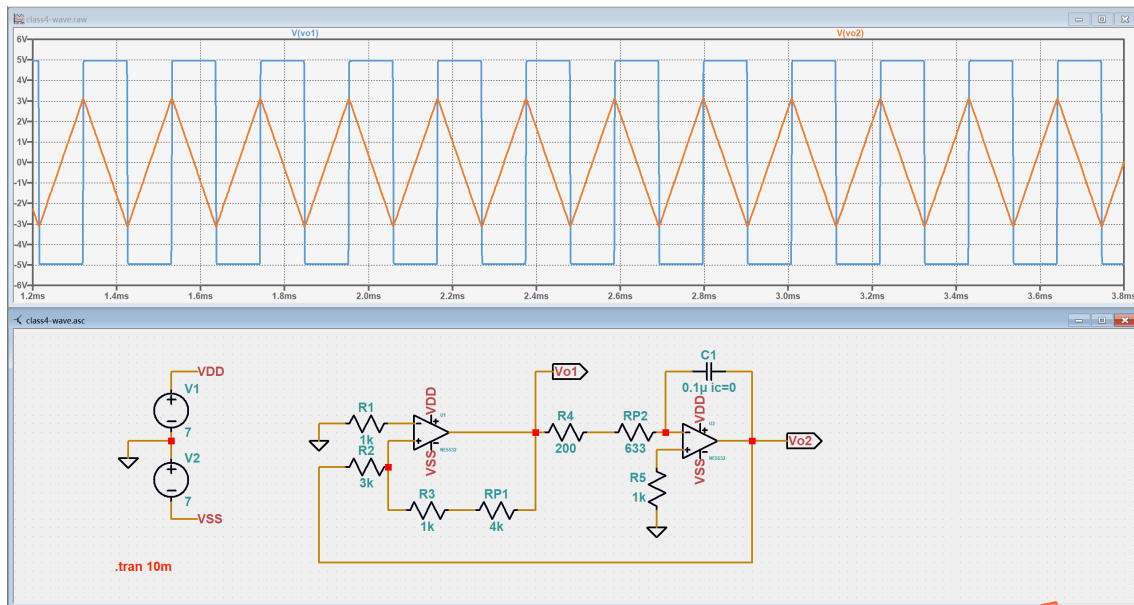


图 6-1 信号发生仿真

### 6.2 低通滤波

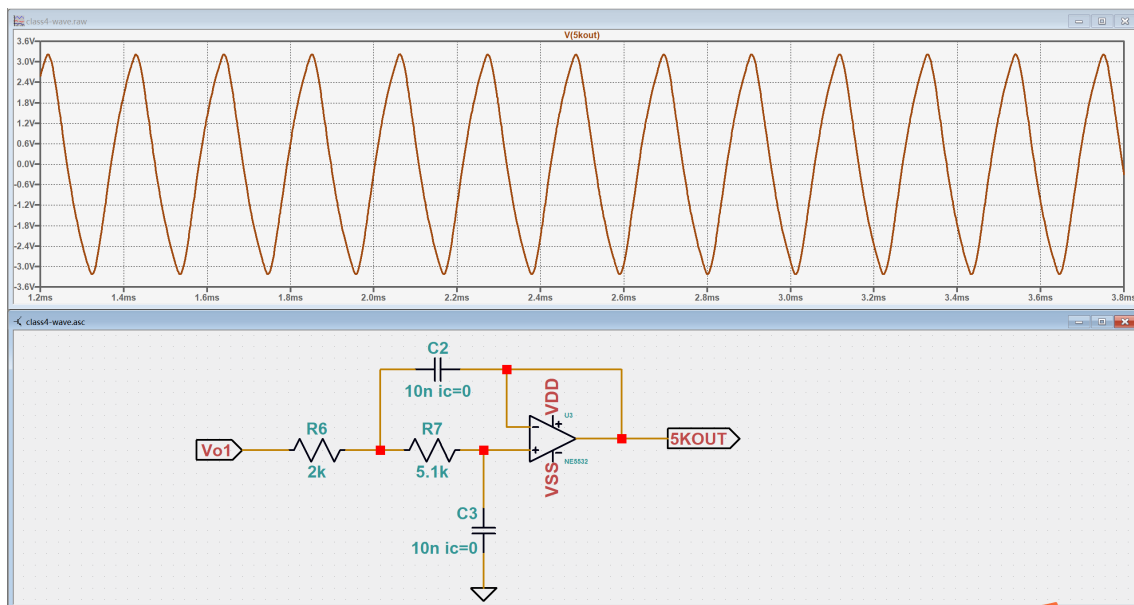


图 6-2 二阶低通仿真

## 6.3 带通滤波

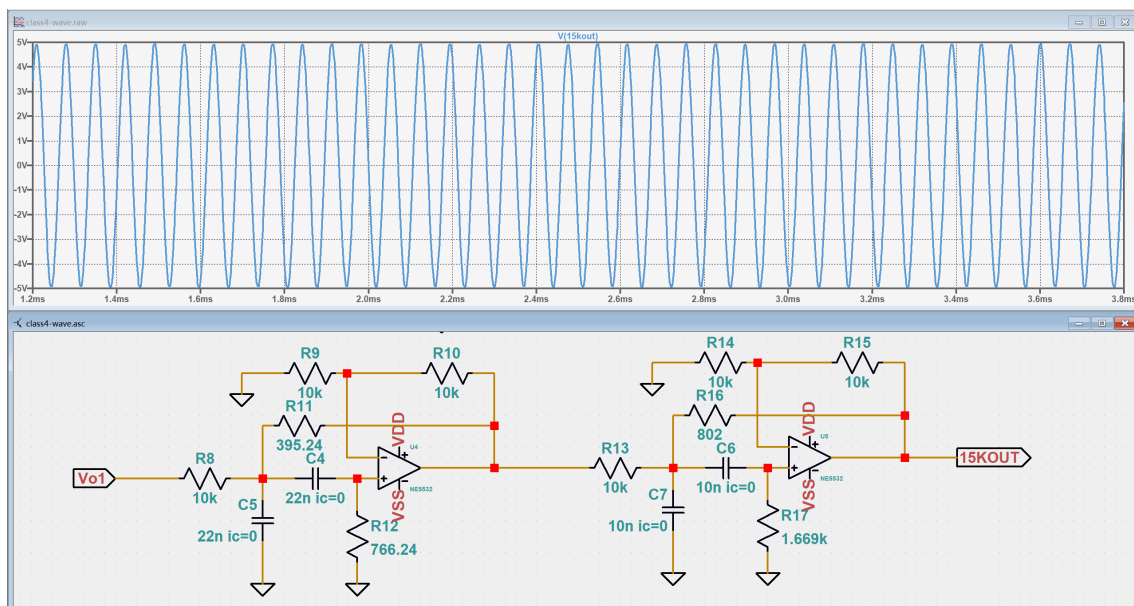


图 6-3 二阶带通仿真

## 7 实验过程

如图所示连接电路，调整电位器阻值合适后接入电路，微调电位器，调整方波和三角波的频率和峰峰值至符合要求。搭建滤波器电路时，在电源和地间加入适当的滤波电容。波形符合要求，通过验收。

## 8 实验总结

方波的幅度由  $+V_{CC}$  和  $-V_{EE}$  决定，小于它们 1V 左右；三角波幅度可由  $R_{P1}$  进行调节，但会影响频率。调节  $R_{P2}$ ，可调节频率，且不会影响三角波幅度，可用  $R_{P2}$  实现频率微调，用  $C_2$  改变频率范围。误差分析：测量存在误差和实验电路的局限性，输出的波形并不是标准的方波和三角波，而是有一些杂量。

此外，滤波电路需要特别注意连线，否则会出现高频自激。