

浙江大学

本科实验报告

课程名称：电子电路设计实验 1

姓 名：

学 院：信息与工程学院

系：

专 业：电子科学与技术

学 号：

指导教师：李锡华、叶险峰、施红军

2019 年 12 月 24 日

浙江大学实验报告

专业：电子科学与技术

姓名：_____

学号：_____

日期：2019/12/24

地点：东4

课程名称：电子电路设计实验1 指导老师：李锡华、叶险峰、施红军 成绩：_____

实验名称：集成运算放大器应用电路研究（II） 实验类型：设计型 同组学生姓名：陈健

一、实验目的

二、实验任务与要求

三、实验方案设计与实验参数计算（3.1 总体设计、3.2 各功能电路设计与计算、3.3 完整的实验电路……）

四、主要仪器设备

五、实验步骤与过程

六、实验调试、实验数据记录

七、实验结果和分析处理

八、讨论、心得

一、实验目的

1、学习和研究由集成运放构成的积分器、比较器、波形发生器等应用电路的组成与原理，掌握其设计方法。

2、观察积分运算电路在实际应用时存在的积分漂移、积分误差等现象，了解解决方法。

二、实验理论基础

1、反相积分器

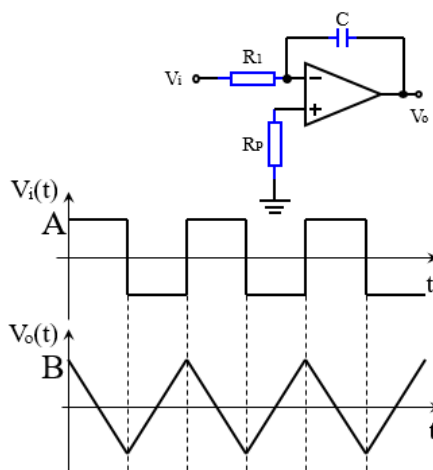
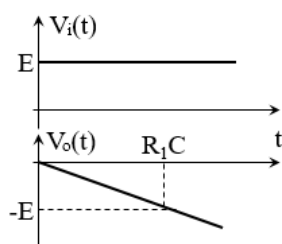
$$\begin{aligned} V_o(t) &= -\frac{1}{C} \int_0^t \frac{V_i(t)}{R_1} dt \\ &= -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t V_i(t) dt \end{aligned}$$

输出电压 V_o ：

当输入信号为一阶跃信号时，

$$V_i(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ E, & t \geq 0 \end{cases}$$

$$V_o(t) = -\frac{E}{R_1 C} t$$



$$2B = \frac{A}{R_1 C} \frac{T}{2}$$

积分漂移及积分误差

（1）输入信号的直流分量、输入失调电压等会形成积分漂移。

（2）实际使用时，常在积分电容的两端并联一个电阻 R_f ，形成直流负反馈，用以限制电路的直流电压增益。

（3） R_f 的接入将对积分电容 产生分流作用，从而导致积分误差。

（4）为了减小积分误差，一般要求 $R_f \gg (1/j\omega C)$ ，或 $f \gg (1/2\pi R_f C)$ ，此时 R_f 可认为开路（理

实验名称：集成运算放大器应用电路研究（II）

想积分器）。

通常取 $R_f > 10R_1$ ，不能太大。

2、迟滞比较器

2、迟滞比较器

(1) 过零比较器

(2) 双向稳压管

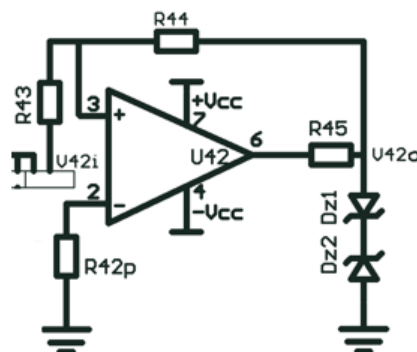
$$V_{42O} = \pm(V_Z + V_D)$$

(3) 迟滞比较器

正反馈电路，抗干扰能力强，转换速度快

$$\text{当 } V_6 = V_{OH} \text{ 时, } V_+' = \frac{R_{43}}{R_{43} + R_{44}}(V_{Z2} + V_{D1}) + \frac{R_{44}}{R_{43} + R_{44}}V_{42i}$$

$$\text{当 } V_6 = V_{OL} \text{ 时, } V_+'' = -\frac{R_{43}}{R_{43} + R_{44}}(V_{Z1} + V_{D2}) + \frac{R_{44}}{R_{43} + R_{44}}V_{42i}$$



$$\text{当 } V_6 = V_{OH} \text{ 时, } V_+' = \frac{R_{43}}{R_{43} + R_{44}}(V_Z + V_D) + \frac{R_{44}}{R_{43} + R_{44}}V_{42i}$$

要使输出稳定为 V_{OH} , $V_+' > 0$

$$V_{42i} > -\frac{R_{43}}{R_{44}}(V_Z + V_D) = -V_{TH}$$

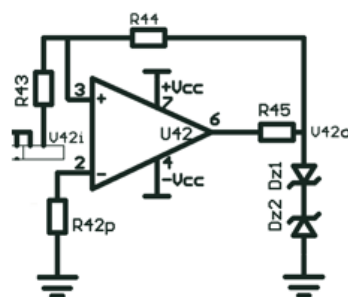
要使输出翻转为 V_{OL} , $V_+' < 0$

$$V_{42i} < -V_{TH}$$

$$\text{当 } V_6 = V_{OL} \text{ 时, } V_+'' = -\frac{R_{43}}{R_{43} + R_{44}}(V_Z + V_D) + \frac{R_{44}}{R_{43} + R_{44}}V_{42i}$$

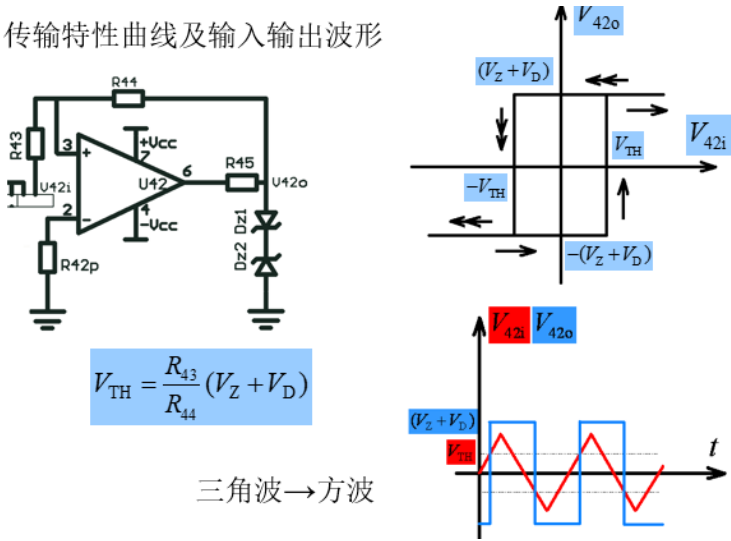
要使输出稳定为 V_{OL} , $V_+'' < 0$ $V_{42i} < V_{TH}$

要使输出翻转为 V_{OH} , $V_+'' > 0$ $V_{42i} > V_{TH}$



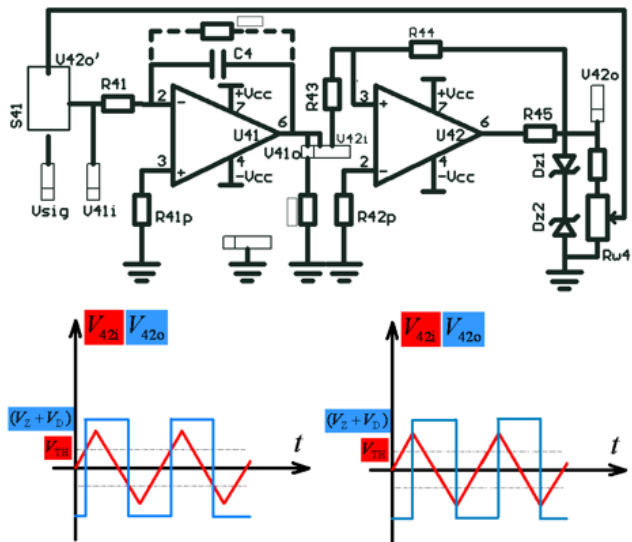
实验名称：集成运算放大器应用电路研究（II）

传输特性曲线及输入输出波形



三角波→方波

3、方波、三角波发生器电路



三、实验任务和要求

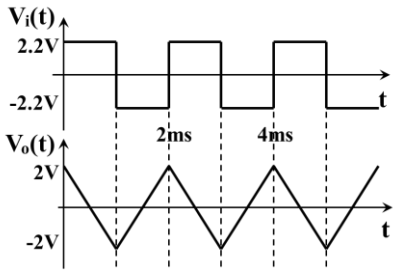
1、反相积分器设计研究

(1) 设计反相积分电路，方波→三角波。

方波 幅度 2.2V、频率 500Hz

三角波 幅度 2V 左右

(2) 安装该电路，输入方波，用示波器双踪显示输入、输出波形，测量并记录波形，标示出各实测参数。



2、迟滞比较器设计研究

(1) 设计一迟滞比较器，使 $V_{TH} \approx \frac{1}{2}(V_D + V_Z)$ ，允许使用电阻值在 20kΩ~400kΩ 之间。

实验名称: 集成运算放大器应用电路研究 (II)

(2) 安装电路, 输入 500Hz 三角波 (幅度合理自定), 研究输入、输出信号的幅度、相位关系。

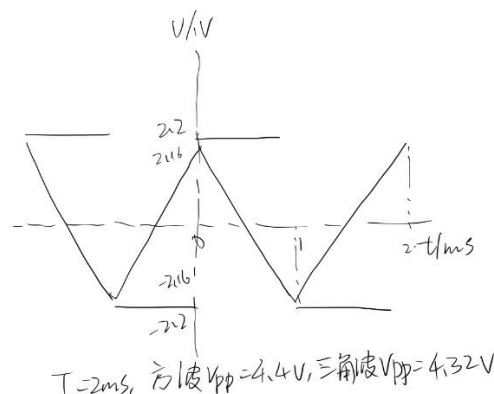
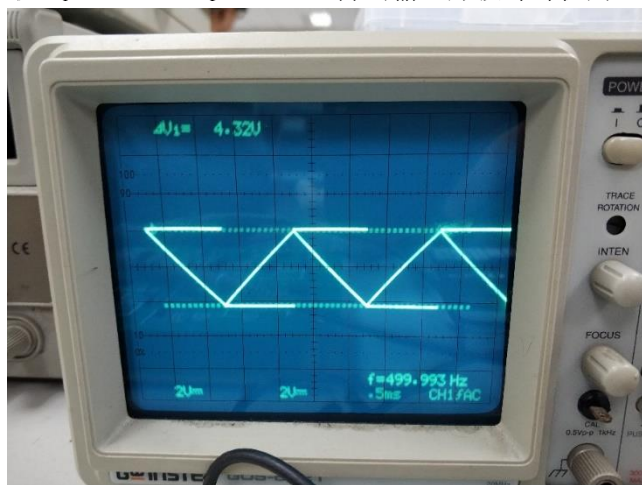
3、方波-三角波发生器研究

断开迟滞比较器信号输入, 搭建方波-三角波发生电路, 调节电位器 R_{w4} , 可产生不同频率方波、三角波。观察电压 $V_{42o'}$ 与输出信号频率的关系, 测量并记录可调频率范围。

四、实验过程

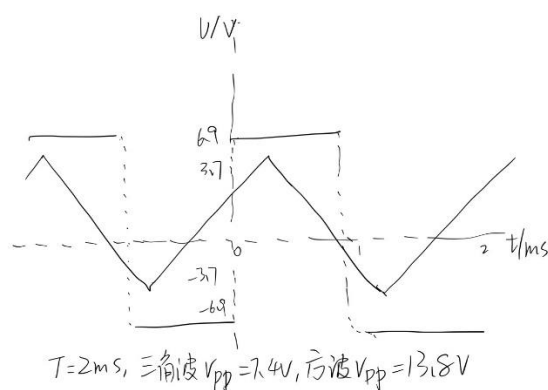
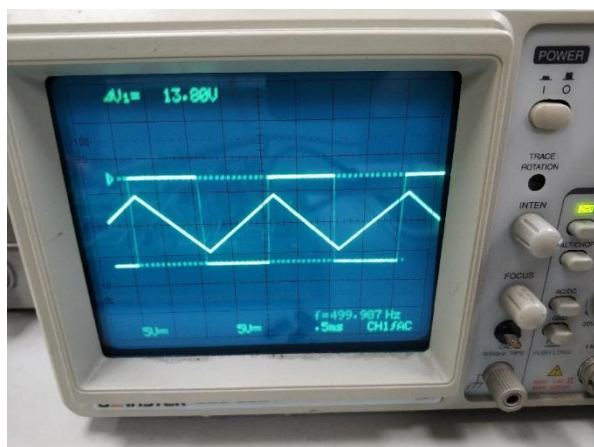
1、反相积分器设计研究

取 $R_1=2.4k\Omega$, $R_f=30k\Omega$, 得到输入方波峰峰值为 4.4V, 输出三角波峰峰值为 4.32V。



2、迟滞比较器设计研究

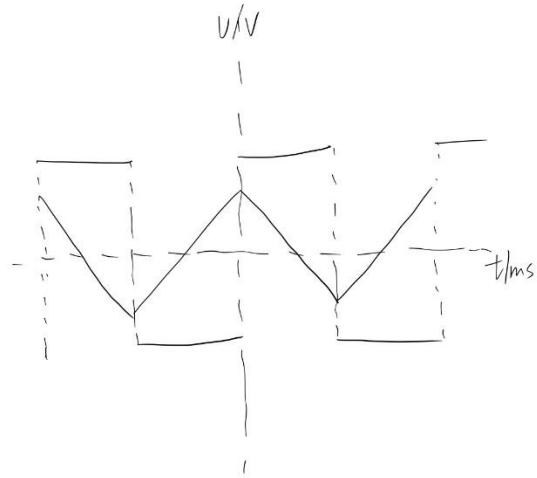
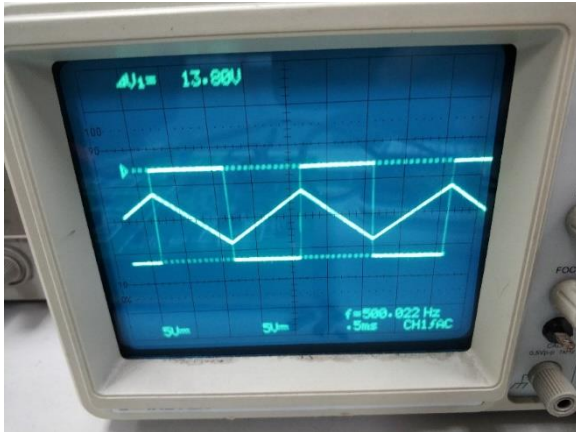
取 $R_{43}=51k\Omega$, $R_{44}=100k\Omega$, 当输入三角波峰峰值为 7.4V 时, 输出方波峰峰值为 13.8V, 两者之比为 0.54, 接近 0.5。实验过程中发现, 随着输入三角波幅度增大, 两者幅度之比越来越大, 逐渐远离 0.5, 且相位差不断改变, 表现在三角波信号不断右移。



3、方波-三角波发生器研究

可调频率上限约为 868.624Hz。实验过程中发现, 随着输出信号频率增大, $V_{42o'}$ 逐渐增大, 直至不变。

实验名称: 集成运算放大器应用电路研究 (II)



五、讨论与心得。

这次实验应该是本学期做的最快的一次实验。通过本次实验,我学习了方波和三角波的相互变换,以及方波三角波发生器的工作原理。虽然这次实验做的比较快,操作也比较简单,但是原理感觉是本学期上过的实验课最难懂的了,在预习时看到稳压二极管都没反应过来,运放的正反馈因为没学过也不怎么搞得清楚。也许是本身运放这一块的知识就学得不太好,反馈也学得不好,所以这次实验对我来说最难的是还是原理部分。在本周学了更多的反馈知识后再来看这个电路,就比较能想通了。