

浙江大学实验报告

专业 1: 机械工程

姓名 1: 徐屹寒

学号 1:

专业 2:

姓名 2:

学号 2:

日期: 11.19

地点: 东 3-308

课程名称: 电工电子学实验 指导老师: 陆玲霞 实验类型: 验证型

实验名称: 集成运算放大器应用 (二) 成绩: 教师签名:

一、实验目的

1. 掌握幅值比较器的电路组成及工作原理。
2. 掌握用集成运放构成的方波、三角波发生器的工作原理和性能。
3. 了解压控脉宽调制电路的组成和工作原理。

二、实验设备

模拟电子技术实验箱, 双踪数字示波器, 函数信号发生器, 直流电源, 数字式万用表

三、实验原理

1. 同相输入电压比较器

运放工作在开环状态, 输出为正、负饱和电平。

当 $u_i > U_R$ 时, $u_o = U_{OH}$; 当 $u_i < U_R$, $u_o = U_{OL}$;

电压传输特性曲线如右图所示。

当输入为一定幅度的正弦波时, 比较器将输入正弦波变换为输出矩形波。

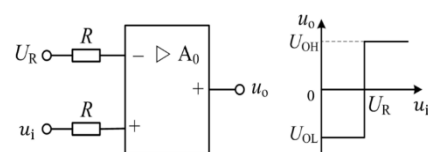
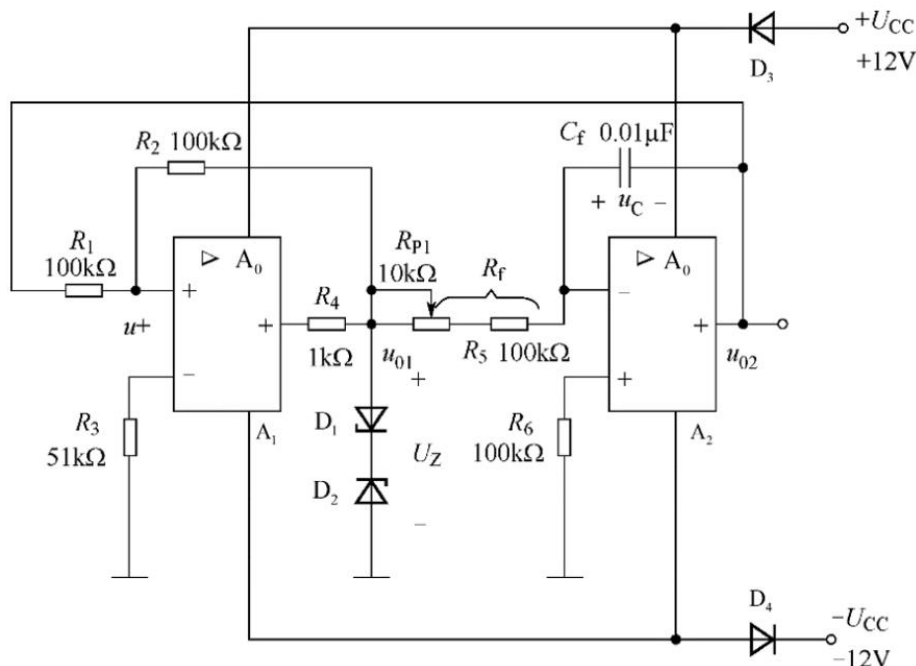


图5.17-1 (a)

图5.17-1 (b)

2. 由集成运放构成的方波、三角波发生电路和压控脉宽调制电路

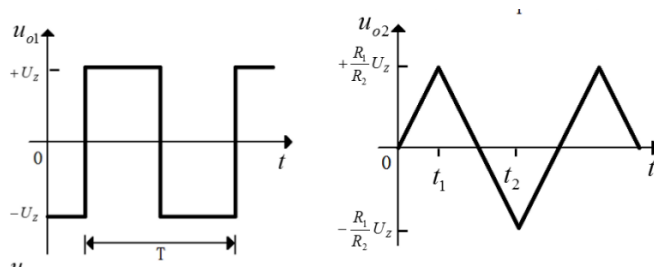
(1) 由集成运放构成的方波、三角波发生电路



其中 u_{o1} 输出方波， u_{o2} 输出三角波

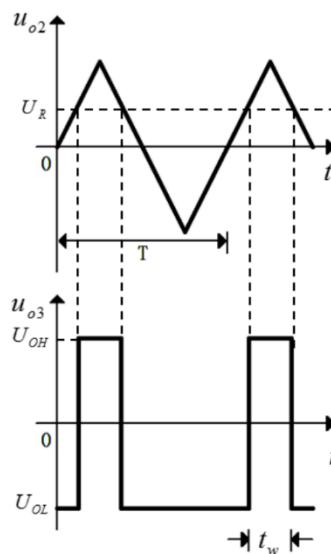
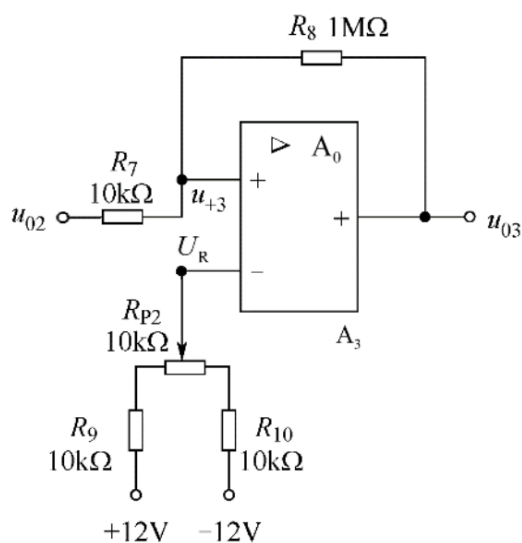
$$\text{周期 } T = 4R_f C_f \frac{R_1}{R_2}$$

$$\text{频率 } f = \frac{1}{T} = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{4R_f C_f}$$



(2) 压控脉宽调制电路

电路中 A3 构成压控脉宽调制电路。



四、预习要求

预习课本、学在浙大和钉钉群上传的课件、学银在线（学习通）上的视频学习，学习了电工电子学中集成运算放大器等相关知识

五、实验内容

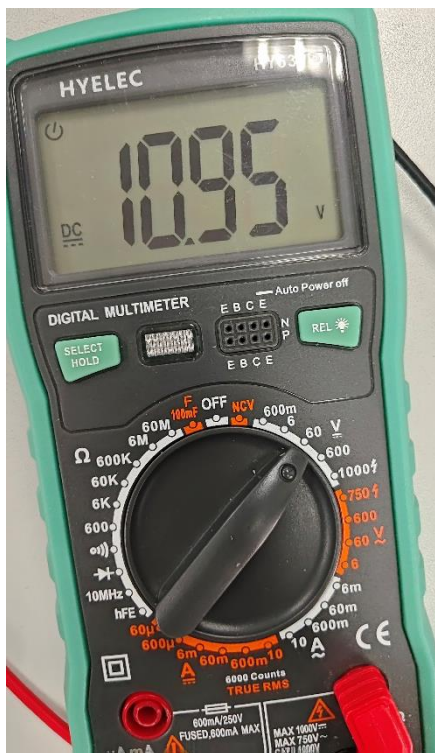
1. 同相输入电压比较器

1、操作方法与实验步骤

U_R 接直流电压 1V。输入 u_i 分别加直流电压 0.5V 和 1.5V，用万用表测量相对应的输出电压

u_o ，并记录 u_i, u_o 值

2、实验记录



2. 同相输入电压比较器波形变换

1、操作方法与实验步骤

U_R 不变(接直流电压 2V), 输入 u_i 加入正弦信号 ($U_{pp} = 10V, f = 100Hz$), 用示波器双踪同时显示 u_i, u_o 波形, 记录波形和参数 (幅值, 周期, 特别标注 u_o 高低电平转换时 u_i 的大小位置)。

2、实验记录



3. 观测传输特性曲线

1、操作方法与实验步骤

对 (1) 的输入条件不变, 将示波器设置成 XY 方式, 显示电压传输特性曲线, 记录曲线和输入转折门限电压, 输出高、低电平值。

2、实验记录



4.发生电路输出电压

1、操作方法与实验步骤

先连接 A_1, A_2 两级电路， A_3 级电路暂时不连。调节电位器 R_{p1} 滑动头，使得 $R_{p1} = 0$ ，用示波器

同时观察 u_{o1} 和 u_{o2} 波形，记录两波形，测量记录 u_{o1} 和 u_{o2} 的频率和幅值。调节电位器 R_{p1} ，再次

观察并记录 u_{o1} 和 u_{o2} 波形和参数

2、实验记录



$R_{p1} = 0$



改变 R_{p1}

由 $f = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{4R_f C_f}$ 可知 $R_f = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{4fC_f} = 109k\Omega, R_{p1} = R_f - R_5 = 9k\Omega$

5. 脉宽调制电路

1、操作方法与实验步骤

保持 $R_1 = R_2 = 100k\Omega$ ， $R_{p1} = 0$ 。连接好 A_3 级电路。把 u_{o2} 作为脉宽调制电路的输入电压，根据下表

改变参考电压 U_R 值完成各项内容的测试。

2、实验记录

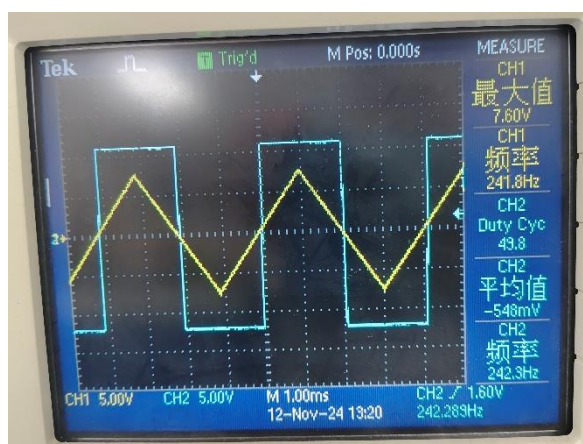
参考电压 U_R / V	$U_{Rmax} = 4.123$	1	0	-1	$U_{Rmin} = -4.066$
u_{o3} 占空比 t_w / T	21.5	42.9	49.8	56.7	77.6
u_{o3} 平均值 U_{o3} / V	-5.93	-1.86	-0.548	0.756	4.74



$$U_R = 4.123V$$



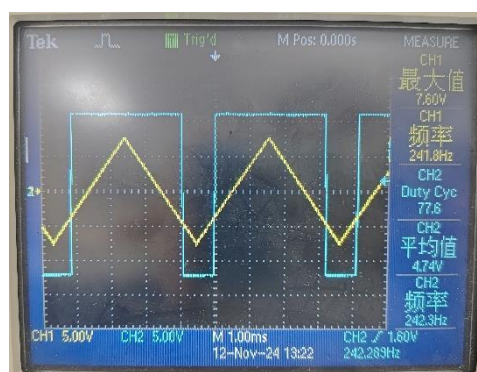
$$U_R = 1V$$



$$U_R = 0$$



$$U_R = -1V$$



$$U_R = -4.066V$$

六、实验总结

1、p172

2. 图 5.17-1 (a) 电路中若 U_R 接地, 分析输入为正弦波时输出为何种波形。

输出矩形波。且占空比为 50%。

3. 图 5.17-2 电路提供的元件参数, 估算输出三角波和方波的频率。若要改变输出波形频率和幅值, 应调整那些元件的参数?

频率为 250Hz, 调整 R_1 , R_2 , R_f , C_f 大小以改变频率, 调整 R_1 和 R_2 以改变幅值。

4. 思考以下问题

(1) 图 5.17-2 电路中, D_3 和 D_4 起什么作用? 去掉 D_3 、 D_4 会影响电路正常工作吗?

起到限压作用, 可以保护电路安全。不会影响。

(2) 图 5.17-2 电路, 若 D_1 、 D_2 有一个击穿短路, 输出 u_{o1} , u_{o2} 变成怎样的波形?

输出电压的幅值将会变大, 波形上下限幅度将会变大。

(3) 图 5.17-2 电路中, 若将 U_R 接地, u_{o3} 输出矩形波的占空比为多少?

50%

2、整理实验数据, 分析实验结果, 总结电路的特点。

1. 同相输入电压比较器

运放工作在开环状态, 输出为正、负饱和电平。

当 $u_i > U_R$ 时, $u_o = U_{OH}$; 当 $u_i < U_R$, $u_o = U_{OL}$;

2. 由集成运放构成的方波、三角波发生电路

集成运放 A_1 构成电压比较器, 输出电压 u_{o1} 由双向稳压管 D_z 限幅, A_2 构成积分电路。电压比较

器的输出电压 u_{o1} 作为积分电路的输入电压, 积分电路的输出电压 u_{o2} 又作为电压比较器的输入

电压。输出电压的幅度只受 R_1, R_2 影响, 不受 R_f 影响, 而频率受 R_1, R_2, R_f 的共同影响。

3. 压控脉宽调制电路

随着 U_R 的增大占空比不断减少, 输出电压不断减小

3、误差分析

同相输入电压比较器波形变换实验中, u_o 高低电平转换时 u_i 的大小理论值为 2V, 但是实测值为 2.08V, 可能是电压源的电压不是准确的 2V 或者示波器读数不准确等。

4、心得体会

本次实验中我对集成运算放大电路有了更深一步的理解, 也能够更熟练地运用各种仪器。