

波形发生器

一. 实验目的

1. 掌握波形发生器的电路特点和分析方法
2. 熟悉波形发生器的电路设计方法

唐晓宇

2024100192

二. 实验仪器

1. 数字示波器
2. 数字万用表

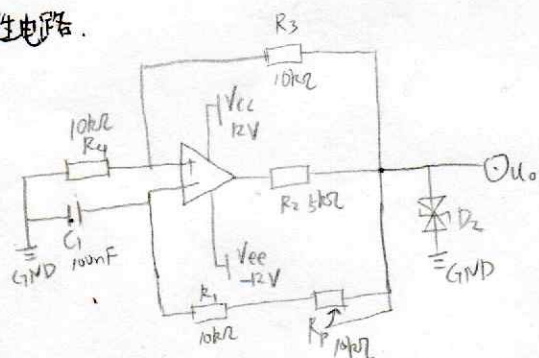
三. 实验原理

在自动化设备和系统中,经常需要进行性能的测试和信息的传递.这些都离不开一定的波形作为测试和传递的依據.在模拟系统中,常用的波形有正弦波,方波和锯齿波...

当集成运放应用于上述不同波形的波形时,其工作状态并不相同.

本实验研究的方波,三角波和锯齿波电路实际上是脉冲电路.它们大都工作在非线性区域,常用于脉冲和数字系统中作为信号源.

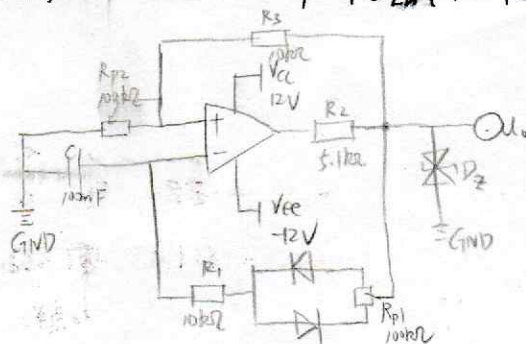
1. 方波发生电路



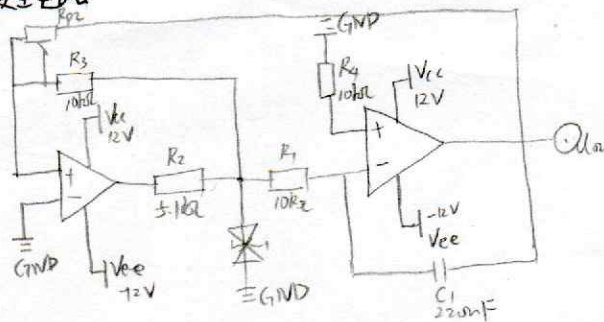
电路如上图所示.电路由集成运放 A_1 、 R_2 及一个滞回比较器和一个充放电回路组成.稳压管和 R_3 的作用是钳位,将滞回比较器的输出电压限制在稳压管的稳定电压值内.滞回比较器的输出只有两种可能的状态:高电平或低电平.

滞回比较器的两种不同的输出电平使 RC 电路进行充电或放电,于是电容上的电压将升高或降低.而电容上的电压,作为滞回比较器的输入电压,控制其输出端状态发生跳变,从而使 RC 电路由充电过程变为放电过程或相反,如此循环往复,周而复始,最后在滞回比较器的输出端即可得到一个高电平与低电平交替出现的矩形波(方波).

该矩形波的周期可由下式求得: $T = 2RC \ln(1 + \frac{2V_Z}{V_{CC}})$



2. 三角波发生电路



电路图如上所示，电路由集成运放A₁组成滞回比较器，A₂组成积分电路。

滞回比较器输出的矩形波加在积分电路的输入端，而积分电路输出的三角波又接到滞回比较器的同相输入端，控制滞回比较器输出端的状态发生跳变，从而在A₂的输出端得到周期性的三角波。调节R₁、R₂可使幅度达到规定值，利用R₃可使振荡满足要求。

该三角波的周期可由下式求得：

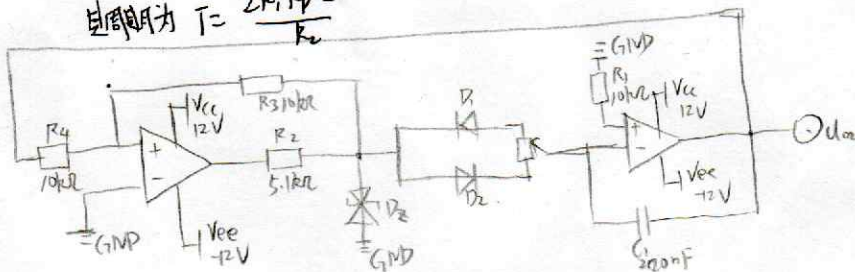
$$T = \frac{4R_1 R_3 C}{R_2}$$

3. 锯齿波发生电路

在示波器的扫描电路以及数字电压表等电路中常需要锯齿波，电路如下图。

它在原三角波发生电路的基础上，用二极管D₁、D₂和电位器R_p代替原来的积分电阻，使积分电容的充电和放电回路分开，即成为锯齿波发生电路。

$$T = \frac{2R_p R_3 C}{R_2}$$



四. 实验内容及结果

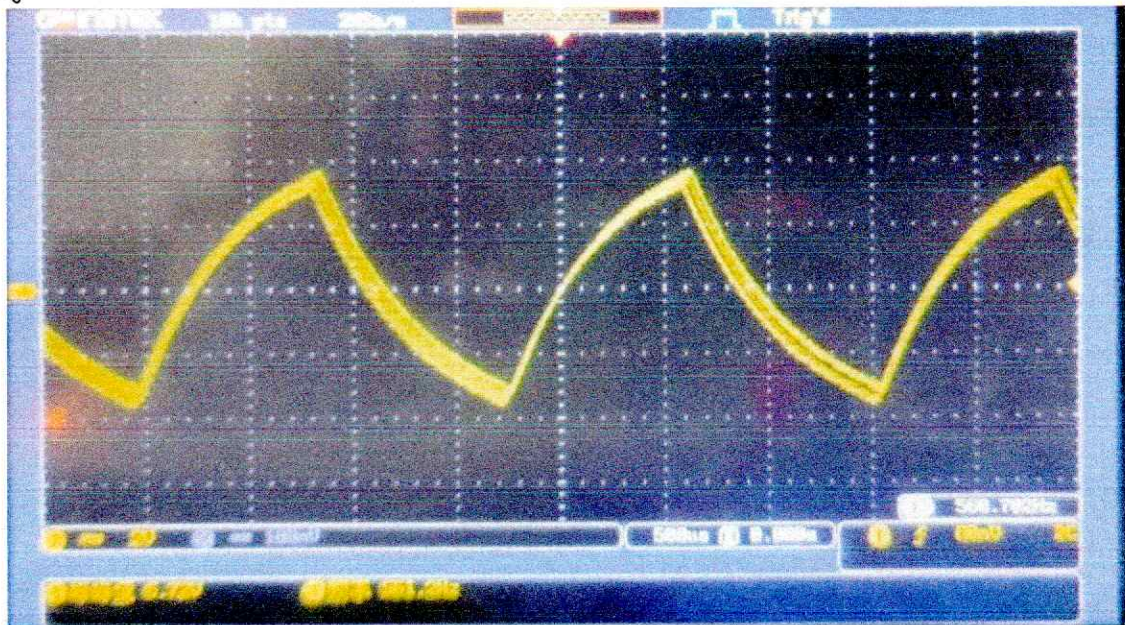
1. 方波发生电路

调整电位器观察U_c的波形为三角波，峰峰值6.72V，频率561.2Hz

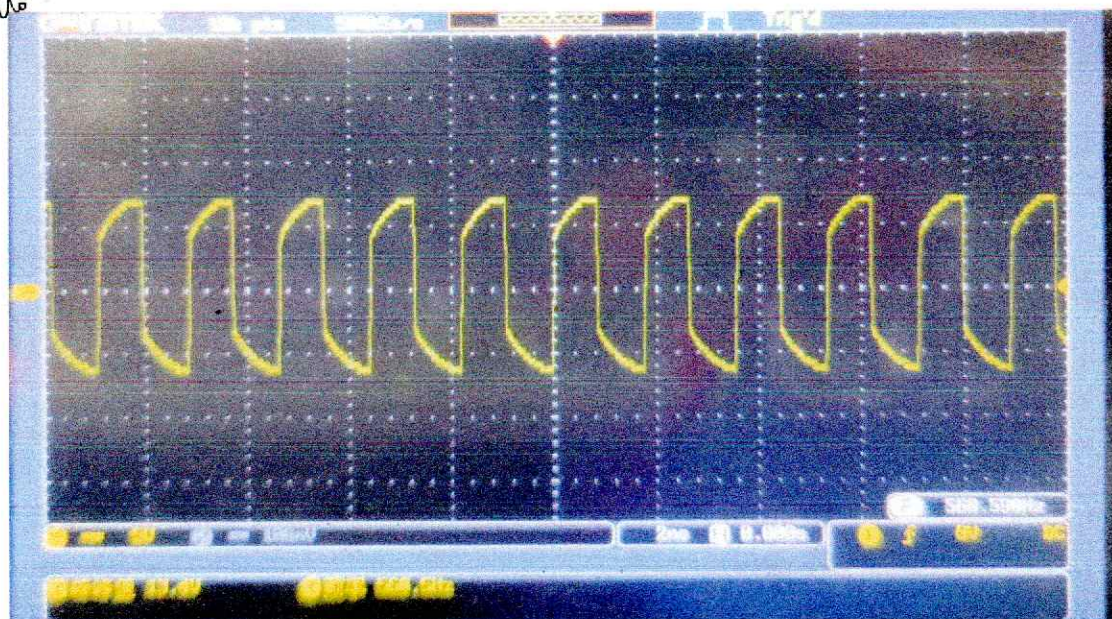
U_o的波形为方波，峰峰值13.4V，频率560.54Hz

要得到更好的波形，需进一步增大R_p的阻值。

V_c

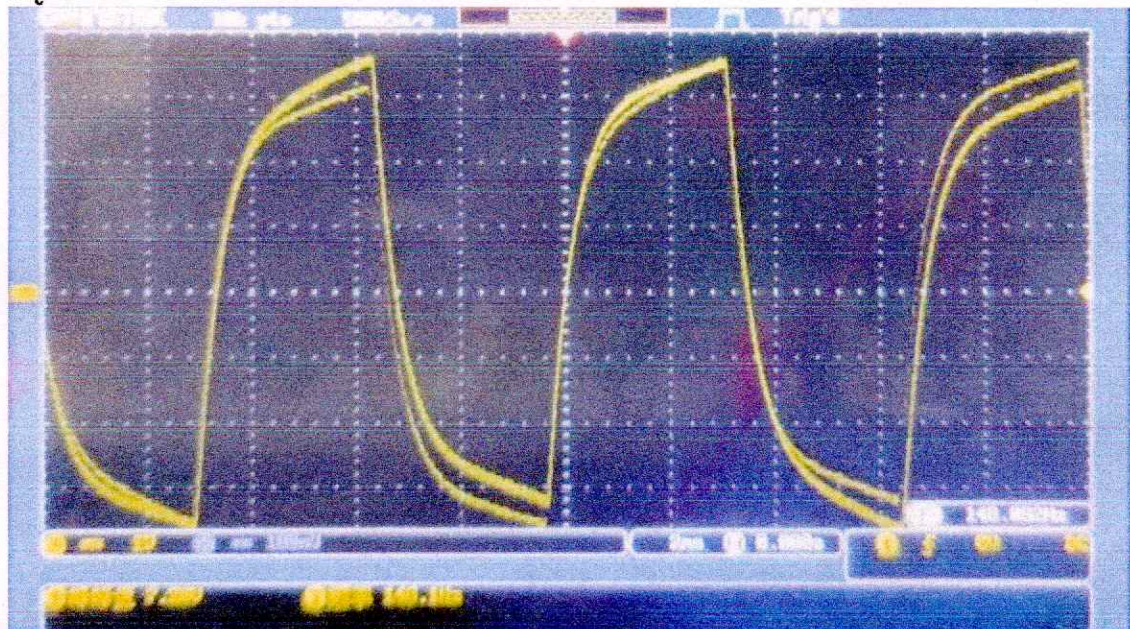


V_b

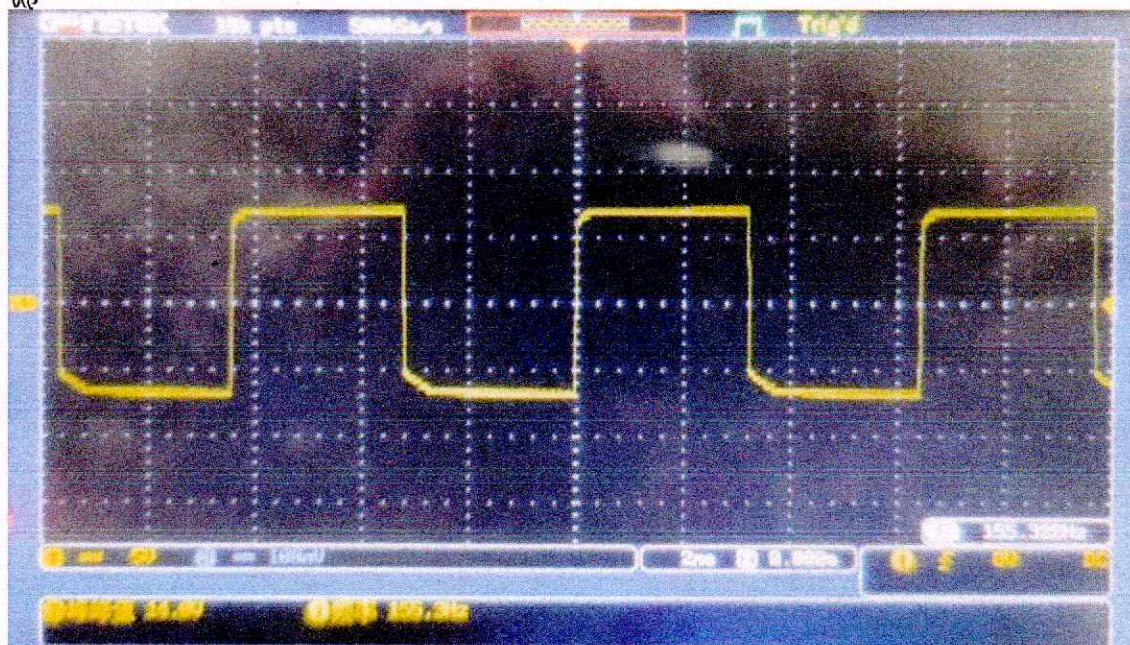


调整 R_p 为 $10k\Omega$, 即 $R=110k\Omega$ 测出 U_c 和 U_o 的波形如下.

U_c



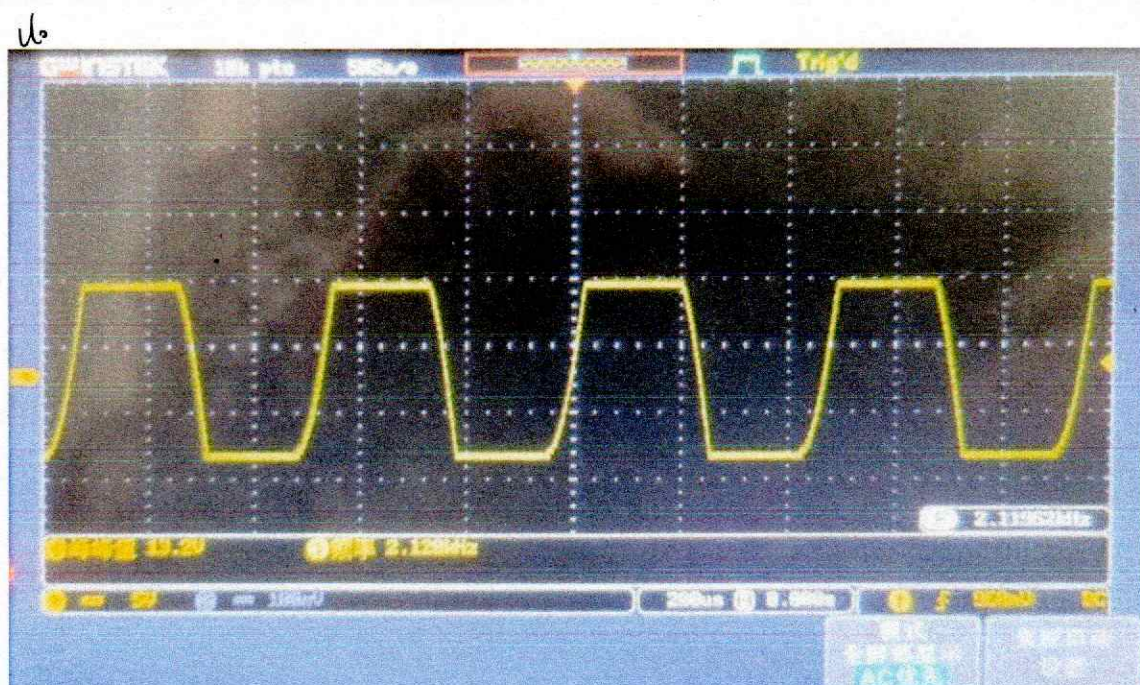
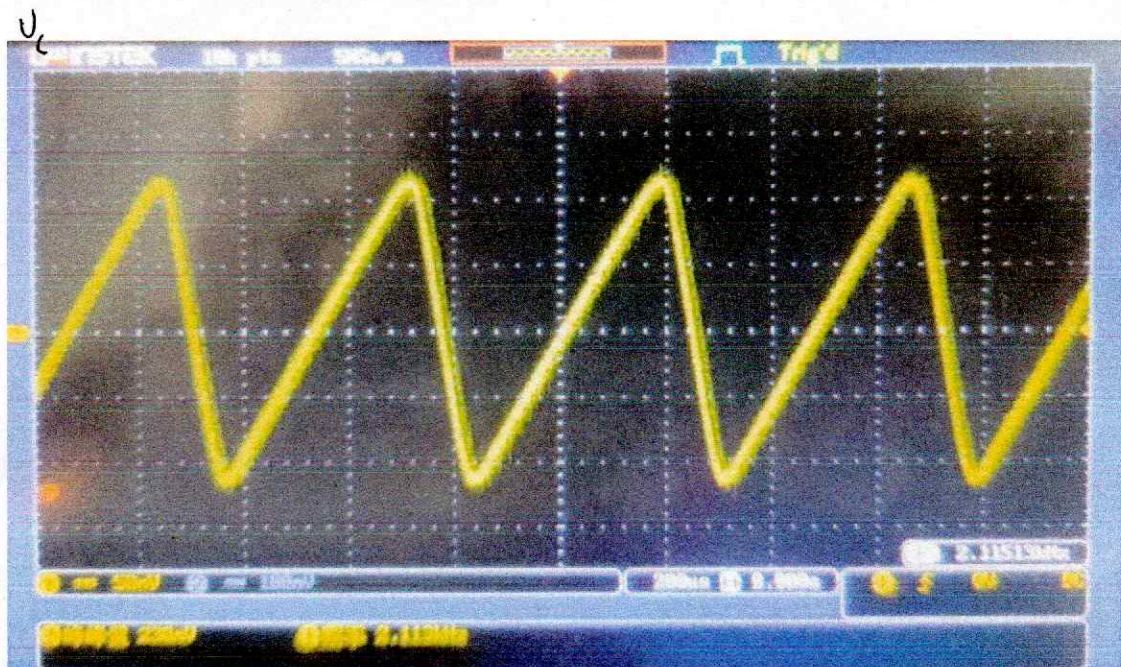
U_o



$R(k\Omega)$	10	110
U_c	6.72V 561.2Hz	7.20V 148.1Hz
U_o	13.4V 560.5Hz	14.0V 155.3Hz

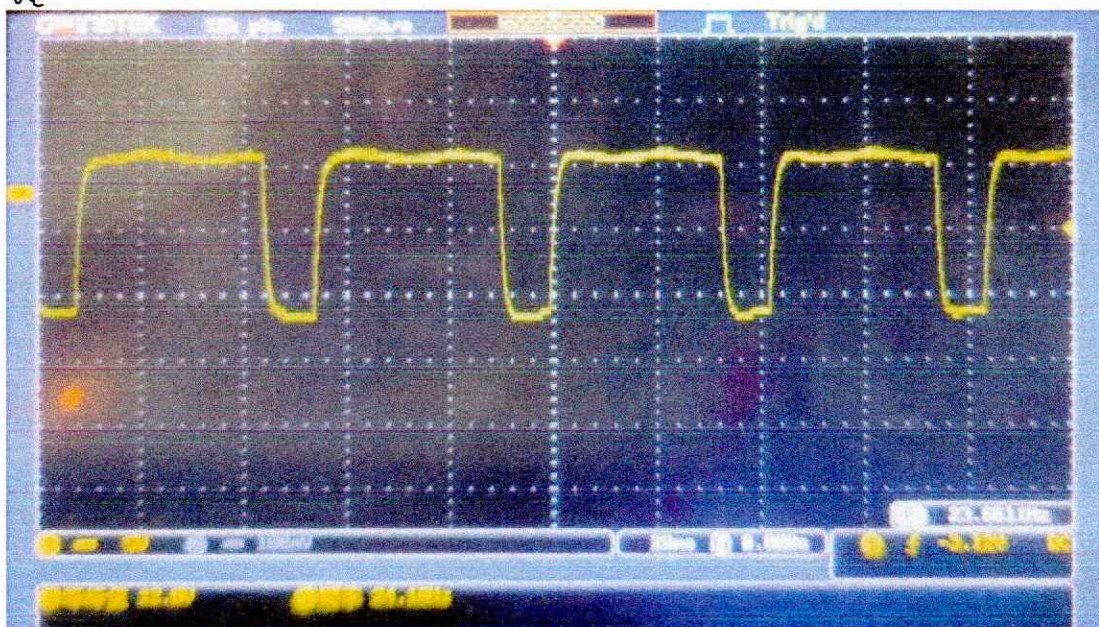
2. 占空比可调的矩形波发生电路

$R_{\text{最小}}$ 接入的 $R_{\text{最小}}$ 时, 测得的 u_c , u_o 如下图

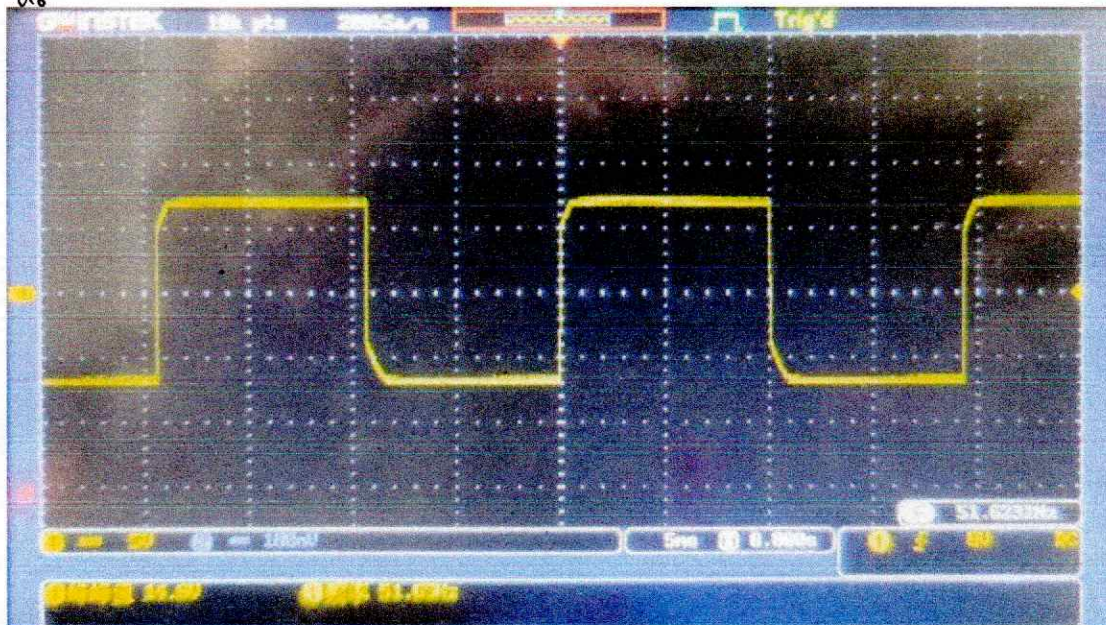


接入 R_p 最大时 u_i , u_o 如下图

u_i



u_o



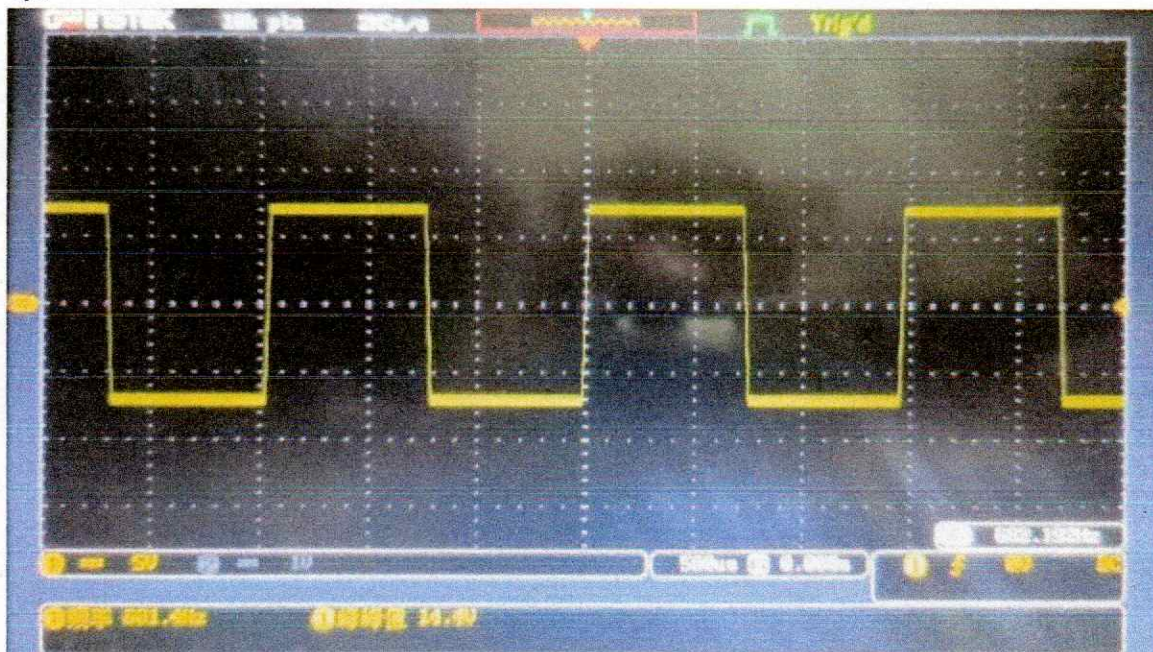
R_p	最小		最大	
u_o	230mV	2.143kHz	12.0V	2.101kHz
u_i	13.2V	2.1126kHz	14.0V	51.694Hz

R_p 接入 P 的阻值增大使得占空比增大, 反之接入 P 的阻值减小使得占空比减小

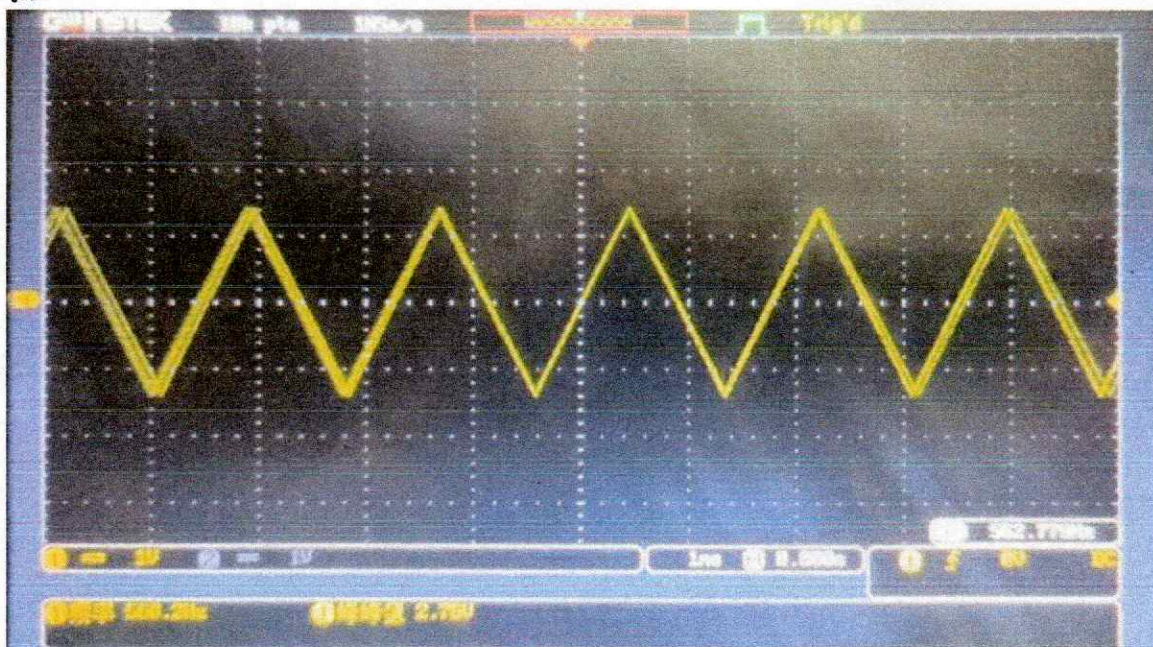
3. 三角波发生电路

测出的 u_{o1} 和 u_{o2} 的波形如下

u_{o1}



u_{o2}



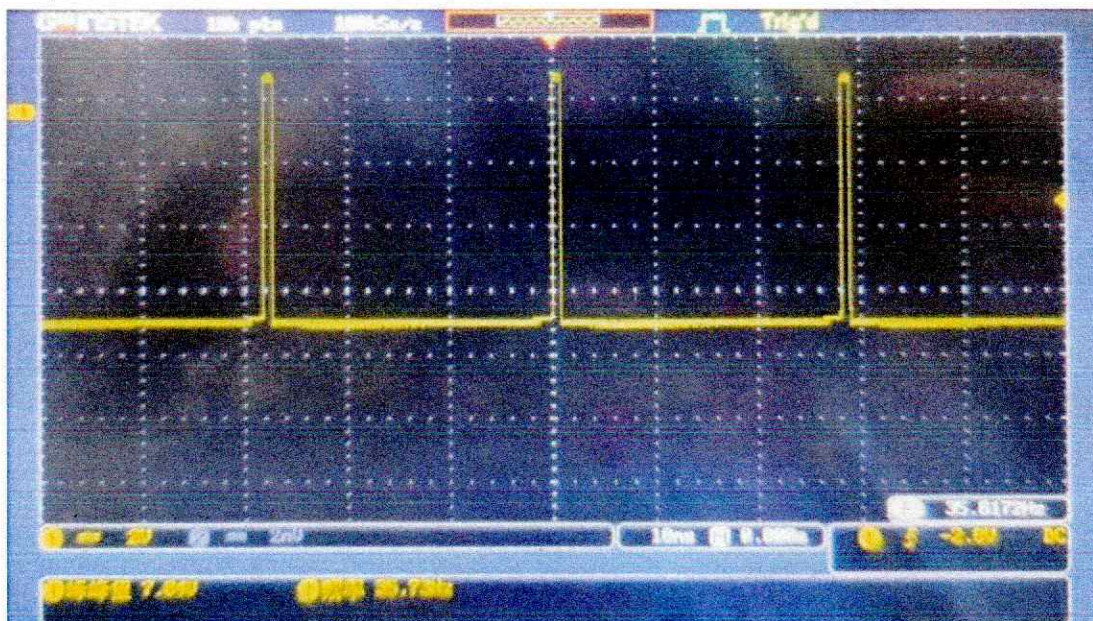
增大 R_{p2} , 输出波形幅度变大, 频率降低,

反之, 输出幅度变小, 频率升高.

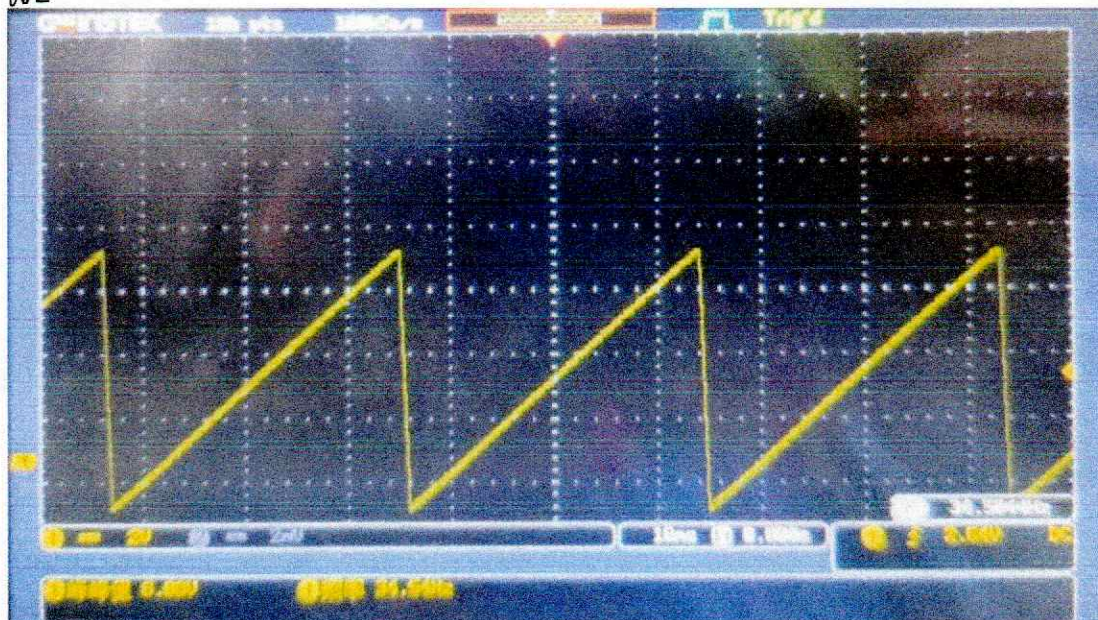
4. 锯齿波发生电路

观测 u_{o1} 及 u_{o2} 并记录波形如下。

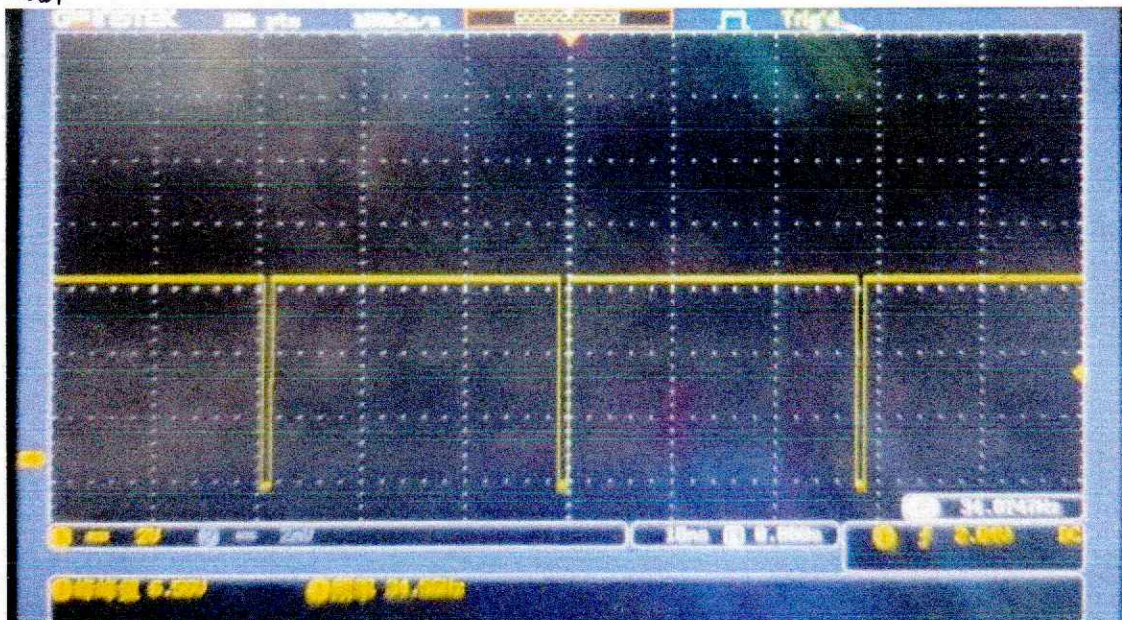
u_{o1}



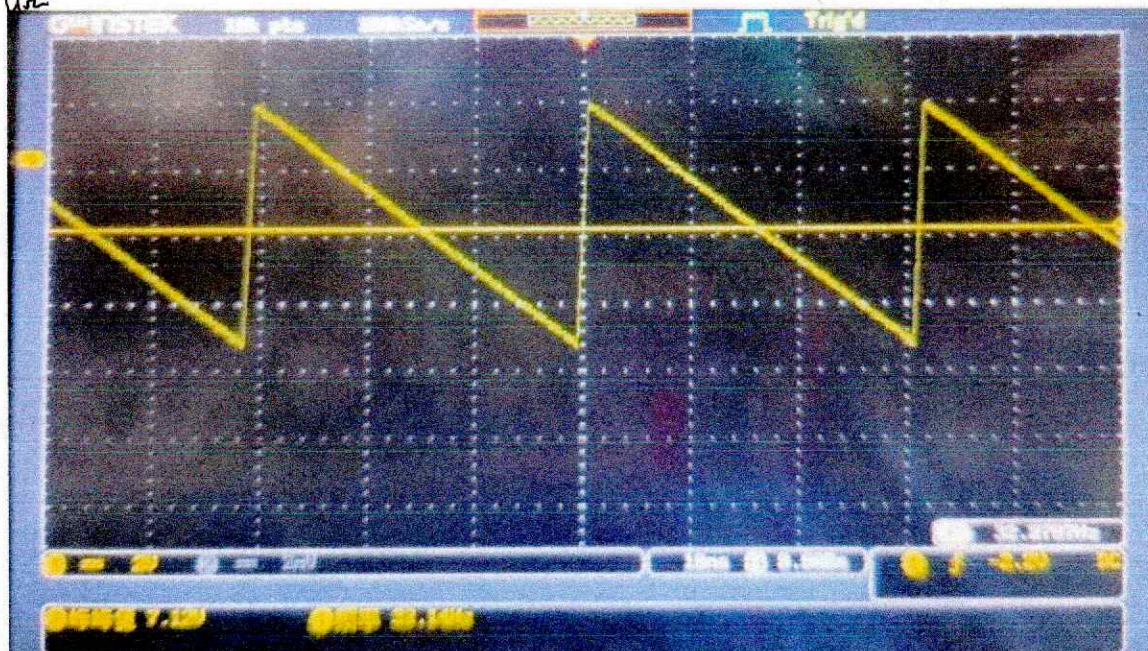
u_{o2}



u_{o1}



u_{o2}



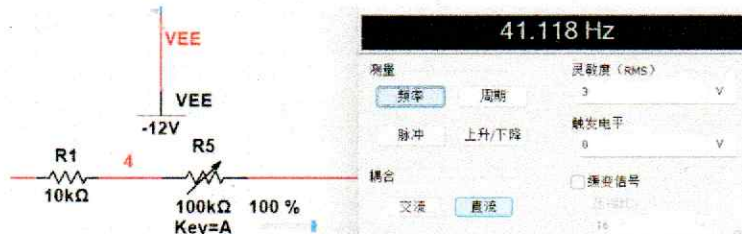
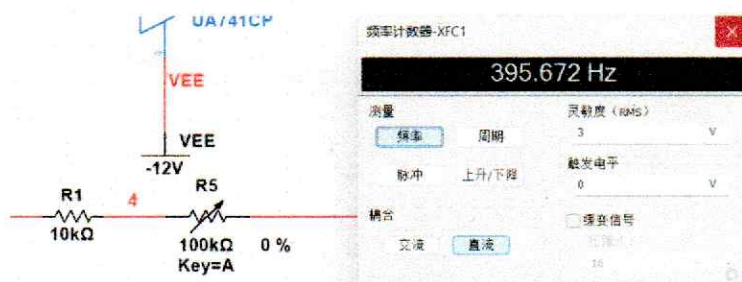
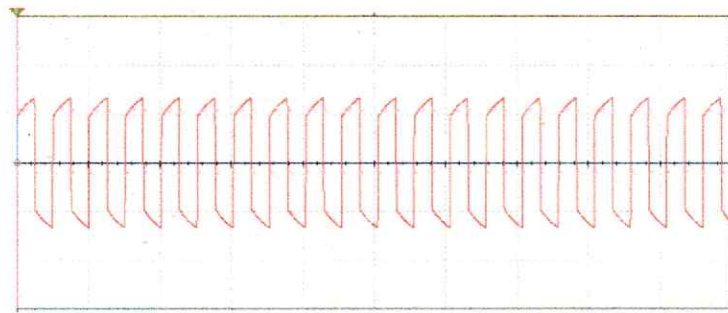
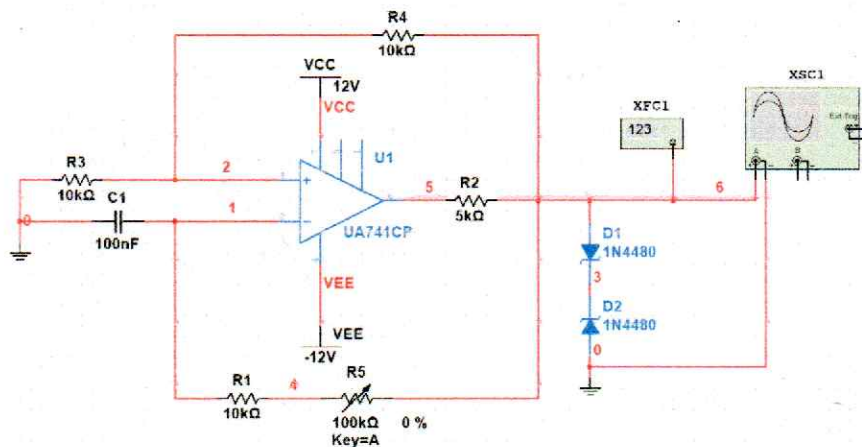
u_{o1}	7.84V	35.74 μ s
u_{o2}	8.00V	39.54 μ s

减小 R_4 可以提高频率,但会减小输出幅度

通过调整 R_4 测出:

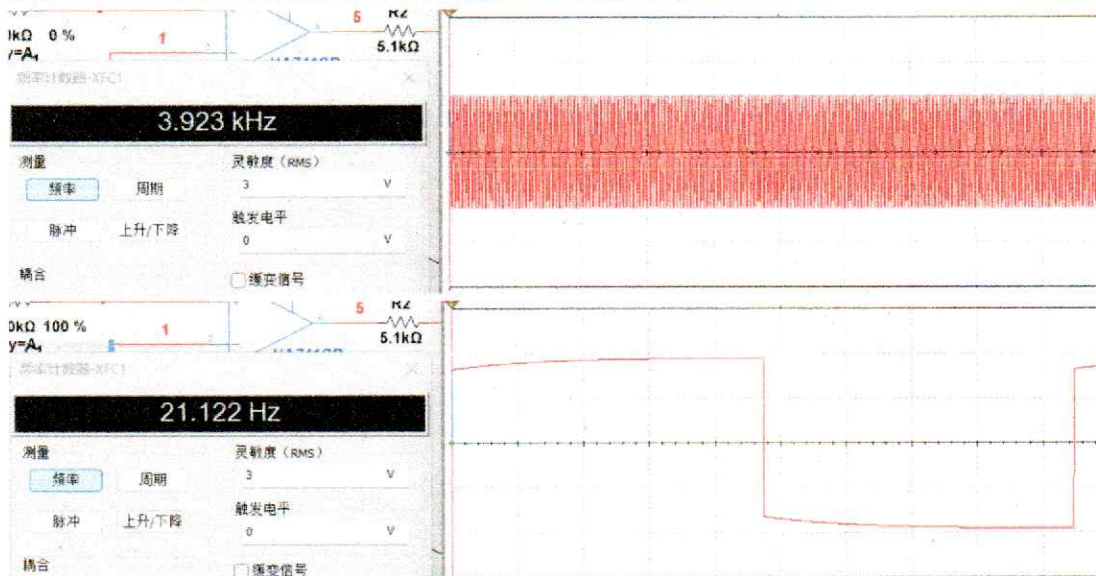
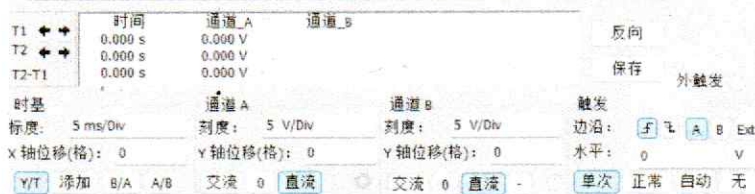
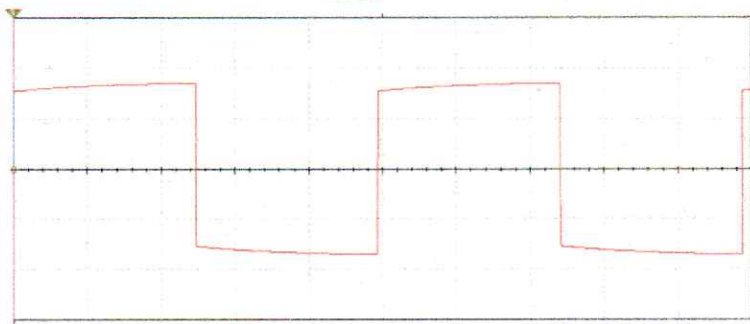
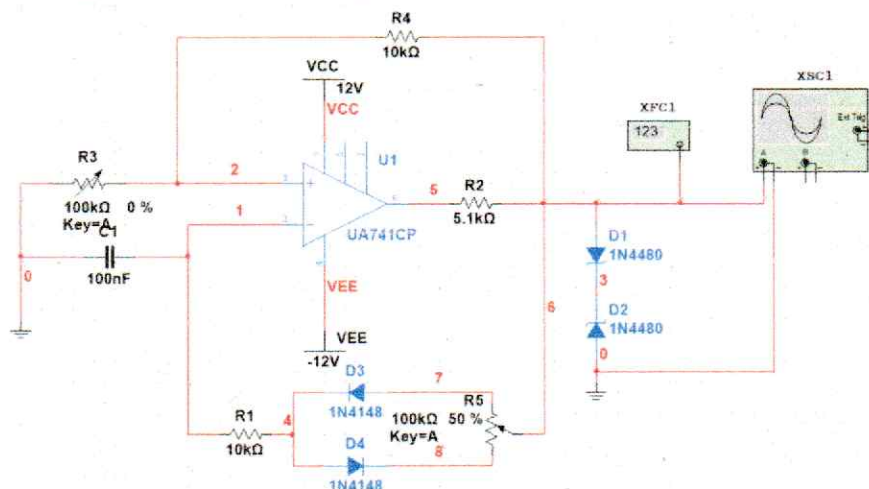
R_4	2k Ω	14k Ω
u_o	125mV	7.51V
f	112.6Hz	18.7Hz

1. 方波发生电路



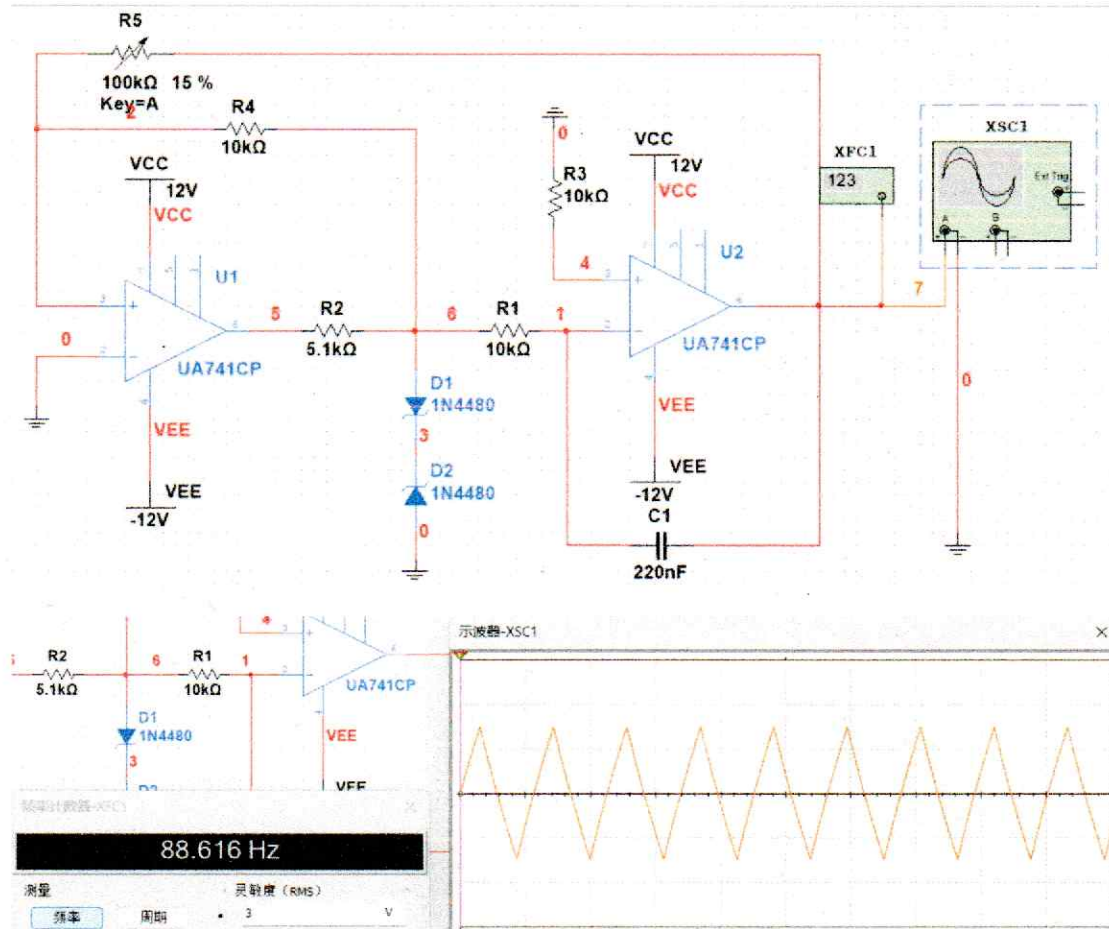
$R=R1+Rp$	10k	110k
F(Hz)	395.672	41.118
Vpp(V)	13.3	15.7

2. 占空比可调的矩形波发生电路



Rp	0	100k
F(Hz)	3.923k	21.122
Vpp(V)	12.5	19.0

3. 三角波发生电路



增大 R_{p2} , 输出波形幅度变大, 频率降低, 反之幅度变小, 频率升高。

4. 锯齿波发生电路

