

## 实验四 波形发生电路仿真及实验

张蔚桐 2015011493 自 55

### 1 仿真和预习

#### 1.1 正弦波发生电路

##### 1.1.1 理论计算

如图 1所示是正弦波发生电路的电路图，运放引入负反馈分析，如果使  $R_1 = R_2 = R, C_1 = C_2 = C$ ，则可以得到选频网络得到的频率是

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

因此如果要求  $f_0 = 400Hz$ ，计算得到  $R = 12k\Omega, C = 33,000pF(333)$ ，同时经过进一步的计算可以估计输出电阻的值基本令人满意。

##### 1.1.2 输出波形调试

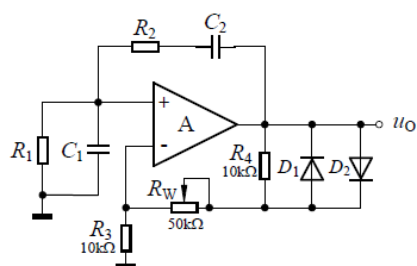


Fig. 1: 正弦波发生电路

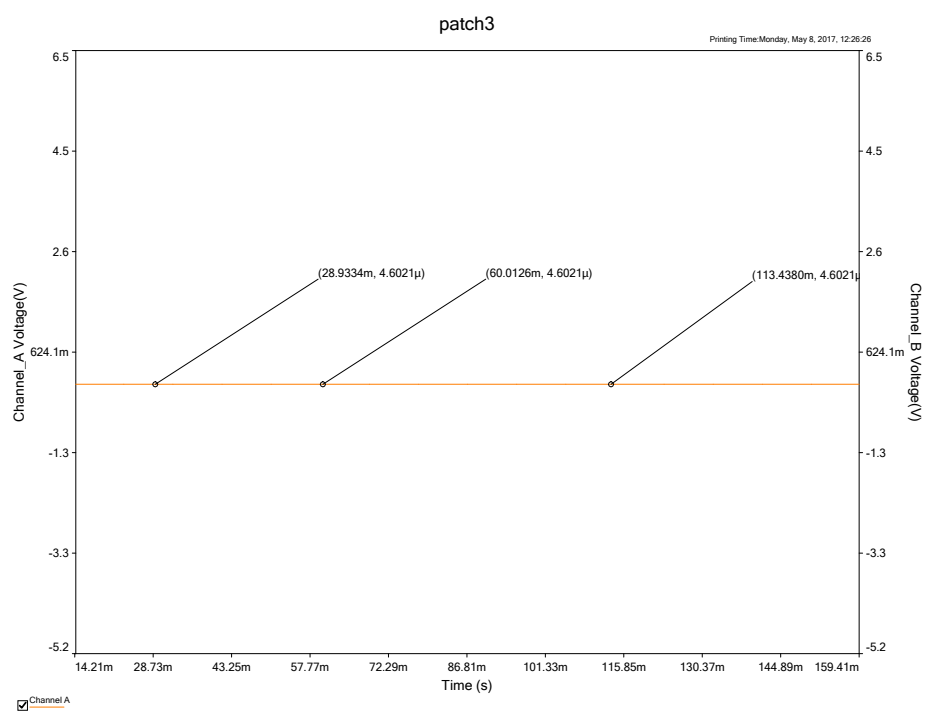


Fig. 2:  $R_w = 0$  时的输出波形

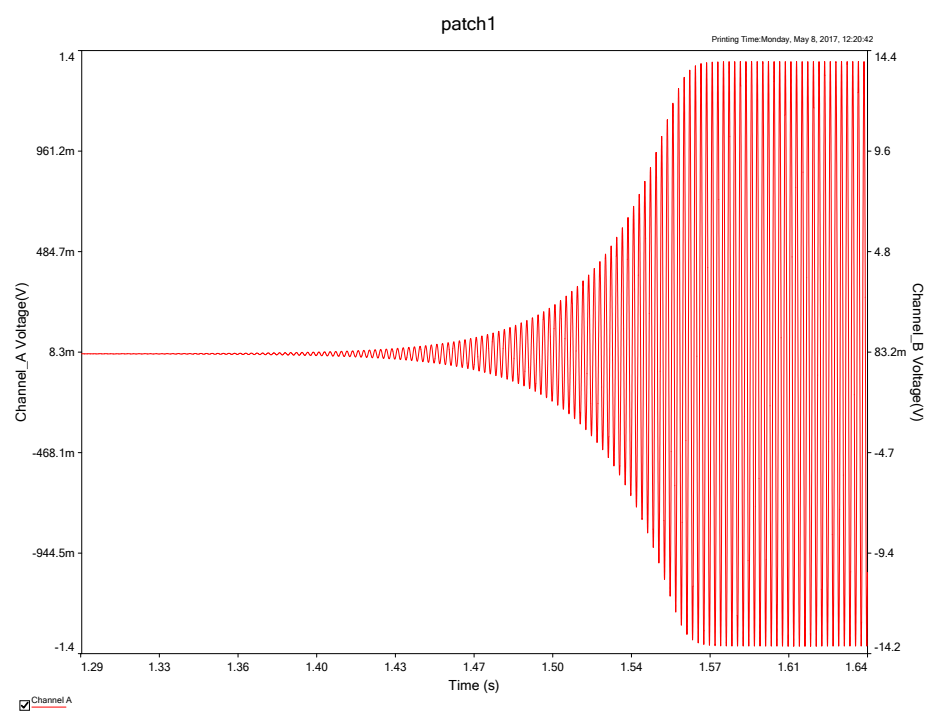


Fig. 3: 刚刚起振输出波形

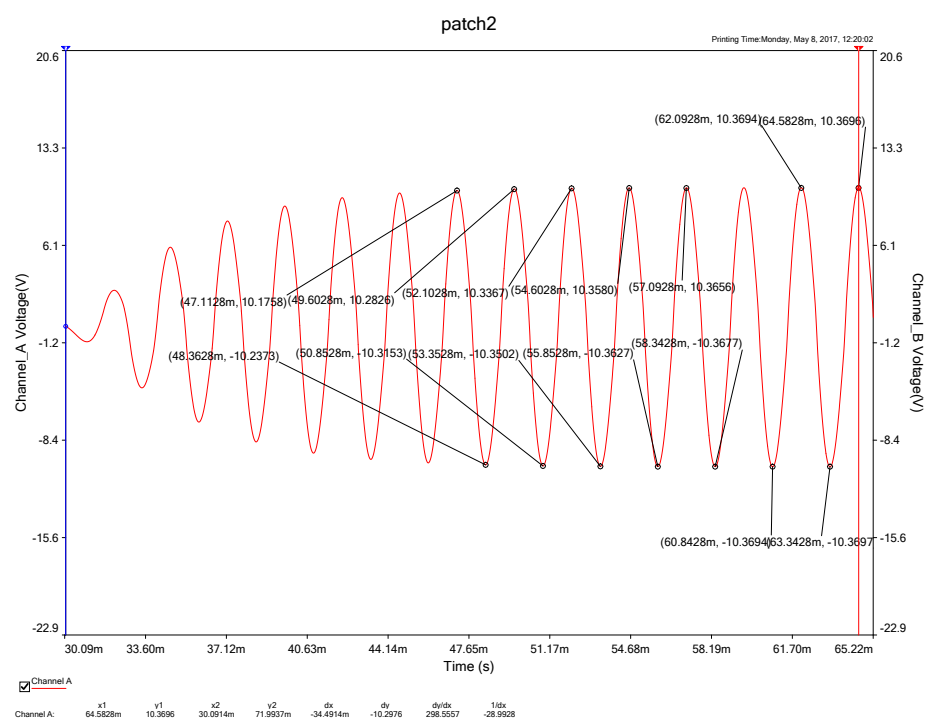
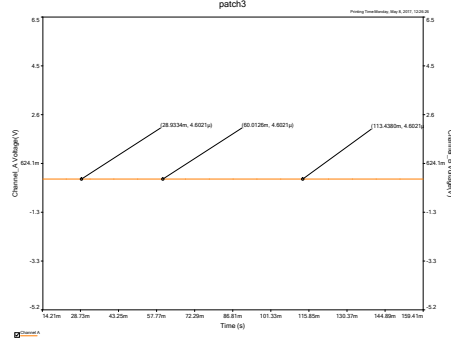
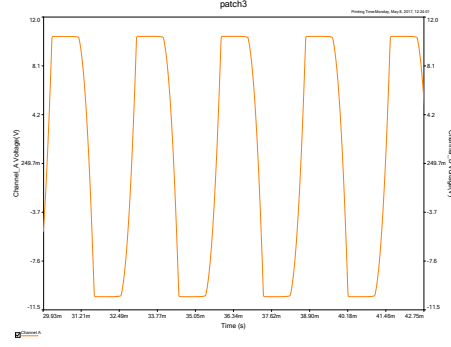
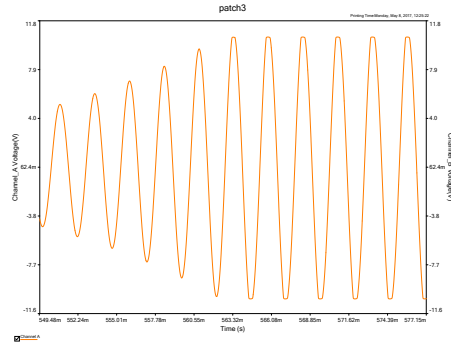
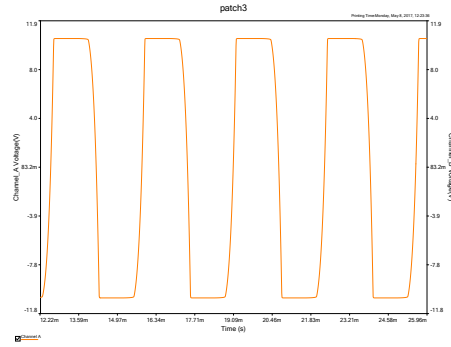
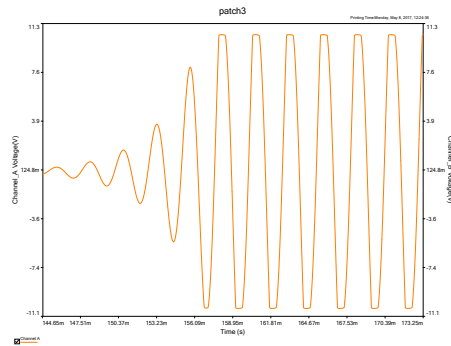
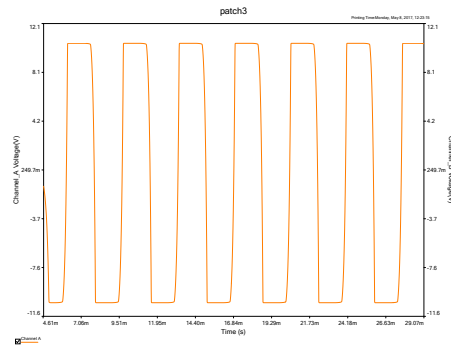
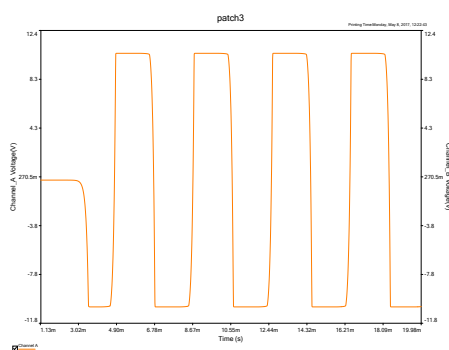
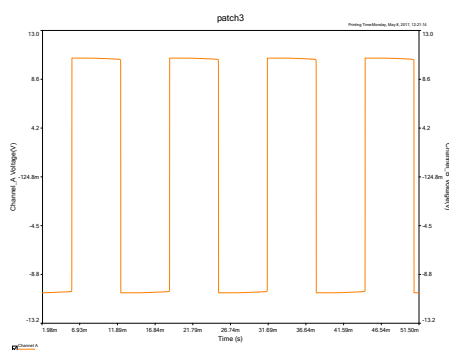


Fig. 4: 输出最大不失真波形

### 1.1.3 其他情况的调试

Fig. 5:  $R_w = 20\%$  时的输出波形Fig. 8:  $R_w = 40\%$  时的输出波形Fig. 6:  $R_w = 21\%$  时的输出波形Fig. 9:  $R_w = 60\%$  时的输出波形Fig. 7:  $R_w = 25\%$  时的输出波形Fig. 10:  $R_w = 80\%$  时的输出波形

Fig. 11:  $R_w = 100\%$  时的输出波形Fig. 12:  $R_w$  完全断开时的输出波形

## 1.2 方波——三角波发生电路

### 1.2.1 理论分析

如图 13 是方波——三角波发生电路

首先对电路进行理论估计, 为了和实验值保持一致, 改用了和实验室提供的稳压管相同导通压降  $U_Z = 5.1\text{V}$  的稳压管 1N4733A, 得到左侧同相输入滞环特性的阈值电压方程

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} U_T \pm \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_Z = 0$$

得到

$$U_T = \pm \frac{R_2}{R_1} U_Z = 2.55\text{V}$$

右侧电路为积分运算电路, 输出电压的表达式为

$$U_0 = \int U_Z dt$$

半个周期内积分从  $-U_T$  抵达  $+U_T$ , 因此可以得到

$$2U_T = \frac{T}{2} \frac{U_Z}{R_4 C}$$

, 结合前几式可以得到

$$T = \frac{4R_2 R_4 C}{R_1} = 0.4\text{ms}$$

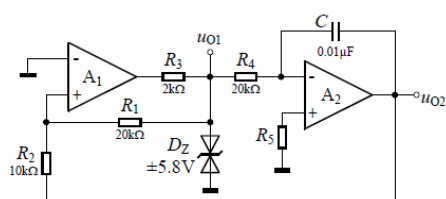


Fig. 13: 方波——三角波发生电路

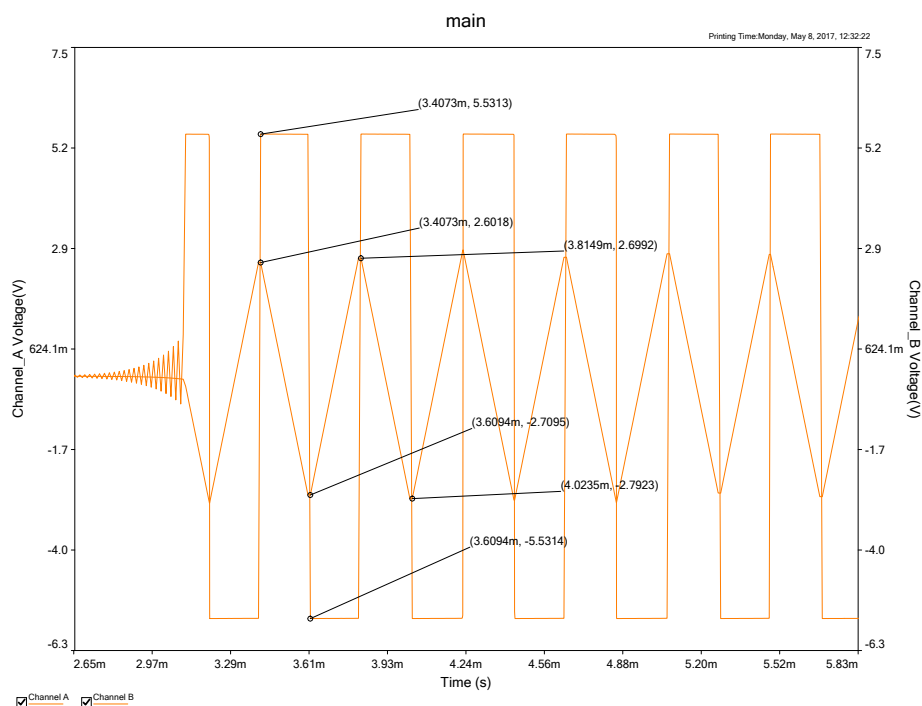


Fig. 14: 方波——三角波发生电路输出波形

## 1.2.2 波形仿真

## 1.3 滞环特性电路的测试

### 1.3.1 理论分析

如图 15 是滞环特性电路电路图，有关  $U_T$  的推导的问题可以参阅 1.2.1 节的说明，这里就不加重复了。

### 1.3.2 输出波形仿真

## 1.4 锯齿波发生电路

### 1.4.1 理论分析

如图 17 所示是锯齿波发生电路的测试图，根据 1.2.1 一节的说明，我们设两个二极管的正向导通电压降为  $U_D$ ，可以根据电路图可以得到上升和下降的方程（ $R_1, R_2$  位置见图所示）

$$2U_T = T_- \frac{U_Z - U_D}{R_1 C}$$

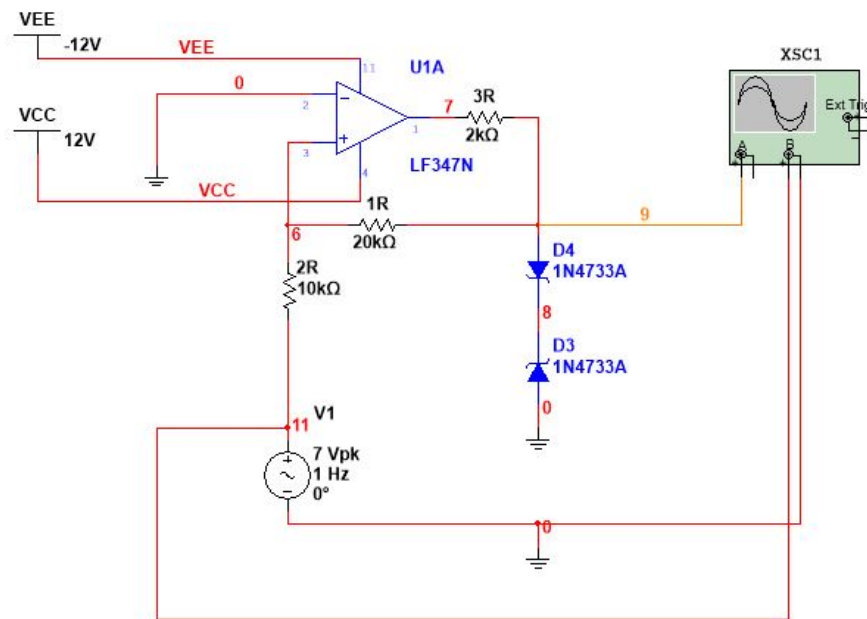


Fig. 15: 滞环特性电路

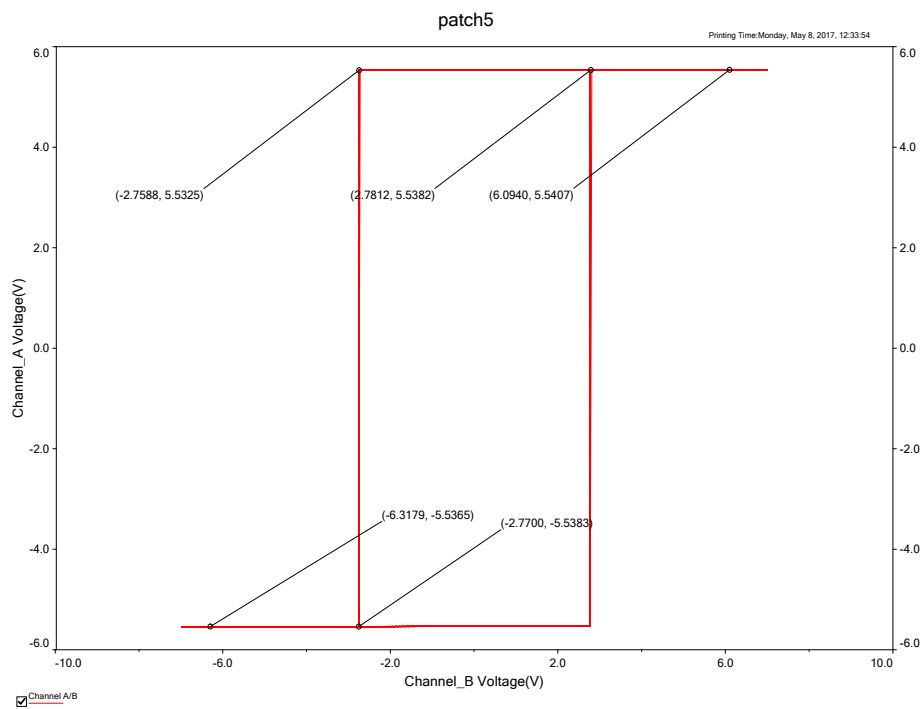


Fig. 16: 滞环特性输出波形



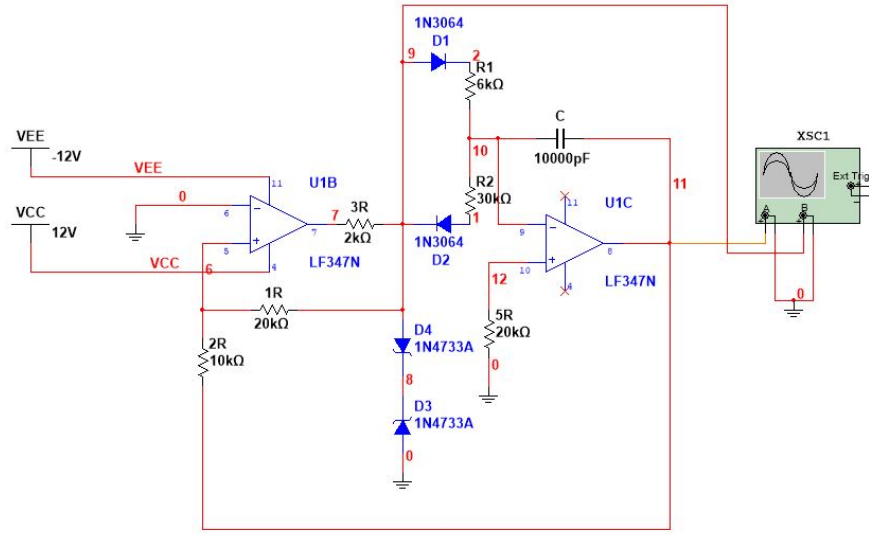


Fig. 17: 锯齿波发生电路

$$2U_T = T_+ \frac{U_Z - U_D}{R_2 C}$$

因此可以得到上升沿和下降沿时间

$$T_- = \frac{2U_T R_1 C}{U_Z - U_D}$$

$$T_+ = \frac{2U_T R_2 C}{U_Z - U_D}$$

需要锯齿波下降时间为上升时间的 20% 马上得到  $5R_1 = R_2$

同时要求电路周期不变, 得到

$$\frac{2U_T (R_1 + R_2) C}{U_Z - U_D} = 0.4 \text{ms}$$

可以迅速解得  $R_1 = 5.816 \text{k}\Omega$ , 进一步得到  $R_2 = 29.084 \text{k}\Omega$

具体选取  $R_1 = 6 \text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 30 \text{k}\Omega$

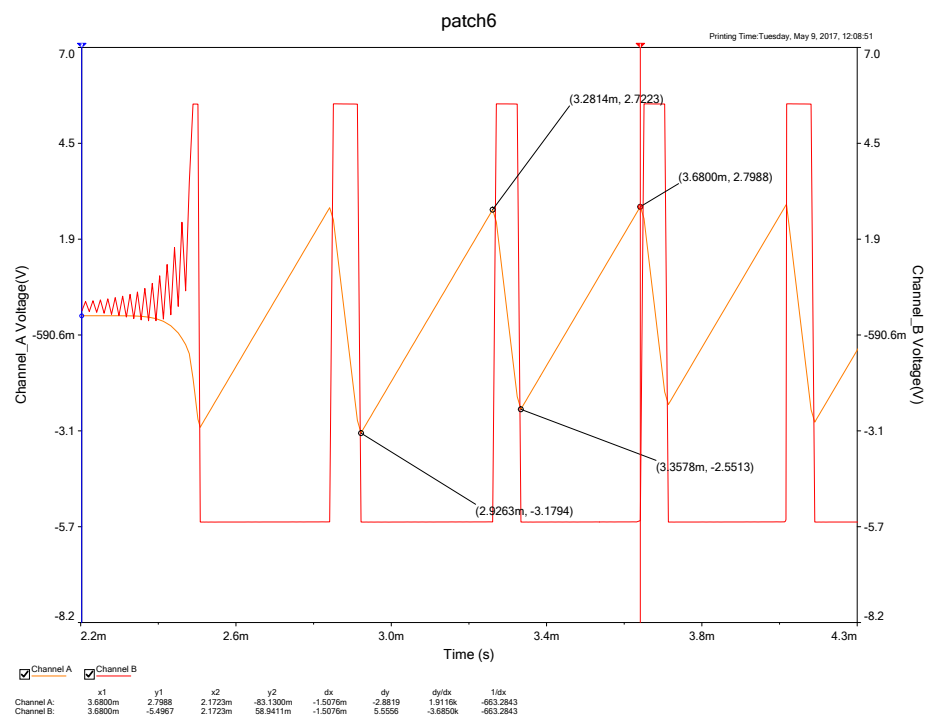


Fig. 18: 锯齿波发生电路输出波形

#### 1.4.2 输出波形仿真

## 2 实验数据记录

### 2.1 正弦波发生电路

### 2.2 方波——三角波发生电路

### 2.3 滞环特性电路的测试

### 2.4 锯齿波发生电路