

东南大学电工电子实验中心

实 验 报 告

课程名称： 模拟电子电路实验

第 7 次实验

实验名称： 2.7 波形产生电路的设计

院（系）： 自动化 专 业： 自动化

姓 名： 陈鲲龙 学 号： 08022311

实 验 室： 105 实验组别： 11

同组人员： _____ 实验时间： 2024 年 5 月 16 日

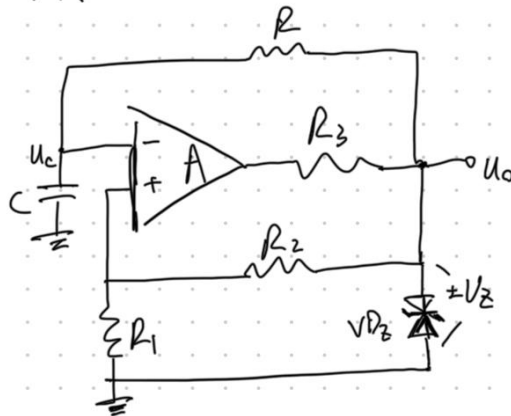
评定成绩： _____ 审阅教师： _____

一、实验目的

- (1) 了解运放在非正弦波产生电路方面的各种应用;
- (2) 掌握矩形波产生电路的基本结构和工作原理;
- (3) 掌握波形产生电路的输出幅度、周期等测量方式;
- (4) 掌握非正弦波产生电路的设计调试方法。

二、实验原理

本次必做实验主级
方波产生电路:



接电时,电容电压为0,运放在非线性区

若 $U_o = +V_Z$

$$\text{则 } U_+ = +V_Z \frac{R_1}{R_1 + R_2} = U_{TH}$$

U_o 为 $+V_Z$ 会对 C 充电, 时间 $\tau_1 = RC$

而当 U_c 升高到翻转电压 U_{TH} 时

比较器输出发生翻转 $U_o = -V_Z$

$$U_+ = -V_Z \frac{R_1}{R_1 + R_2} = U_{TL}$$

U_c 不跳变, 所以 C 在 $-V_Z$ 下放电

$$\tau_2 = \tau_1 = RC$$

U_c 下降到 U_{TL} 完成一个周期电平翻转

$$\text{方波周期 } T = 2RC \ln\left(1 + 2\frac{R_1}{R_2}\right)$$

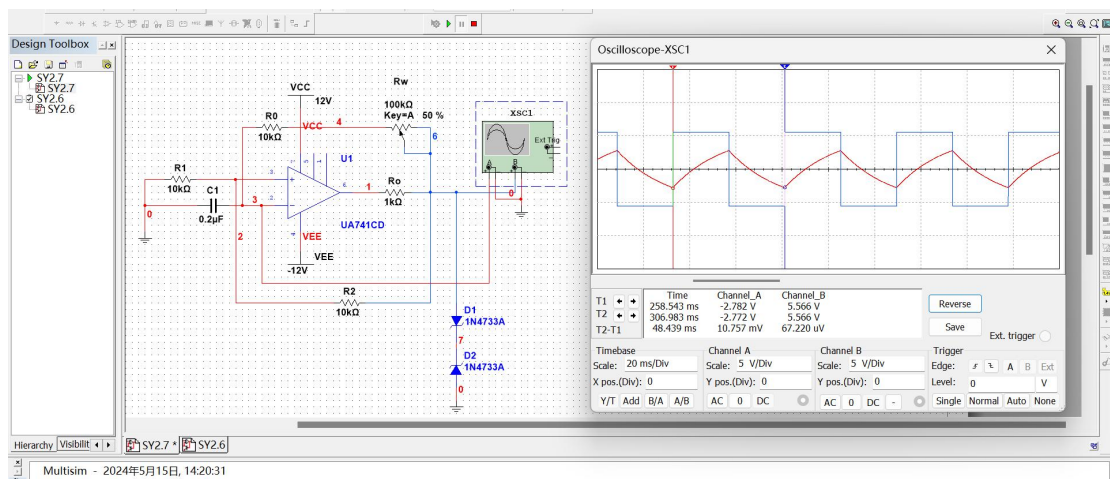
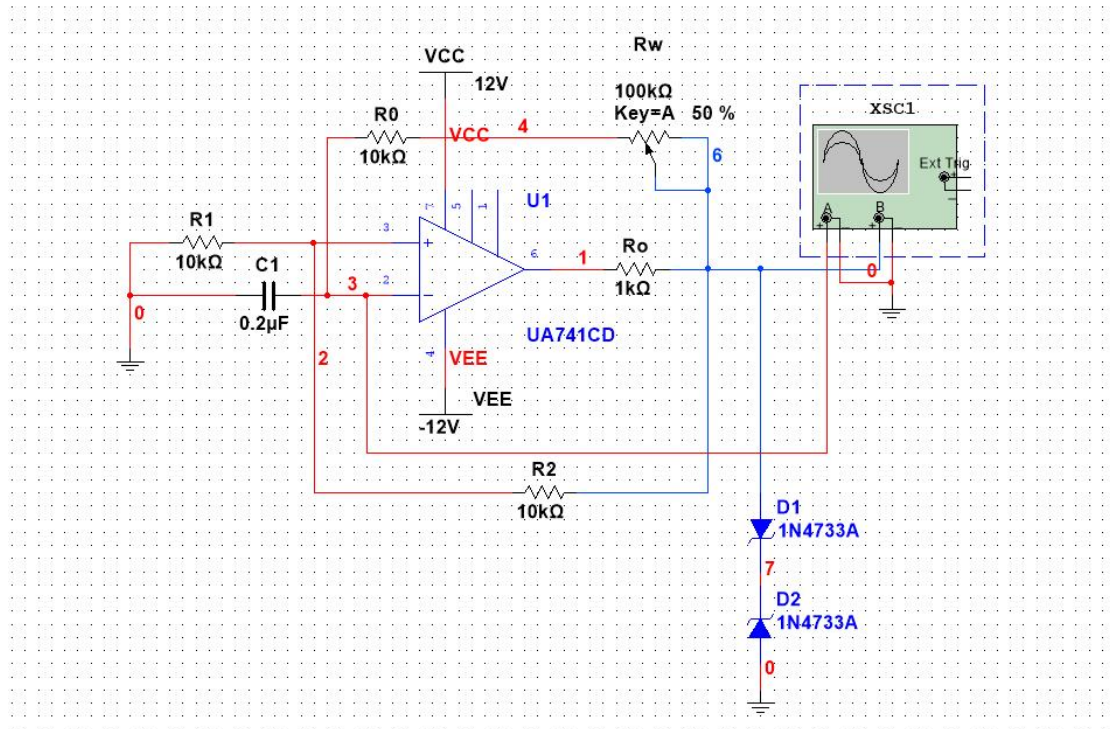
$$f = \frac{1}{T}$$

三、实验内容

必做实验部分：

1. 仿真实验：

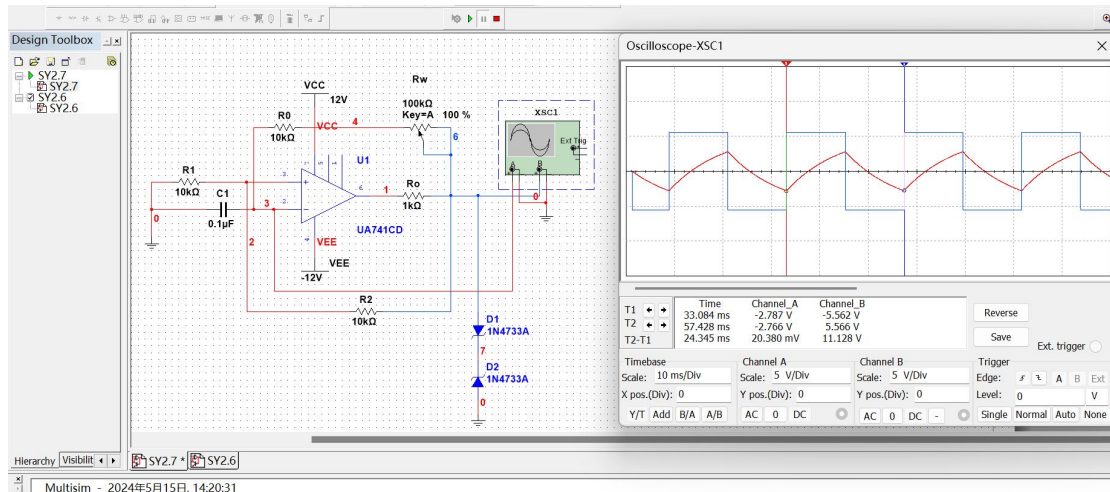
仿真电路连接：



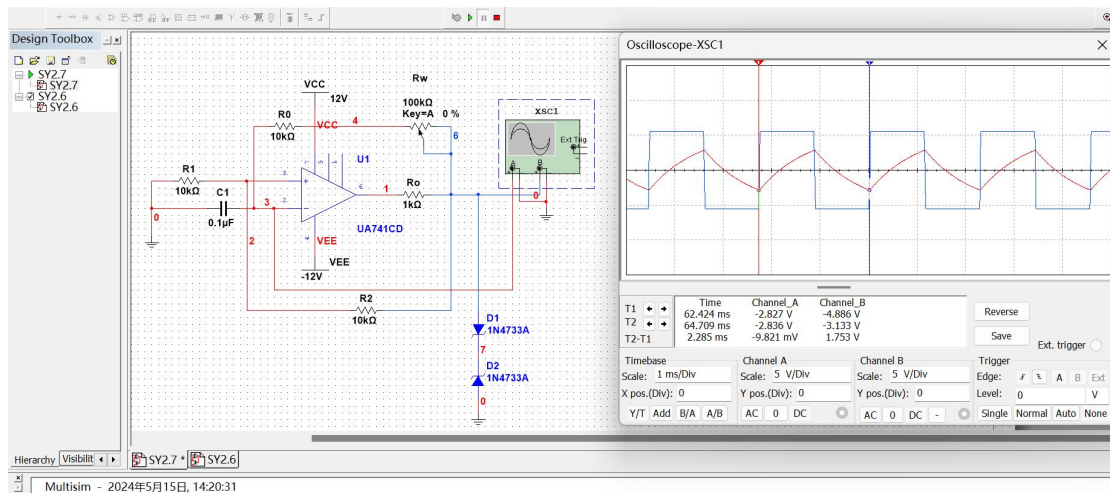
示波器输出波形与电容充放电波形大致符合理论预期，接下来具体分析。

(1) 观察波形并测量参数

$C=0.1 \mu F$, $R_w=100k \Omega$ 时，周期为 24.345ms



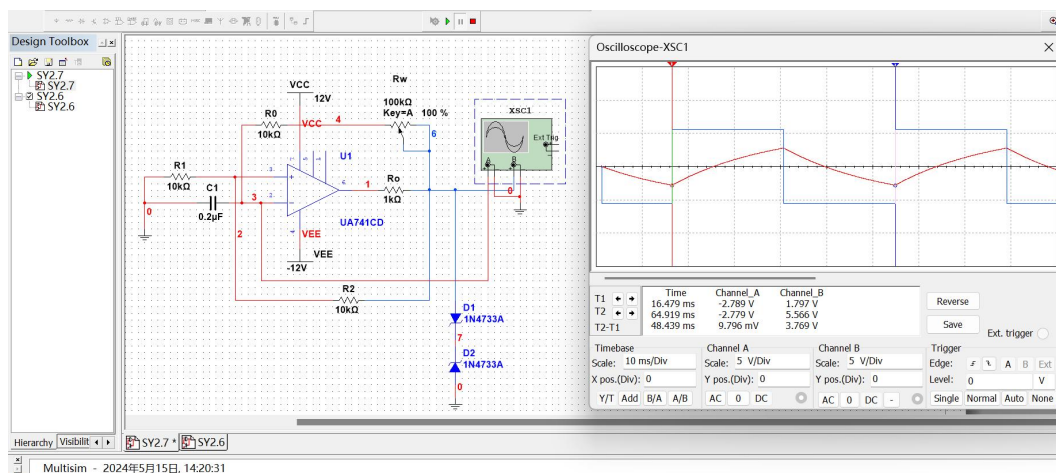
$C=0.1 \mu F$, $R_w=0k \Omega$ 时, 周期为 2.285ms



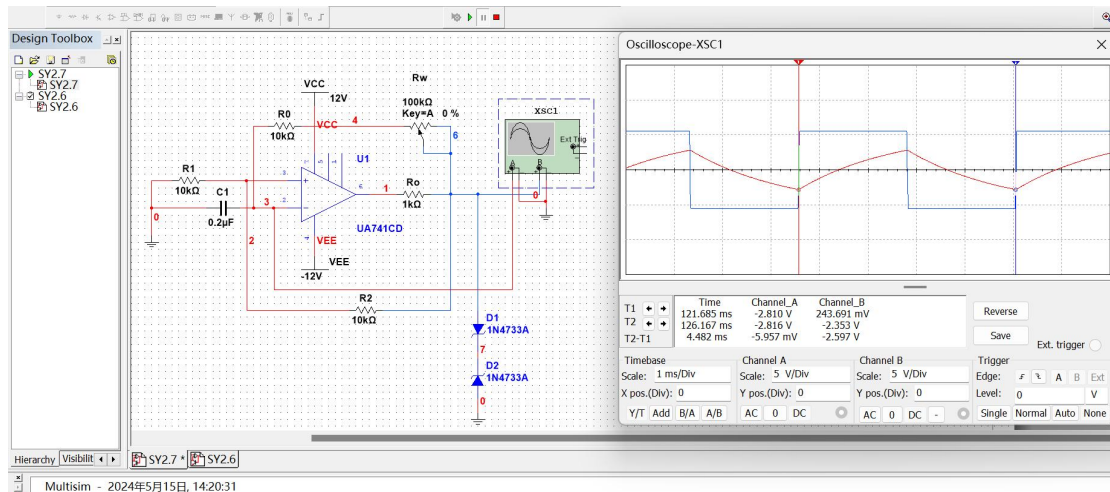
发现 R_w 越大则波形周期越大, 输出方波 V_{pp} 约为 5.5V, 电容充放电电压 V_{pp} 约为 2.8V, 两者大约为两倍关系也较为符合理论计算, 而在 R_w 为 0 时, 周期小, 频率大时, 发现可能是受转换速率的影响, 所以输出波形的方波在电平跳变时出现一定的倾斜。

(2) 电容值的变化对波形的影响

$C=0.2 \mu F$, $R_w=100k \Omega$ 时, 周期为 48.439ms



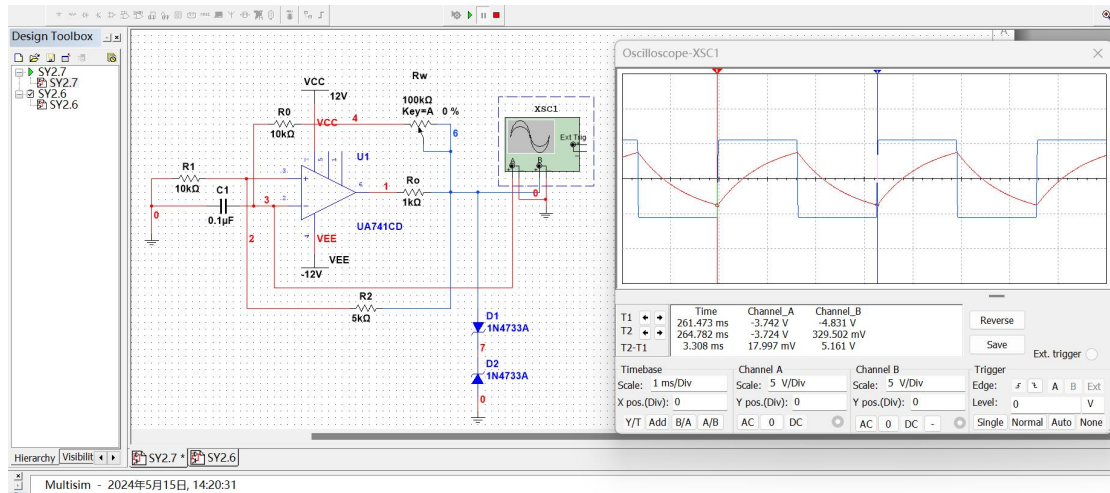
$C=0.2 \mu F$, $R_w=0k \Omega$ 时, 周期为 4.482ms



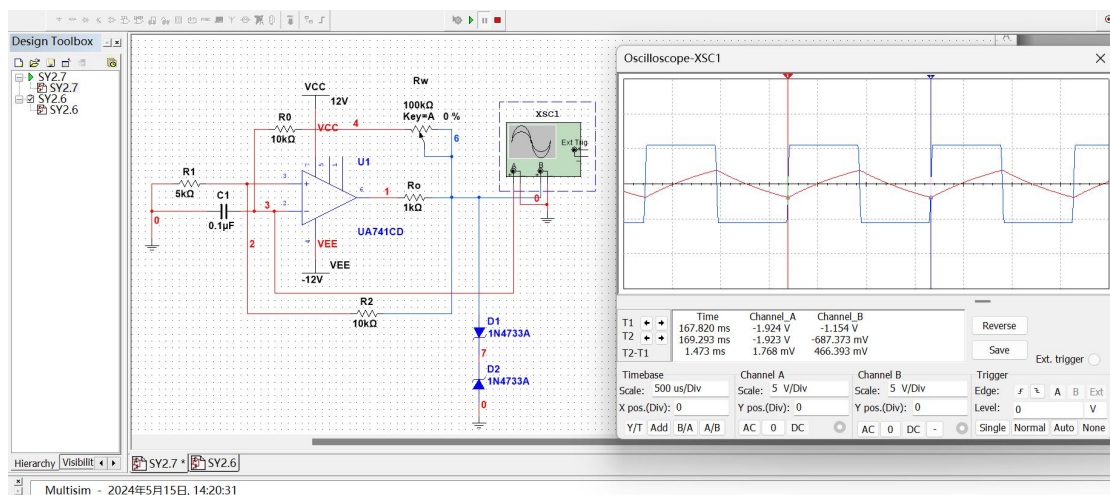
由公式 $T=2RC \ln(1+2R_1/R_2)$ ，可知电容变大一倍会让周期也变大一倍，与（1）中的数据对比，发现大致为 2 倍关系，符合理论预期。

（3）翻转点电压对波形的影响

$C=0.1 \mu F$ ， $R_w=0k \Omega$ 时， $R_1=10k \Omega$ ， $R_2=5k \Omega$ ，周期为 3.308ms



$C=0.1 \mu F$ ， $R_w=0k \Omega$ 时， $R_1=5k \Omega$ ， $R_2=10k \Omega$ ，周期为 1.473ms



可见翻转电压越大，周期越大。

2. 电路实验：

(1) 示波器测量波形及参数

C=0.1 μ F	Rw=0k Ω	Rw=100k Ω
uo	图 1	图 4
uc	图 2	图 5
u+	图 3	图 6
周期 T/ms	2.18	23.1
理论值周期 T'/ms	2.2	24.2

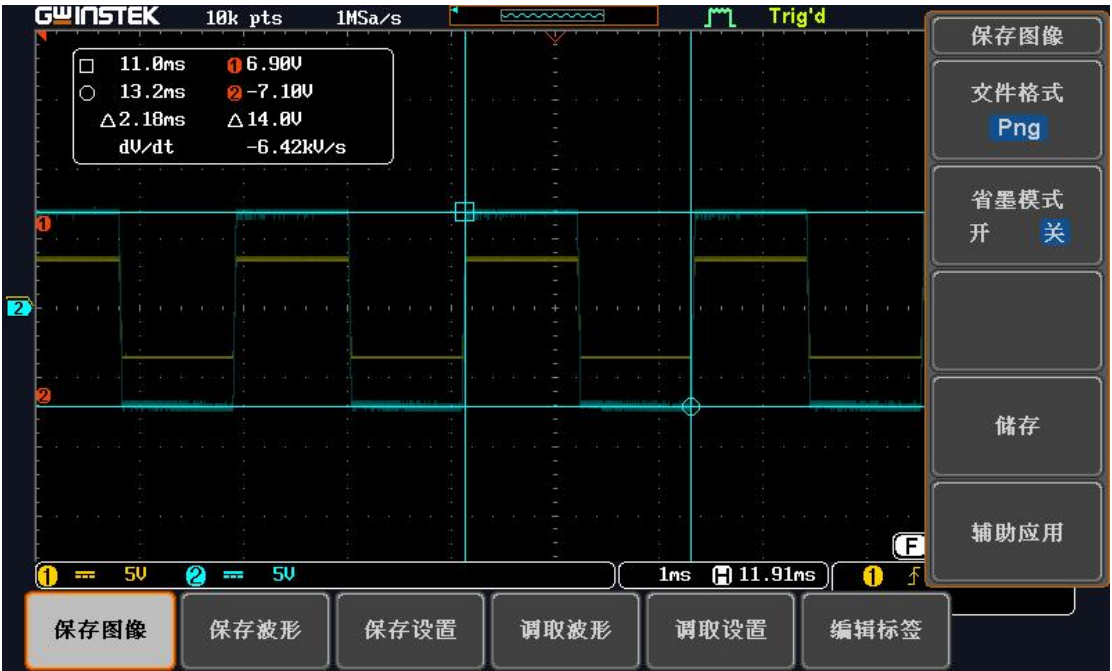


图 1

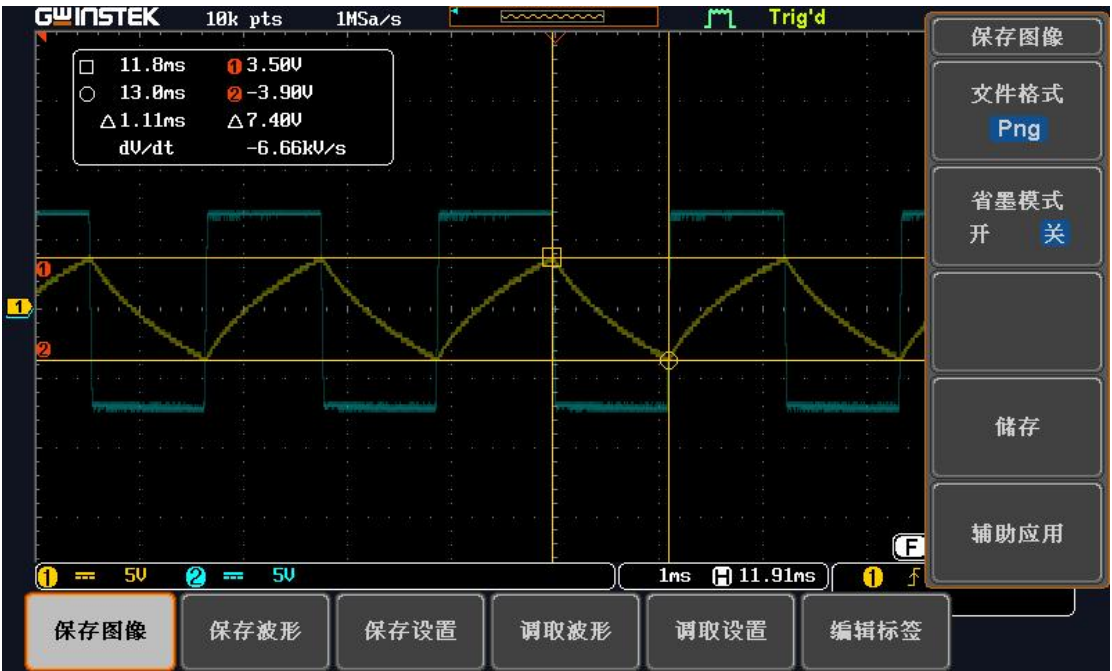


图 2

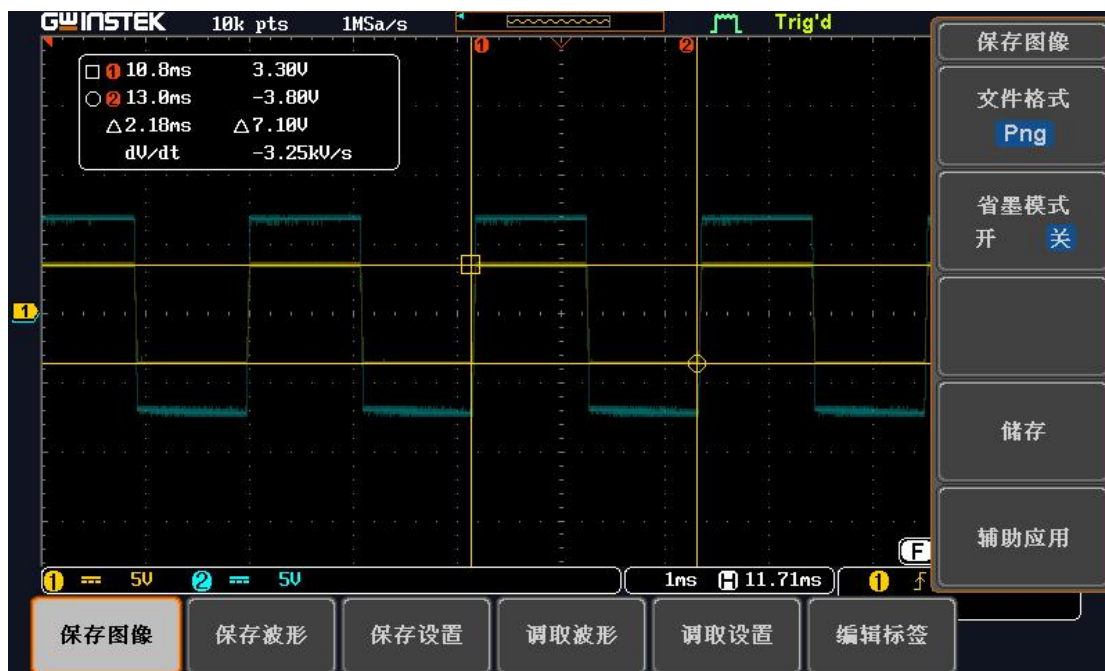


图 3

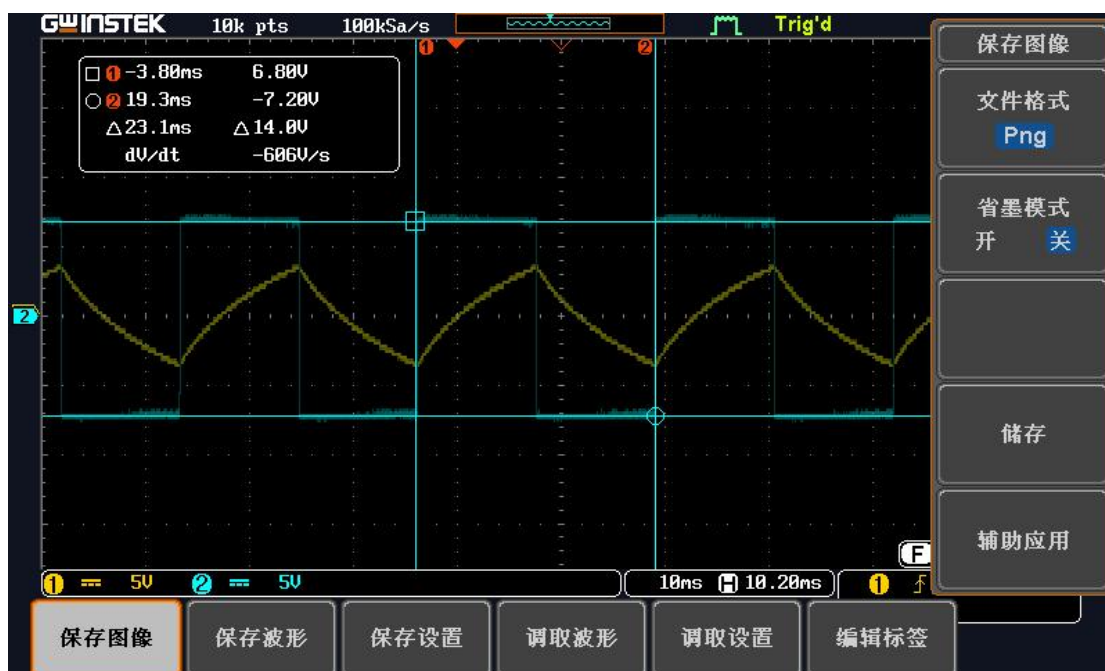


图 4

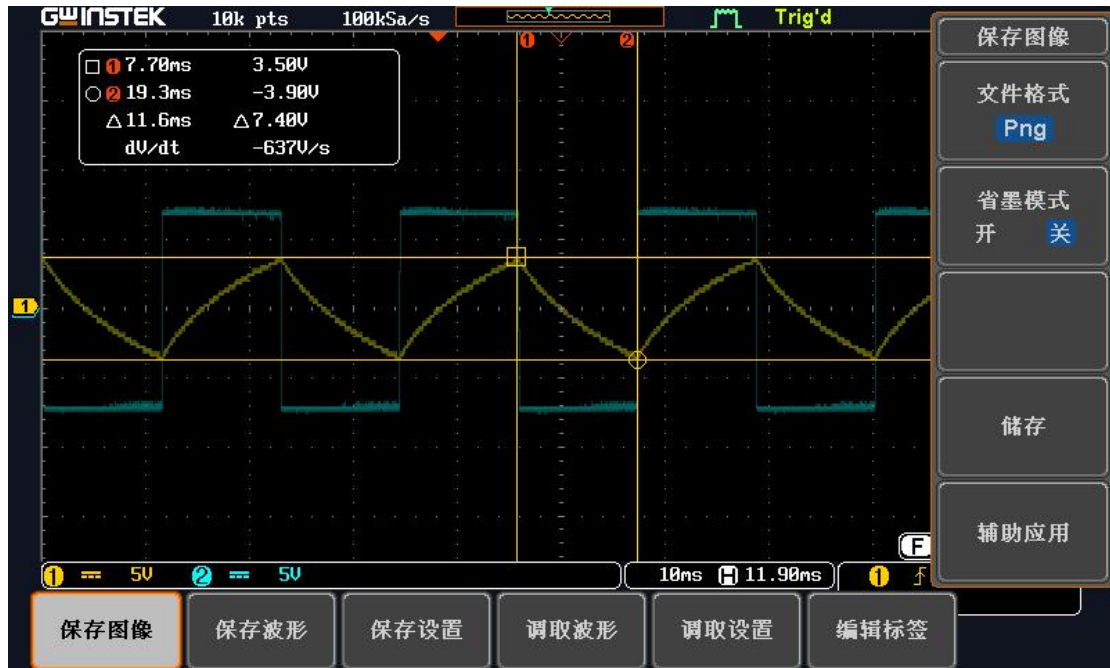


图 5

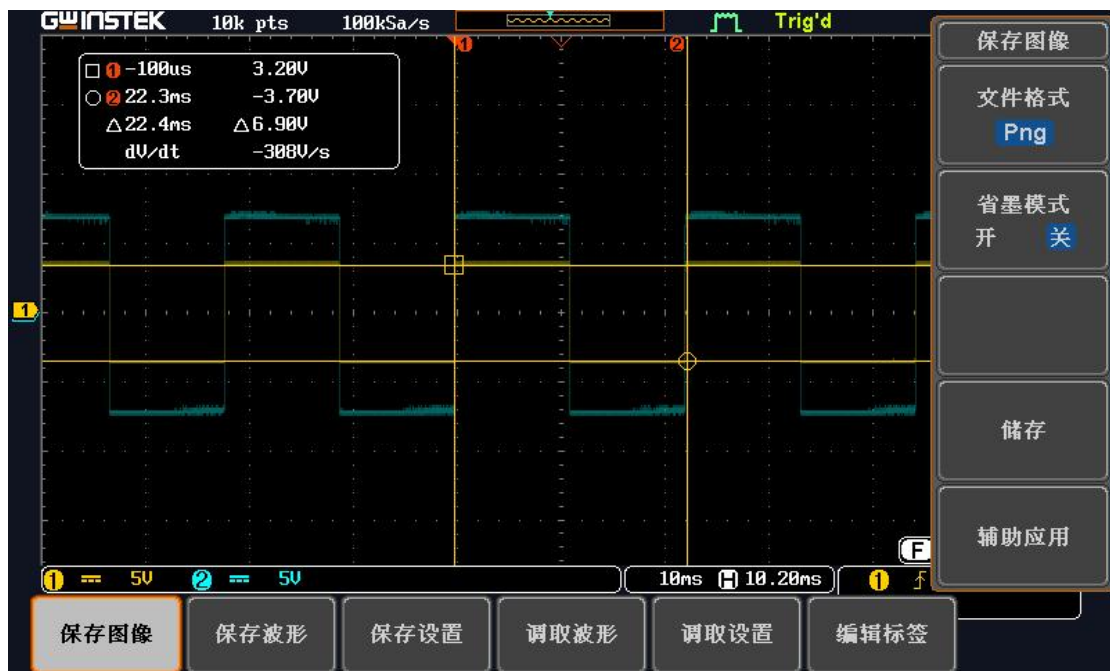


图 6

小结：实验现象基本符合理论值，实验正确，核心就是公式 $T=2RC*\ln(1+2*R1/R2)$ ，（1）中这里仅考虑 R 的改变的话，T 与 R 成正比关系。

(2) 调整电容值测量波形与参数变化

Rw=0k Ω	C=0.2 μ F	C=0.01 μ F
周期	4.48ms	294 μ s
理论值周期 T'	4.4ms	220 μ s
	图 7	图 8

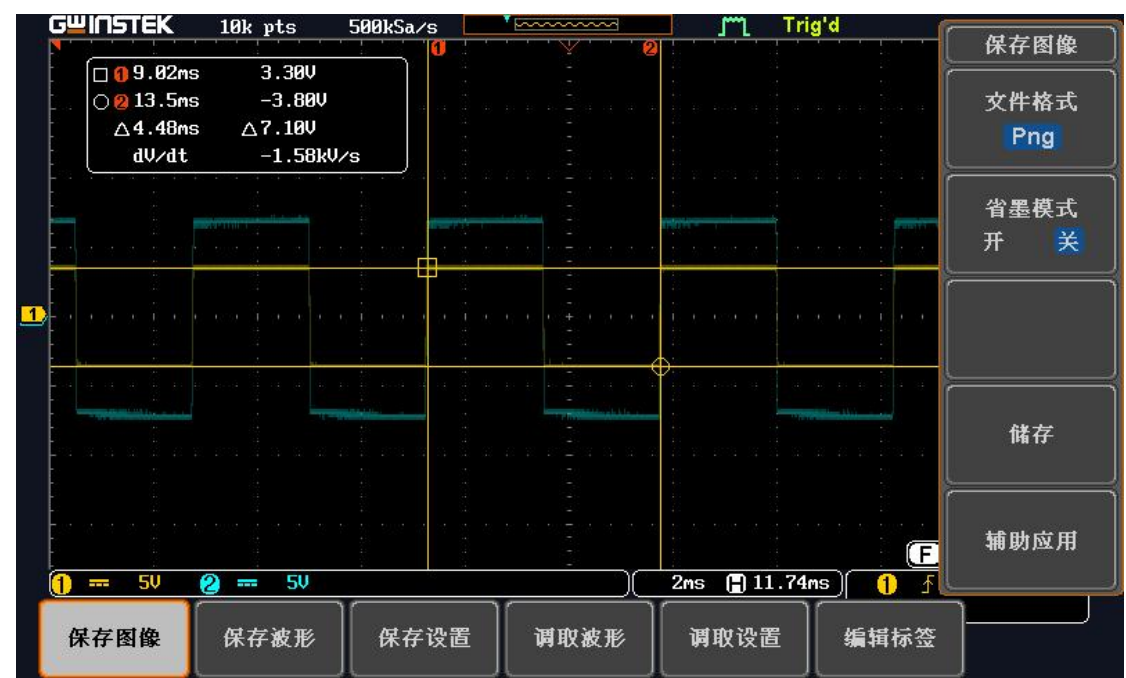


图 7

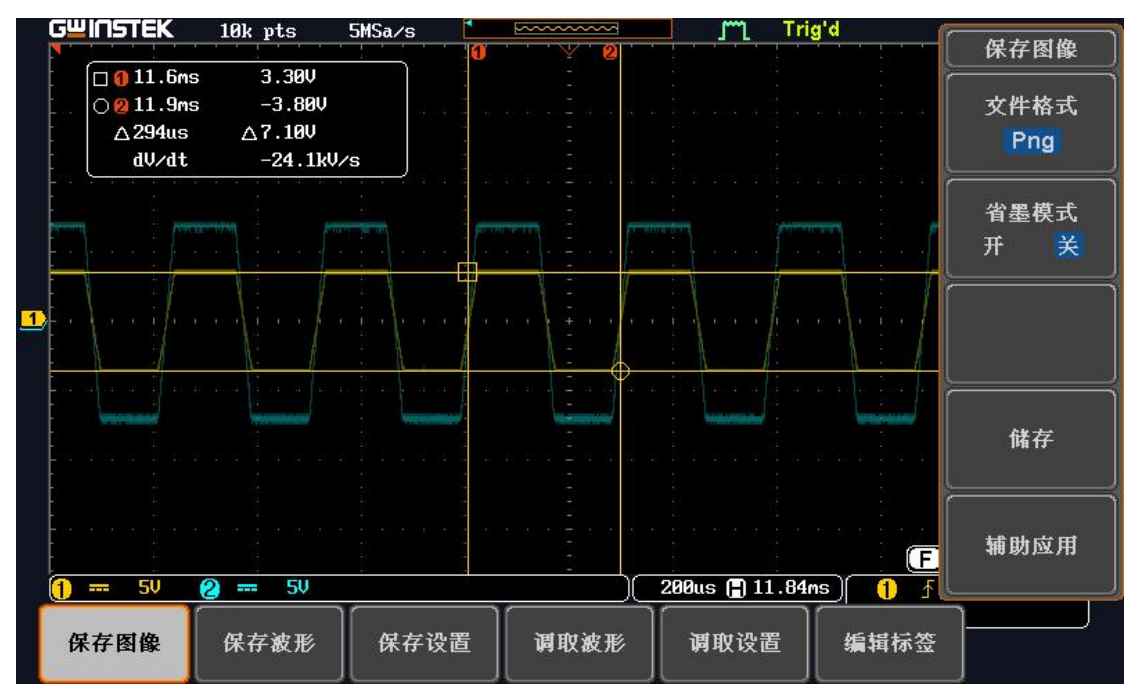


图 8

小结：实验现象基本符合理论值，实验正确，核心还是公式 $T=2RC*\ln(1+2*R1/R2)$ ，（2）中

这里仅考虑 C 的改变的话，T 与 C 成正比关系。

(3) 同相端电压值对波形的影响

	R1=10k Ω , R2=5k Ω	R2=10k Ω , R1=5k Ω
uo	图 9	图 12
uc	图 10	图 13
u+	图 11	图 14
周期 T/ms	3.05	1.49
理论值周期 T'/ms	3.22	1.39

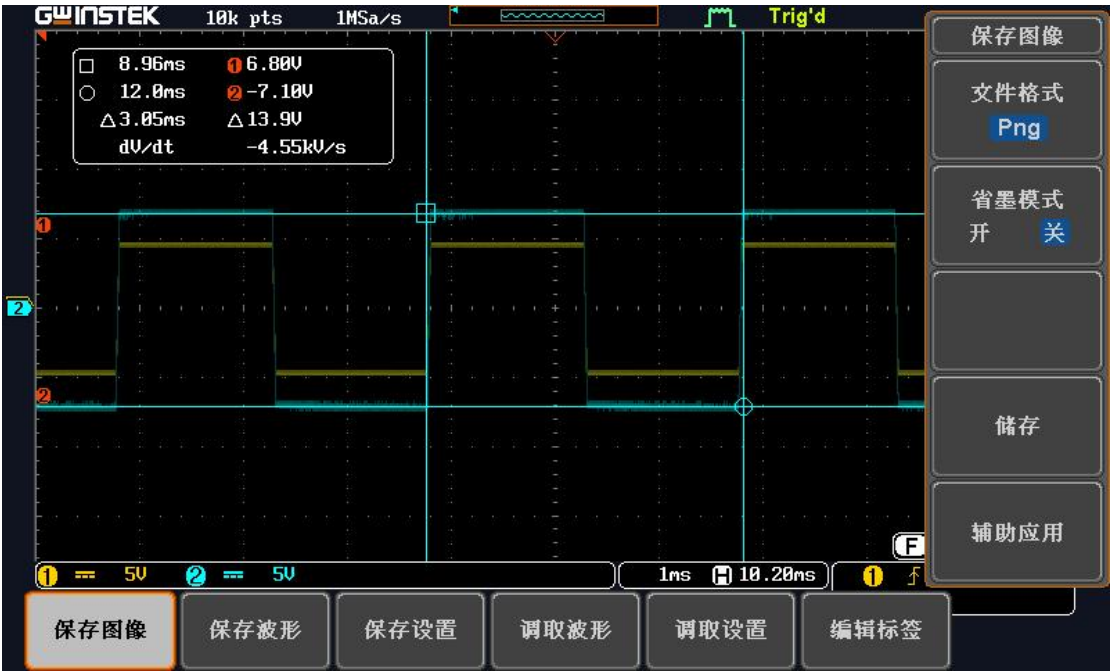


图 9

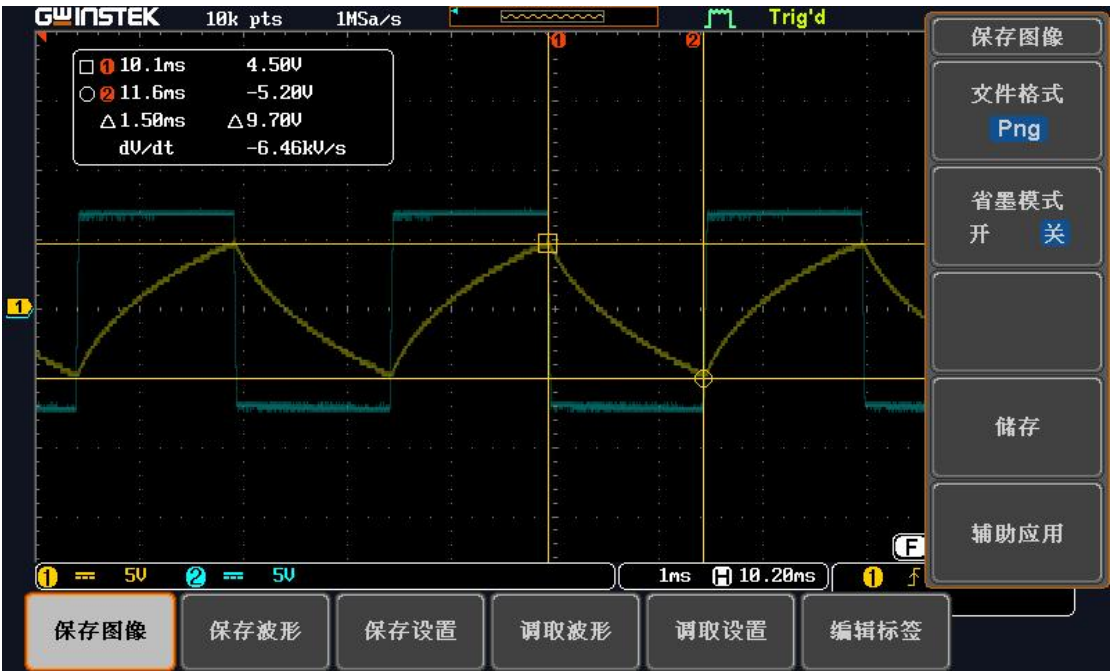


图 10

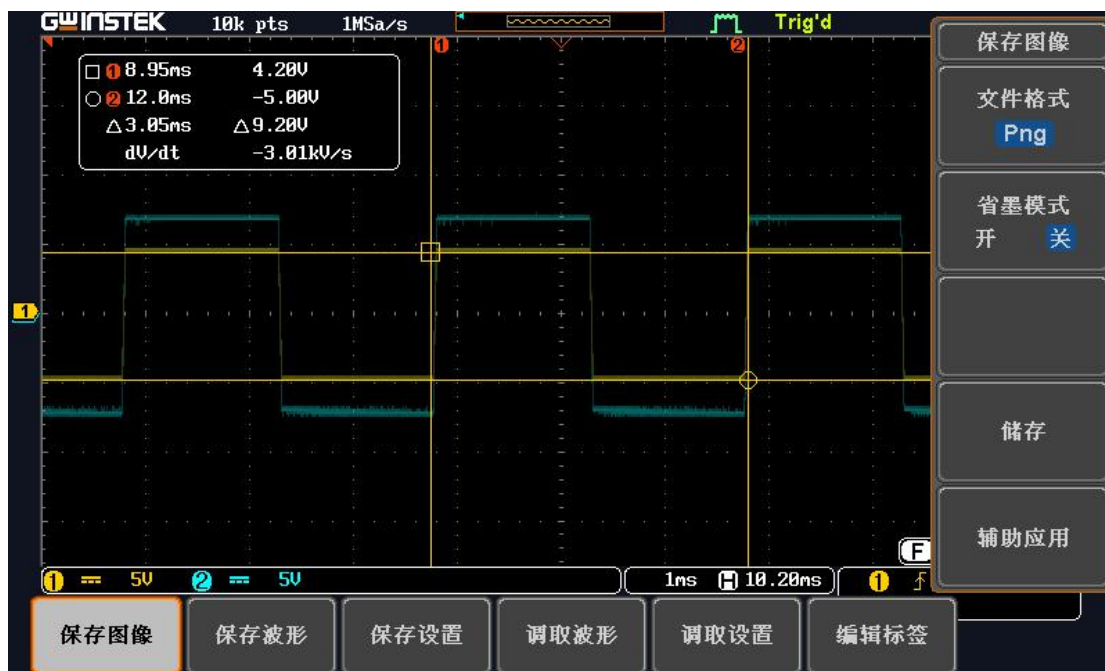


图 11

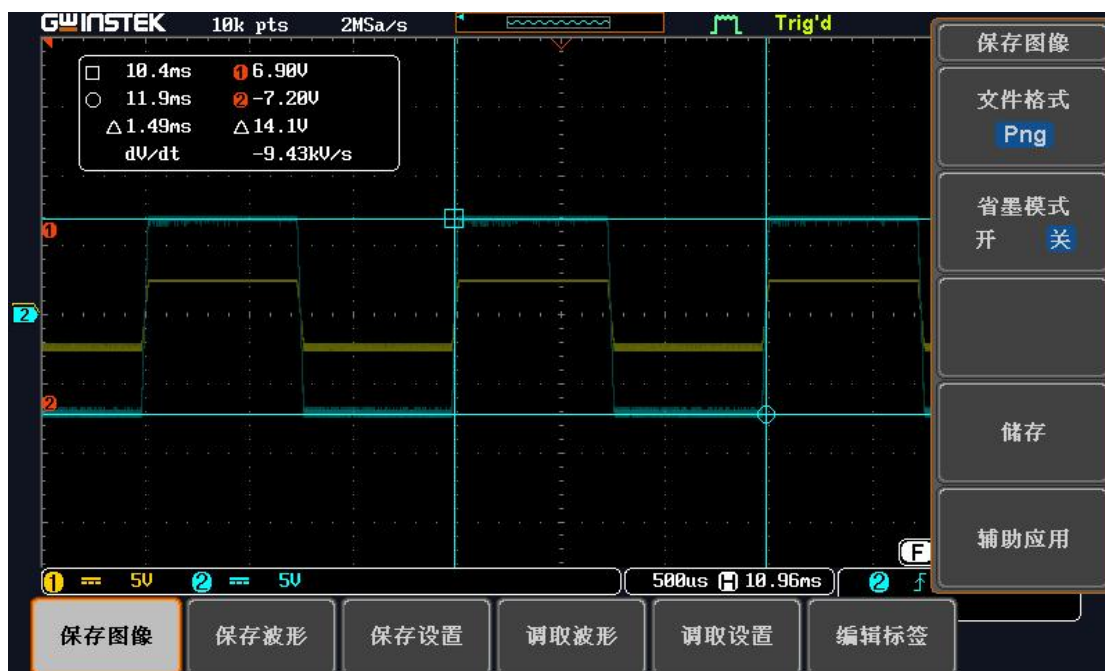


图 12

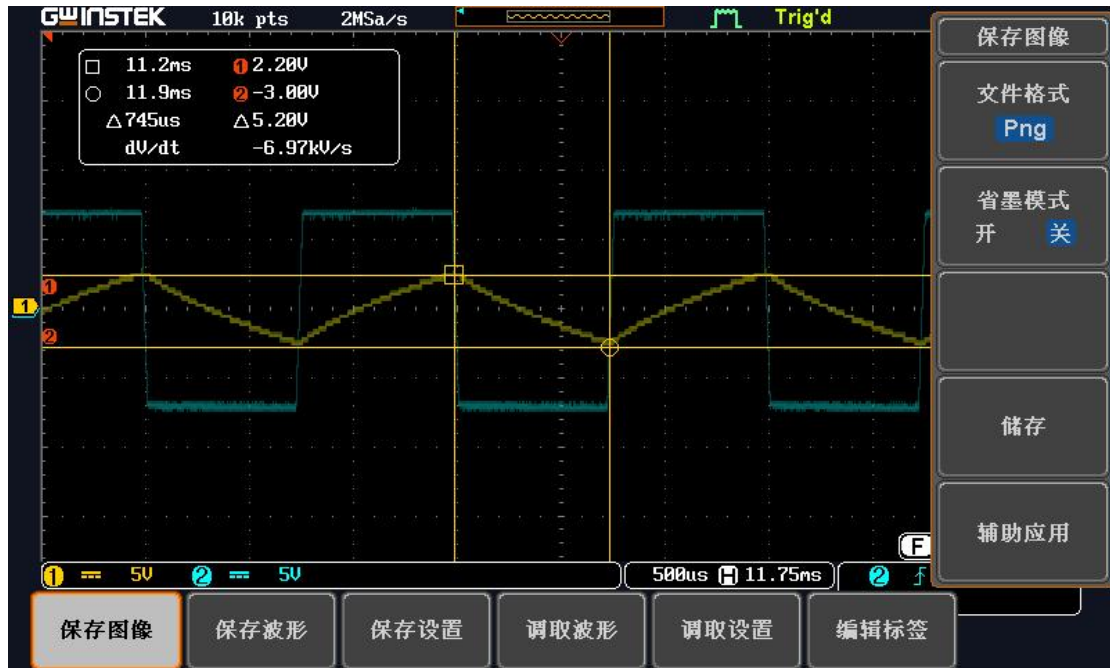


图 13

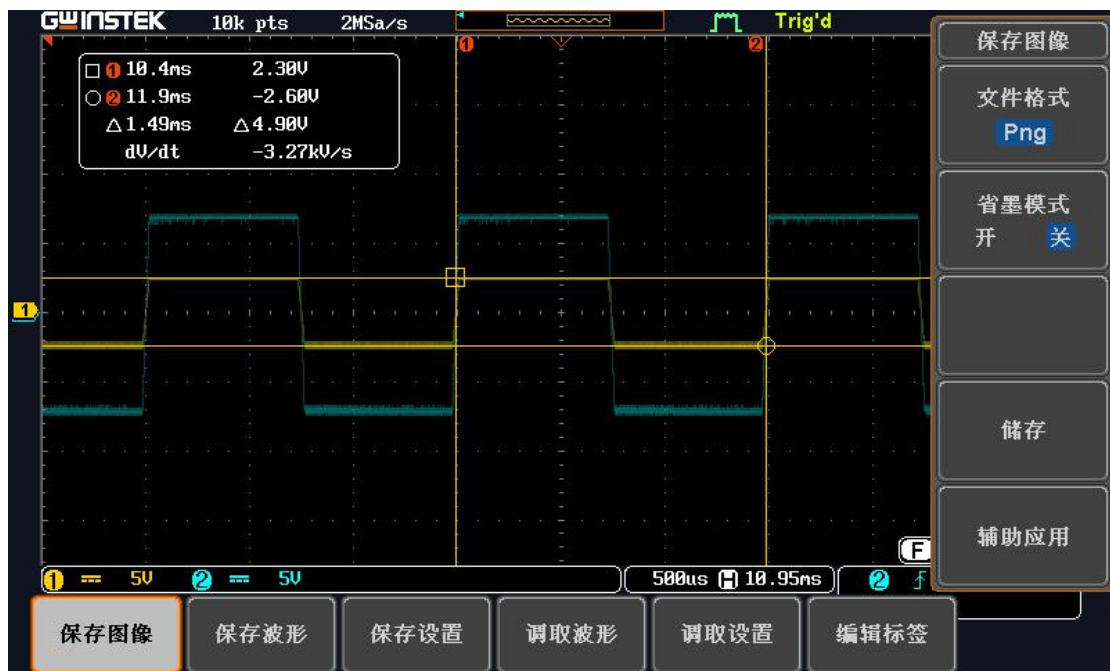


图 14

小结：实验现象基本符合理论值，实验正确，核心还是还是公式 $T=2RC \cdot \ln(1+2 \cdot R_1/R_2)$ ，(3) 中这里仅考虑 R_1/R_2 的改变的话， $R_1=10k\Omega$ ， $R_2=5k\Omega$ 时 $T=2 \cdot \ln(5)RC$ ， $R_1=5k\Omega$ ， $R_2=10k\Omega$ 时 $T=2 \cdot \ln(2)RC$ 。

四、实验总结

这次实验我学习的是波形产生电路，我只做了波做实验，其核心就是公式 $T=2RC*\ln(1+2*R1/R2)$ ，电路实验中我单独改变公式中各项值，并用波形验证了理论计算结果。

五、实验器材

E 派实验箱、示波器、信号源、稳压电源等

六、参考文献

《模拟电子电路实验》黄慧春 堵国梁 编著 东南大学出版社