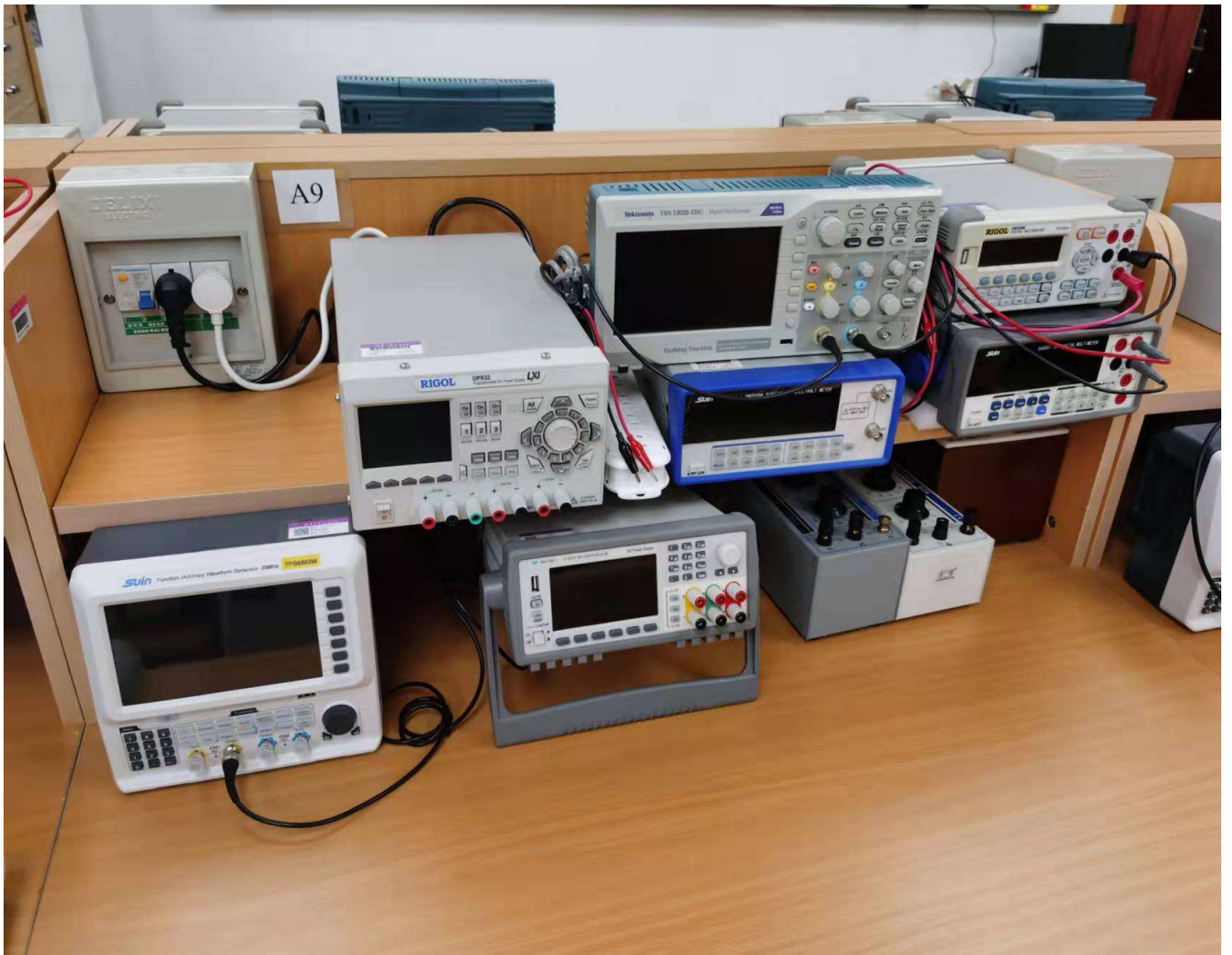


电路过渡过程实验报告



自动化系

李昭阳 2021013445

实验仪器与电路原理图

本次实验使用了信号发生器21035931、数字示波器15016590、电阻箱DZ-1402、电容箱DC-1618、十进电感箱03006964。并采用如下电路原理图1、图2、图3进行了多组电容、电阻条件下，输入电压（ U_i ）以及输出电压（ U_o ）关于时间 t 的变化关系。

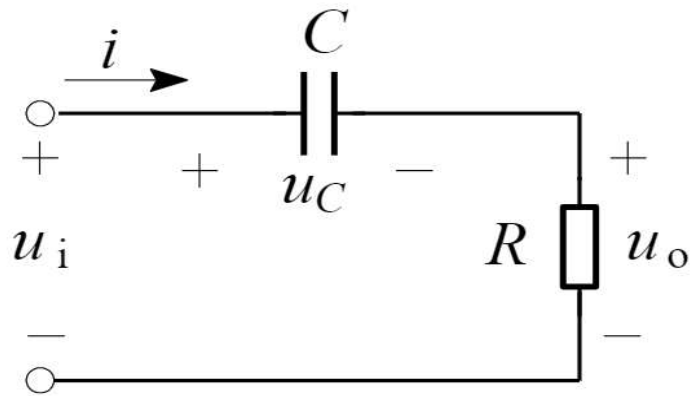


图1 微分电路

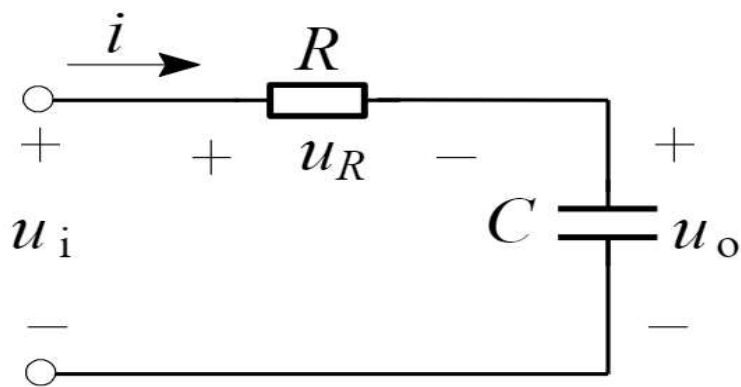


图2 积分电路

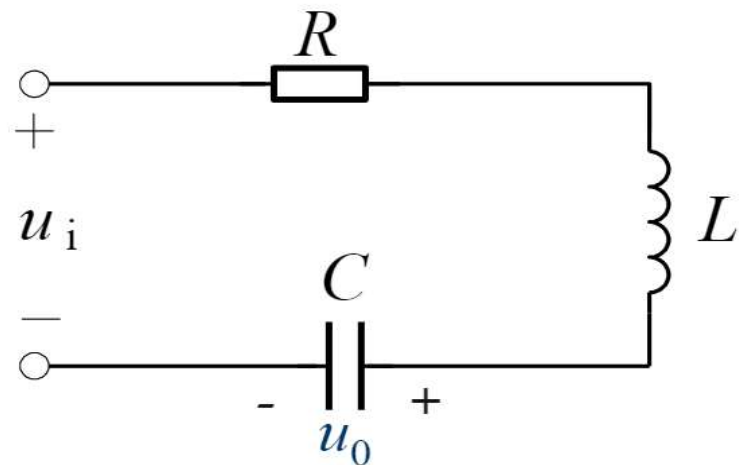
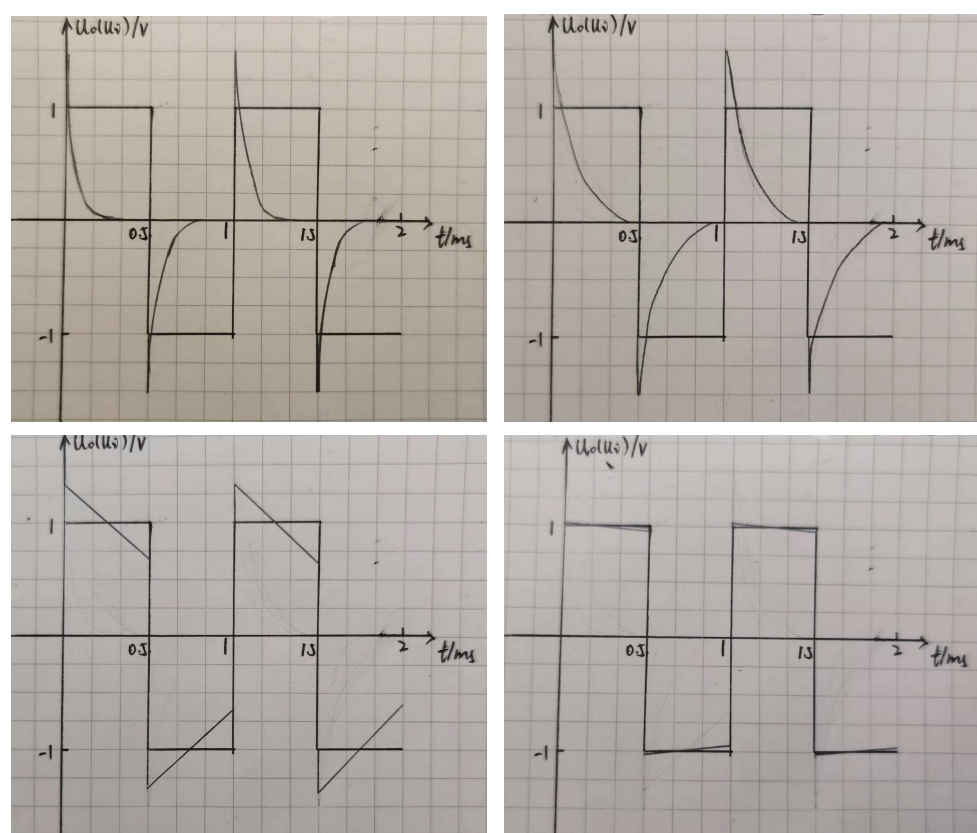


图 3 二阶振荡电路

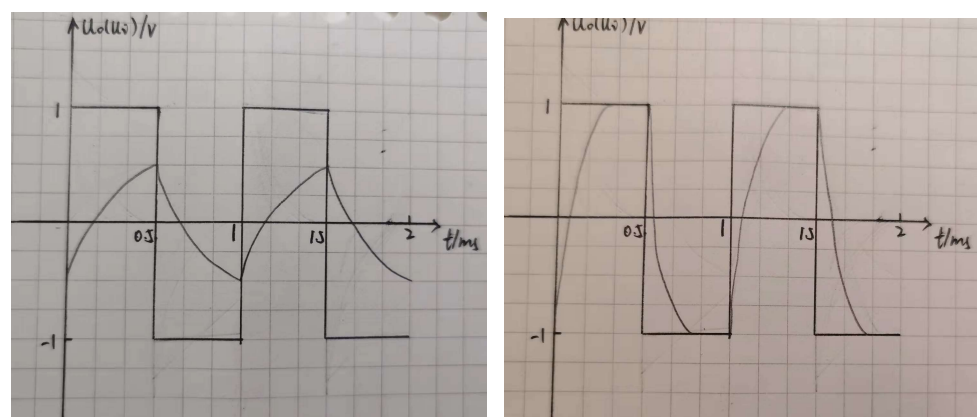
实验结果与分析

以下 $R = 10k\Omega$ ， $T = 1ms$ ，方波为 U_i 关于 t 的变化，其余波线为 U_0 关于 t 的变化。探究图1电路中不同 τ 下 U_0 - t 曲线的不同。



左上： $\tau = 0.02T$ 右上： $\tau = 0.1T$
左下： $\tau = T$ 右下： $\tau = 10T$

以下 $R = 10k\Omega$ ， $T = 1ms$ ，方波为 U_i 关于 t 的变化，其余波线为 U_0 关于 t 的变化。探究图2电路中不同 τ 下 U_0 - t 曲线的不同。



左图： $\tau = 5T$ 右图： $\tau = 0.1T$

微分电路和积分电路的区别

1. 微分电路可以使输入方波转换成尖脉冲波

积分电路可以使输入方波转换成三角波或者谐波

2. 微分电路测量电阻两端电压作为输出

积分电路测量电容两端电压作为输出

3. 微分电路 $\tau \leq 1/10T$ 时效果明显

积分电路通常在 $\tau \geq 5T$ 时效果更有效

4. 微分电路输出和输入之间存在微分关系，即 $U_0 = RC \frac{dU_i}{dt}$

积分电路输出与输入之间存在积分关系，即 $U_0 = \frac{1}{RC} \int U_R dt$

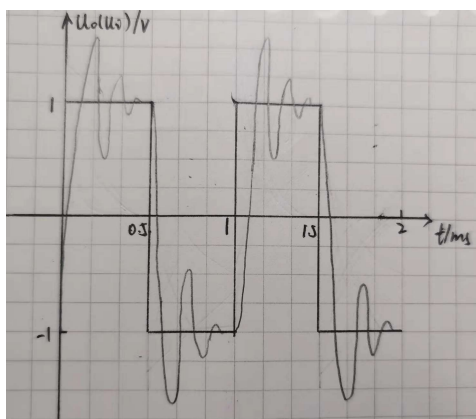
差异分析

在预习时，实验任务（1）中要求画出 $\tau = 0.02T$ 的图像，我画出曲线的起始值与方波函数的最大值，但在实验过程中，示波器显示的波形起始值小于方波函数的最大值；同时在 $\tau = 10T$ 时，我画出的曲线与指数函数颇为相似，但在实验过程中，示波器所显示的波形与方波更为接近。

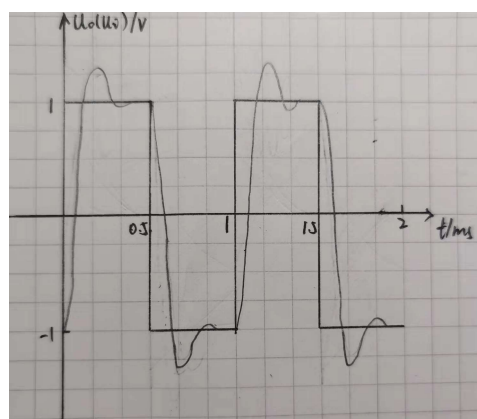
第一个差异的产生与不停换路有关。在电容零状态时， $U_0 = U_i$ ，但在第一次换路时， $U_c(0^+) \neq 0$ ，导致换路后的初值不为 U_i ，此后这个差异逐渐变大直到一段时间之后达到较稳定状态。

第二个差异产生与我的作图精度有关，当 τ 越大时， U_0 关于 t 的表达式中 e 的指数越小，则其导数的绝对值越小，即图像斜率小。故在 $\tau = 10T$ 时，函数曲线的变化很小，近似于方波。

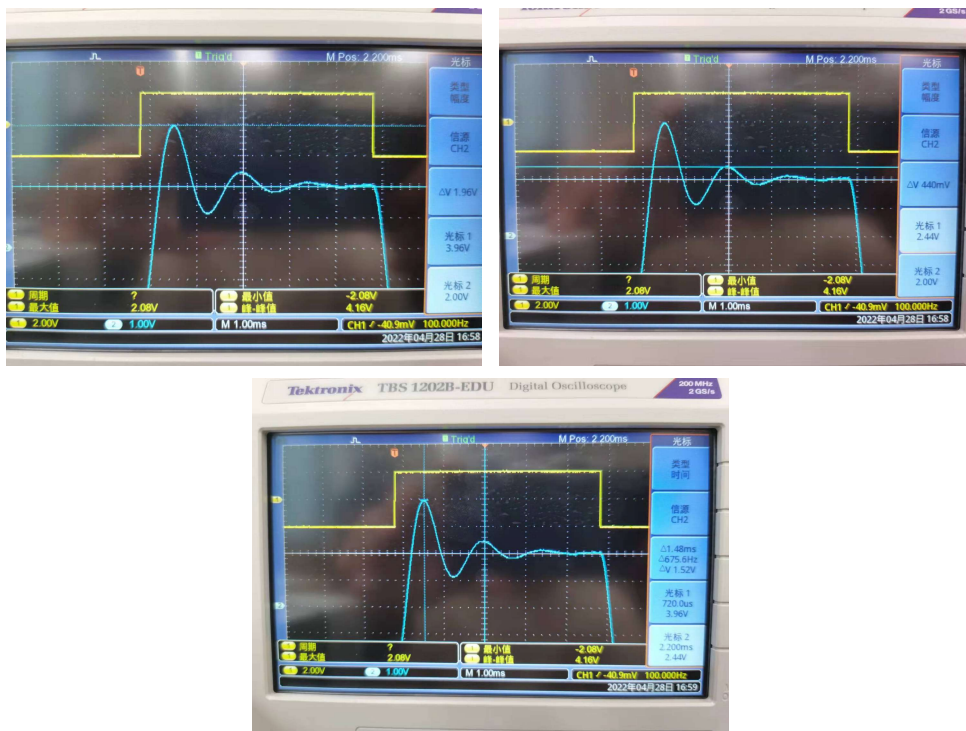
实验三数据分析



左图： $R = 1K\Omega$



右图： $R = 6K\Omega$



数据点记录原始数据

由于 $f(x) = Ae^{-\delta T} \sin(\omega_d t + \Theta)$, 则 $\delta = \frac{1}{T} \ln(\frac{U_{m1}}{U_{m2}})$, $\omega_d = \frac{2\pi}{T}$, 代入实验数据可得

$$\delta = \frac{1}{1.48} \ln\left(\frac{1.96}{0.44}\right) \times 10^3 = 1.01 \times 10^3$$

$$\omega_d = \frac{2\pi}{2.2 - 0.72} \times 10^3 = 4.25 \times 10^3$$

理论中 $\delta = \frac{R}{2L}$, $\omega_d = \sqrt{(\frac{1}{LC})^2 - (\frac{R}{2L})^2}$, 则

$$\delta = \frac{1000}{2 \times 0.5} = 1.00 \times 10^3$$

$$\omega_d = \sqrt{(\frac{1}{0.5 \times 10^{-7}})^2 - (\frac{1000}{2 \times 0.5})^2} = 4.36 \times 10^3$$

在误差允许的范围內, 可以认为实验数据所得 δ 、 ω_d 与理论计算 δ 、 ω_d 相等

思考题

图3所示电容电感串联电路

当 $\frac{L}{C}$ 固定时, R 越小, 其电路响应振荡衰减性质越明显: 若 $R = 0$, 则电路具有振荡衰减的性质, 且其衰减系数为0、振荡衰减角频率等于其自由振荡角频率; 若 $0 < R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, 则电路具有振荡衰减的性质, 其振荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小; 若 $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, 则电路响应刚好没有振荡衰减性质; 若 $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, 则电路响应完全没有振荡衰减性质, 响应曲线呈非周期变化。

当 $\frac{4L}{R^2}$ 不变且均不为0时，C越小，电路响应的震荡衰减性质越明显：若 $0 < C < \frac{4L}{R^2}$ ，则电路具有震荡衰减的性质，其震荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小；若 $C = \frac{4L}{R^2}$ ，则电路响应刚好没有震荡衰减性质；若 $C > \frac{4L}{R^2}$ ，则电路响应完全没有震荡衰减性质，响应曲线呈非周期变化。

当 $\frac{CR^2}{4}$ 不变且均不为0时，L越大，电路响应的震荡衰减性质越明显：若 $0 < L < \frac{CR^2}{4}$ ，则电路响应完全没有震荡衰减性质，响应曲线呈非周期变化；若 $L = \frac{CR^2}{4}$ ，则电路响应刚好没有震荡衰减性质；若 $L > \frac{CR^2}{4}$ ，则电路具有震荡衰减的性质，其震荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小。

电感电容并联二阶电路

当 $\frac{L}{C}$ 固定时，R越大，其电路响应震荡衰减性质越明显：若 $0 < R < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ ，则电路响应完全没有震荡衰减性质，响应曲线呈非周期变化；若 $R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ ，则电路响应刚好没有震荡衰减性质；若 $R > \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$ ，则电路具有震荡衰减的性质，其震荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小。

当 $\frac{L}{4R^2}$ 不变且均不为0时，C越大，电路响应的震荡衰减性质越明显：若 $0 < C < \frac{L}{4R^2}$ ，则电路响应完全没有震荡衰减性质，响应曲线呈非周期变化；若 $C = \frac{L}{4R^2}$ ，则电路响应刚好没有震荡衰减性质；若 $C > \frac{L}{4R^2}$ ，则电路具有震荡衰减的性质，其震荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小。

当 $4CR^2$ 不变且均不为0时，L越小，电路响应的震荡衰减性质越明显：若 $0 < L < 4CR^2$ ，则电路具有震荡衰减的性质，其震荡衰减角频率随着衰减系数的增大而减小；若 $L = 4CR^2$ ，则电路响应刚好没有震荡衰减性质；若 $L > 4CR^2$ ，则电路响应完全没有震荡衰减性质，响应曲线呈非周期变化。

实验结论

1. 微分电路可以使输入方波转换成尖脉冲波。在 $R = 10k\Omega$ ， $T = 1ms$ 条件下， τ 越小，其将方波转化为尖脉冲波的效果越明显，当 $\tau \geq 10T$ 时，转化效果极弱，可以近似为方波。

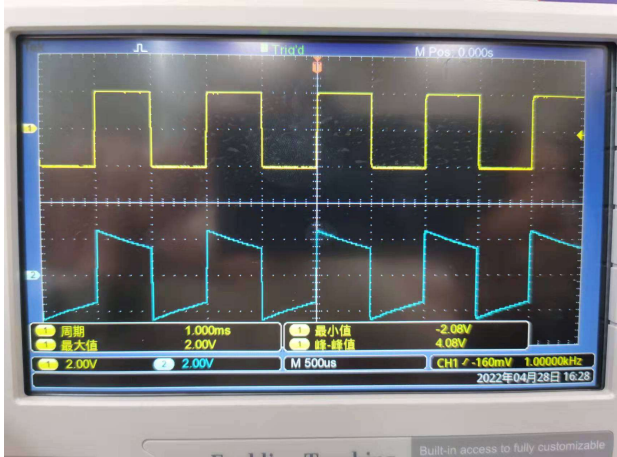
2. 积分电路可以使输入方波转换成三角波或者谐波。在 $R = 10k\Omega$ ， $T = 1ms$ 条件下， τ 越大，其将输出波形越相似于三角波，当 $\tau \leq 0.1T$ 时，转化为谐波效果极弱，可以近似为方波。

反思

本次实验中，各项任务都取得了较好的结果且各个结果都较易于分析，同时实验时长也比预期减少，说明我对电路愈加熟悉。但在实验过程中出现了少许线路接线失误以及示波器使用不熟练的问题，其原因大抵是我预习未深究，以至没有完全熟悉实验内容。在今

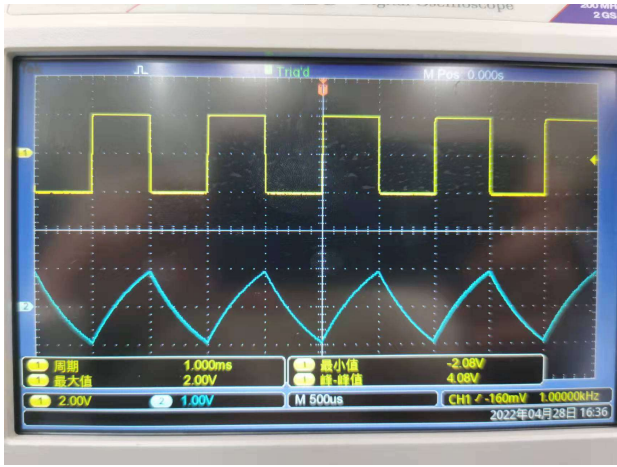
后的实验中，我将提前进行更为详细的预习，并且在实验过程中更加谨慎，以保证实验安全且准确。

附录：实验原始数据及预习作业



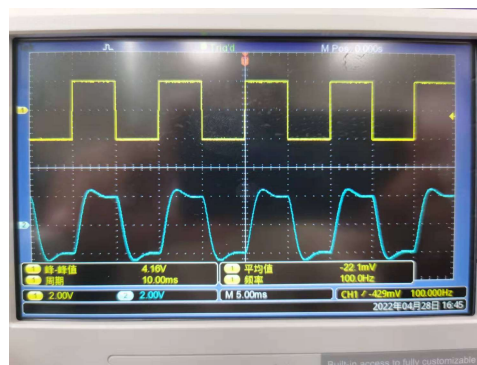
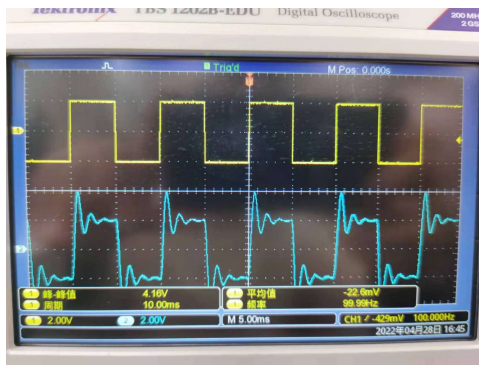
实验一

左上： $\tau = 0.02T$ 右上： $\tau = 0.1T$
左下： $\tau = T$ 右下： $\tau = 10T$



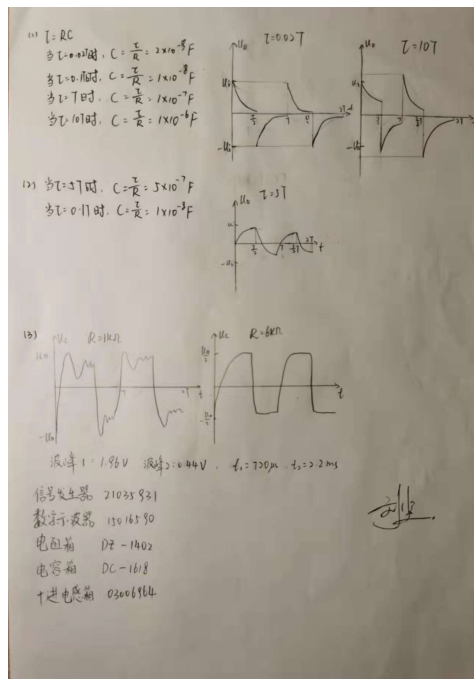
实验二

左图： $\tau = 5T$ 右图： $\tau = 0.1T$



实验三

左图: $\tau = 5T$ 右图: $\tau = 0.1T$



预习作业