

实验五 一阶电路的响应

南开大学电子信息实验教学中心

一、实验目的

- 1、测定RC一阶电路的零输入响应，零状态响应及完全响应。
- 2、学习电路时间常数的测定方法。
- 3、掌握有关微分电路和积分电路的概念。
- 4、学会用示波器测绘图形。

二、实验原理

动态网络的过渡过程是十分短暂的单次变化过程。要用普通示波器观察过渡过程和测量有关的参数，就必须使这种单次变化的过程重复出现。为此，我们利用信号发生器输出的方波来模拟激励信号，即利用方波输出的上升沿作为零状态响应的起始时刻；利用方波的下降沿作为零输入响应的起始时刻。只要选择方波的重复周期远大于电路的时间常数 τ ，那么电路在这样的方波序列脉冲信号的激励下，它的响应就和直流电路中开关的接通与断开的过渡过程是基本相同的。

二、实验原理

图(1)所示的RC一阶电路，零输入响应如图(2)，零状态响应如图(3)，分别按指数规律进行衰减和增长，其变化的快慢决定于电路的时间常数 τ 。

根据一阶微分方程的求解得知： $u_C = U_m e^{-t/RC} = U_m e^{-t/\tau}$

当 $t = \tau$ 时， $u_C(\tau) = 0.368U_m$ 。此时所对应的时间就等于 τ ，如图(2)所示。

τ 亦可用零状态响应波形来测得，即由0增加到 $0.632U_m$ 所对应的时间，如图(3)所示。

二、实验原理

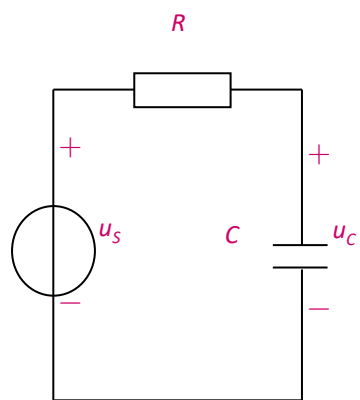
图(1)所示的RC一阶电路，零输入响应如图(2)，零状态响应如图(3)，分别按指数规律进行衰减和增长，其变化的快慢决定于电路的时间常数 τ 。

根据一阶微分方程的求解得知： $u_C = U_m e^{-t/RC} = U_m e^{-t/\tau}$

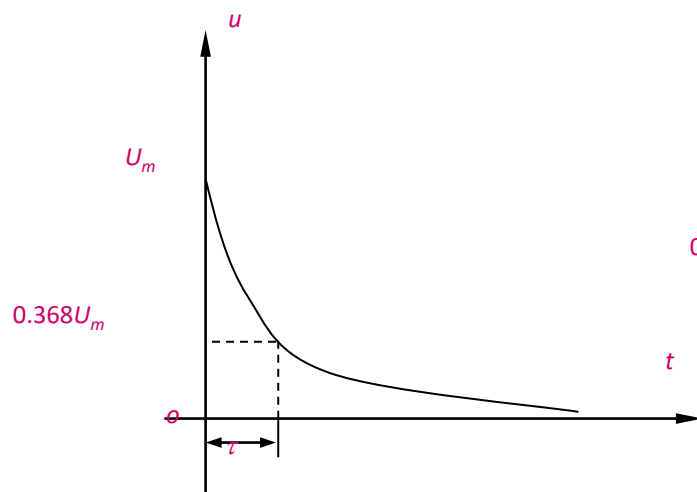
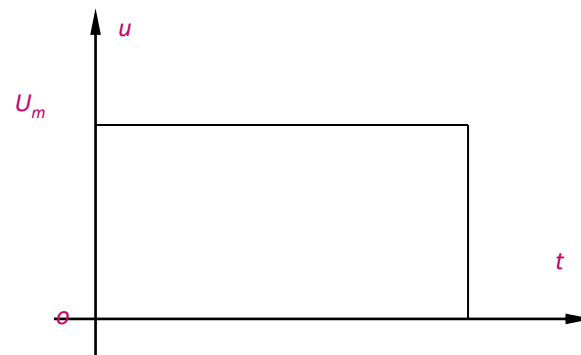
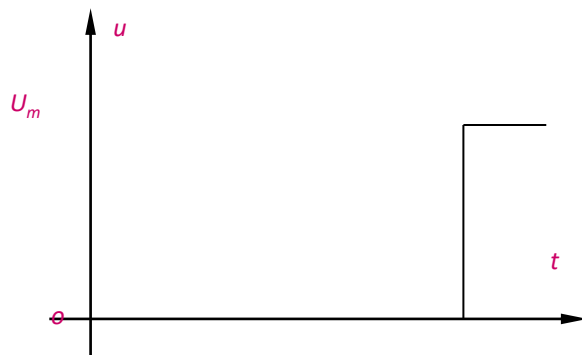
当 $t = \tau$ 时， $u_C(\tau) = 0.368U_m$ 。此时所对应的时间就等于 τ ，如图(2)所示。

τ 亦可用零状态响应波形来测得，即由0增加到 $0.632U_m$ 所对应的时间，如图(3)所示。

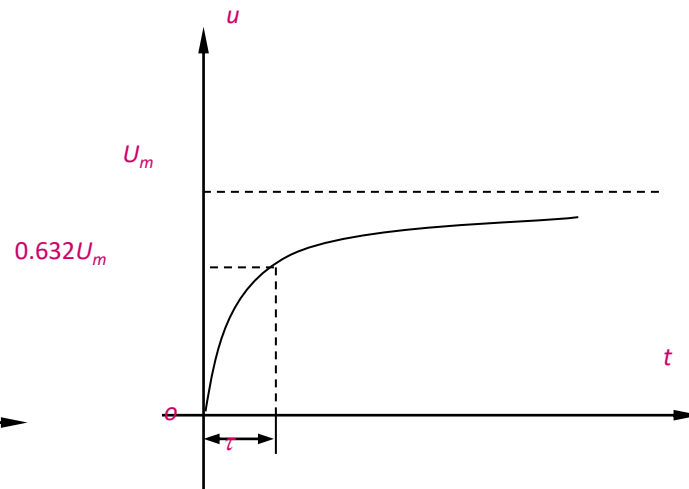
二、实验原理



(1) RC一阶电路

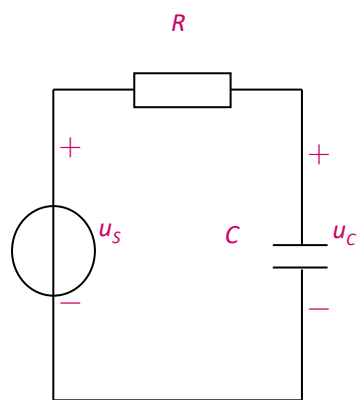


(2) 零输入响应

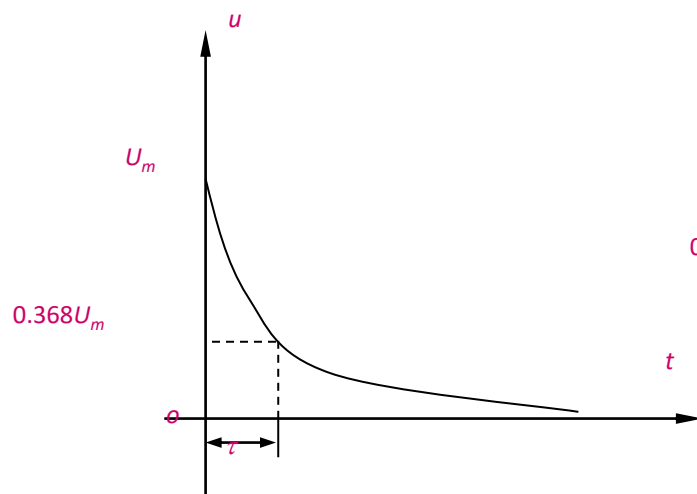
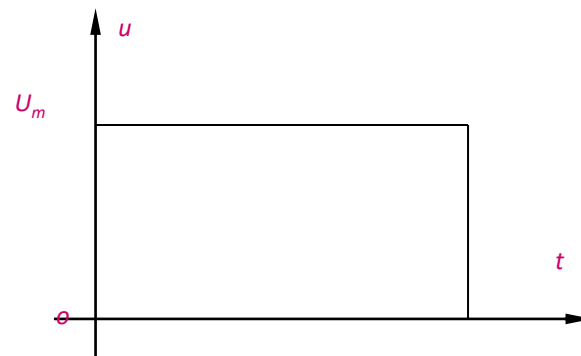
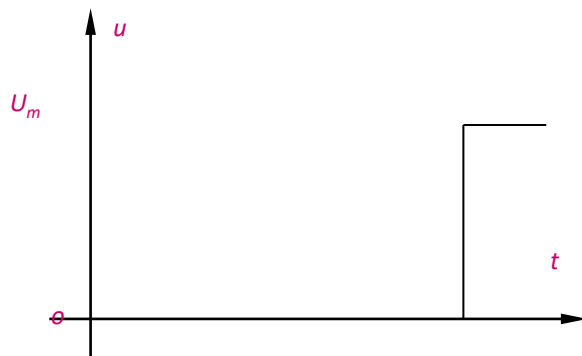


(3) 零状态响应

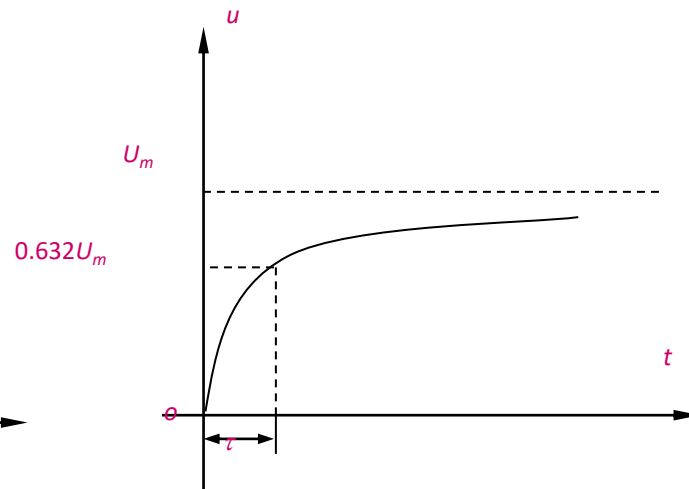
二、实验原理



(1) RC一阶电路



(2) 零输入响应



(3) 零状态响应

二、实验原理

微分电路和积分电路是RC一阶电路中较典型的电路，它对电路元件参数和输入信号的周期有着特定的要求。一个简单的RC串联电路，在方波序列脉冲的重复激励下，若满足时（ $T \gg RC \ll \frac{T}{2}$ ， T 为方波脉冲的重复周期），且由R两端的电压作为响应输出，则该电路就是一个微分电路。

此时电路的输出电压 U_R 与输入电压 U_i 的微分成正比。如图(4)所示。利用微分电路可以将方波转变成尖脉冲。

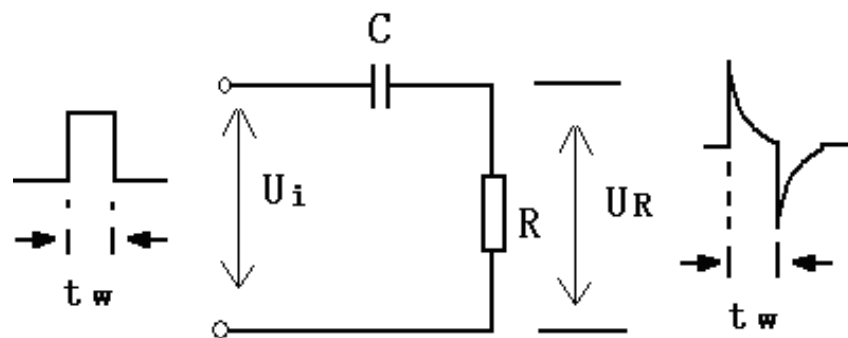
二、实验原理

若将 R 与 C 位置调换一下，如图(5)所示，由电容 C 两端的电压作为输出，且当电路的参数满足

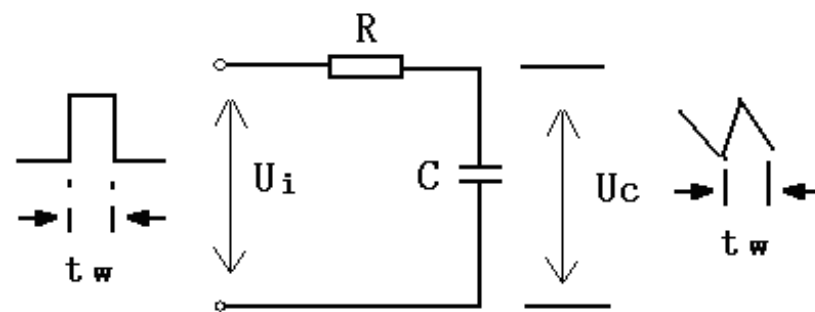
$$\tau = RC \gg \frac{T}{2}$$

则该 RC 电路称为积分电路。因为此时电路的输出电压 u_C 与输入电压的积分成正比。利用积分电路可以将方波转变成三角波。

二、实验原理

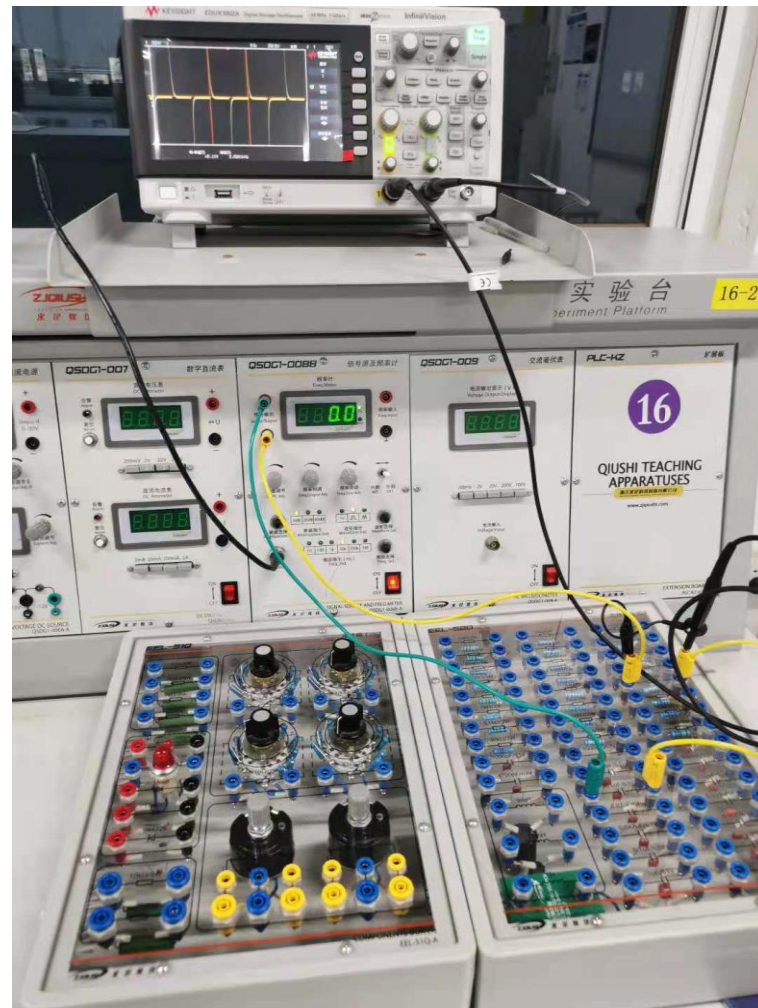


(4)微分电路在方波激励下的响应

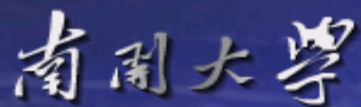


(5)积分电路在方波激励下的响应

三、实验设备



如何更改示波器的显示语言



三、实验设备

探头以及衰减比例(注意调在x10档)

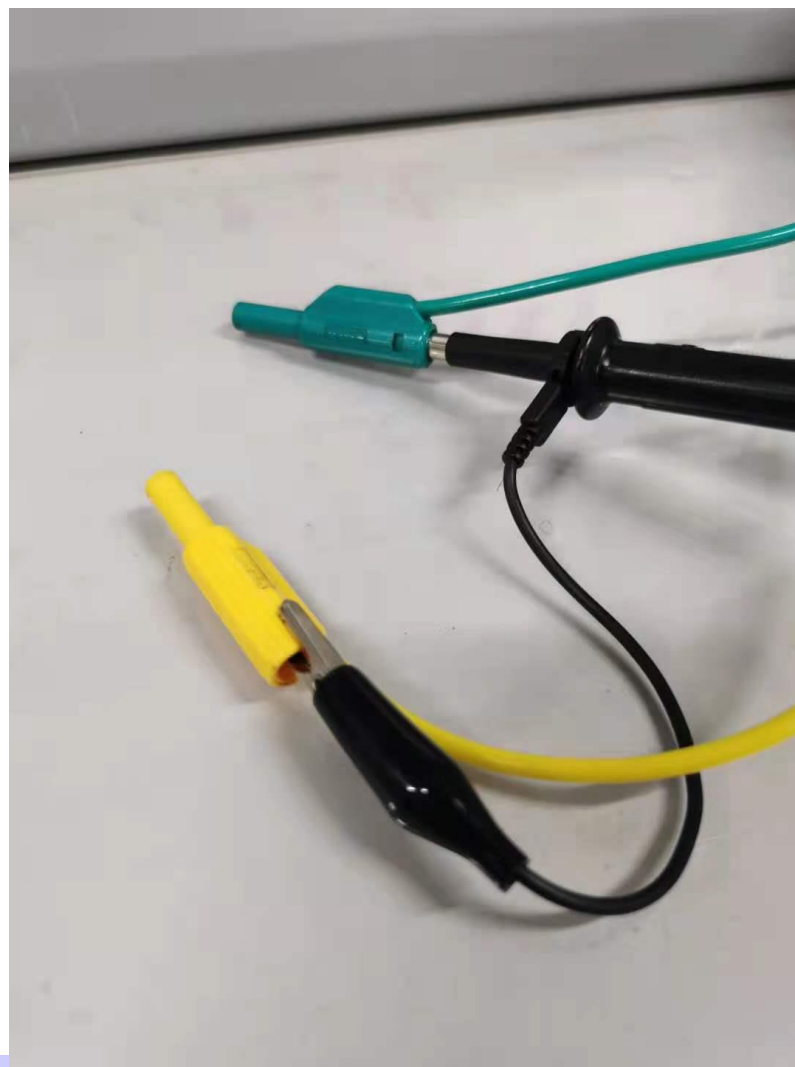


三、实验设备

探头怎样和连接线相连

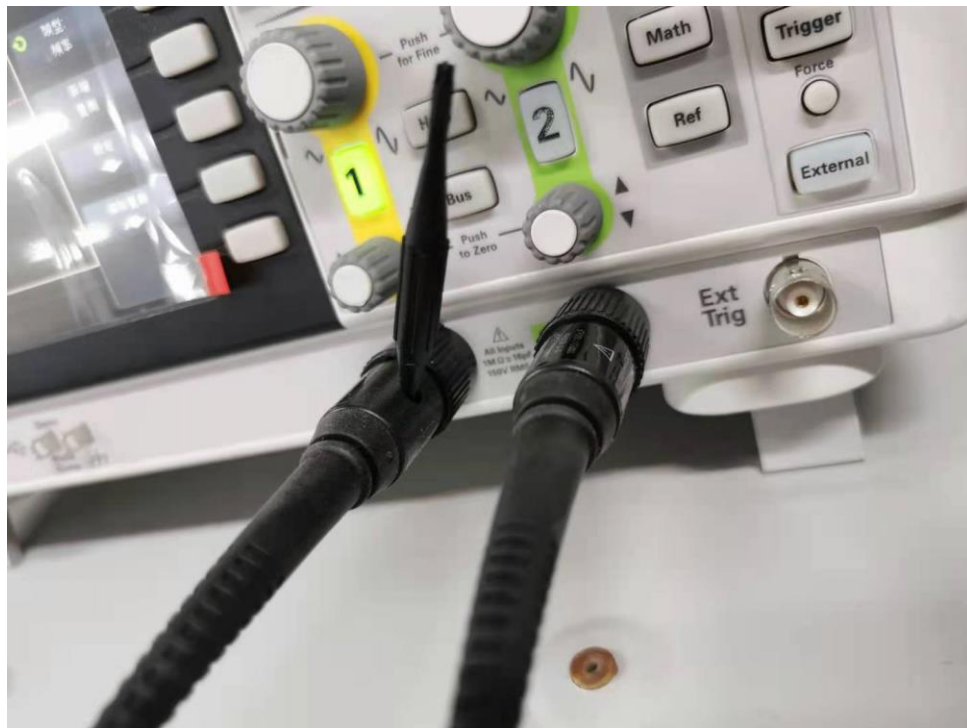
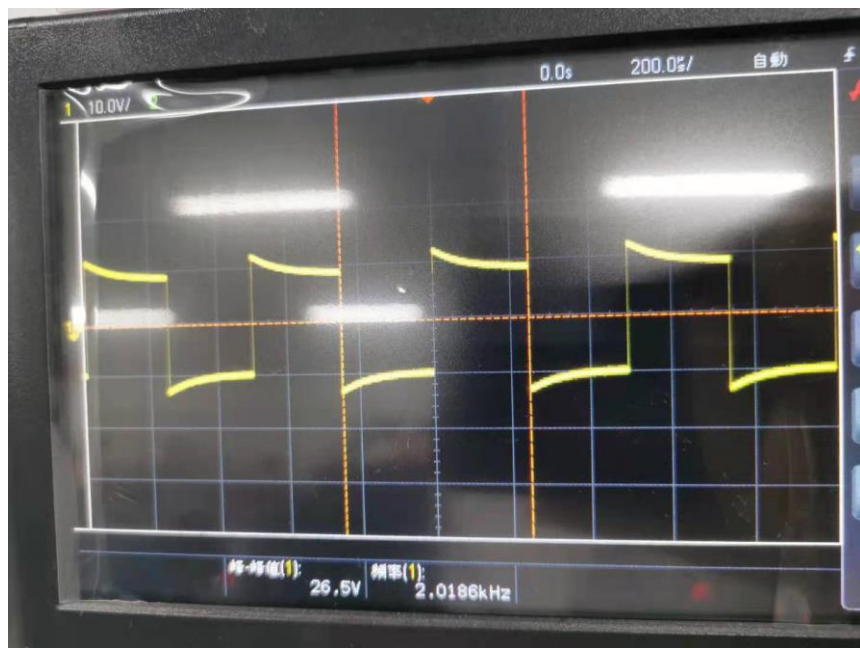
金属部分牢固连接即可。

为了更清楚的示意，
这里的连接线端口悬空了。
实验中应接在元件端口上。



三、实验设备

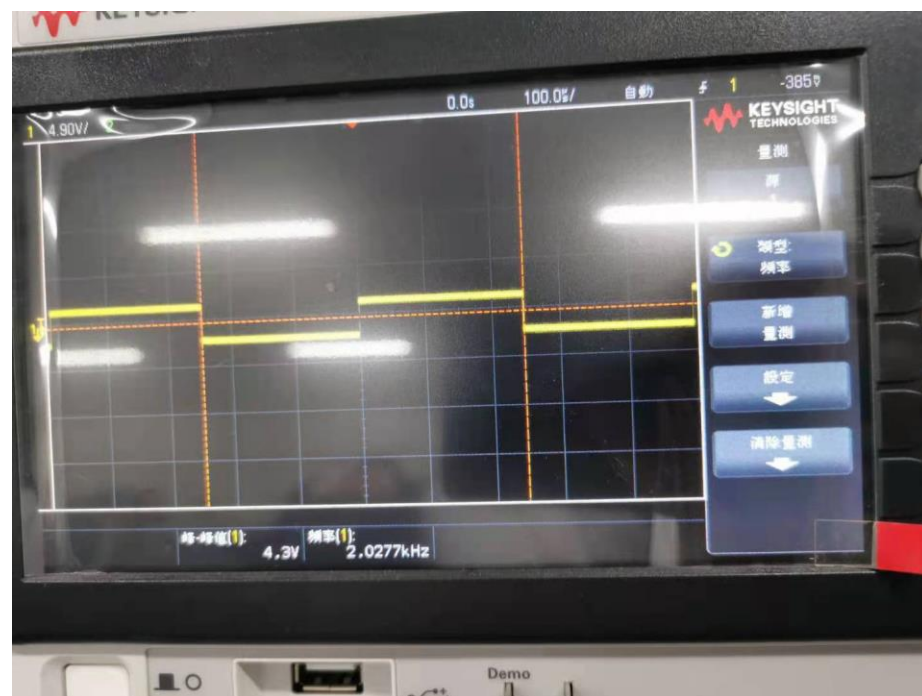
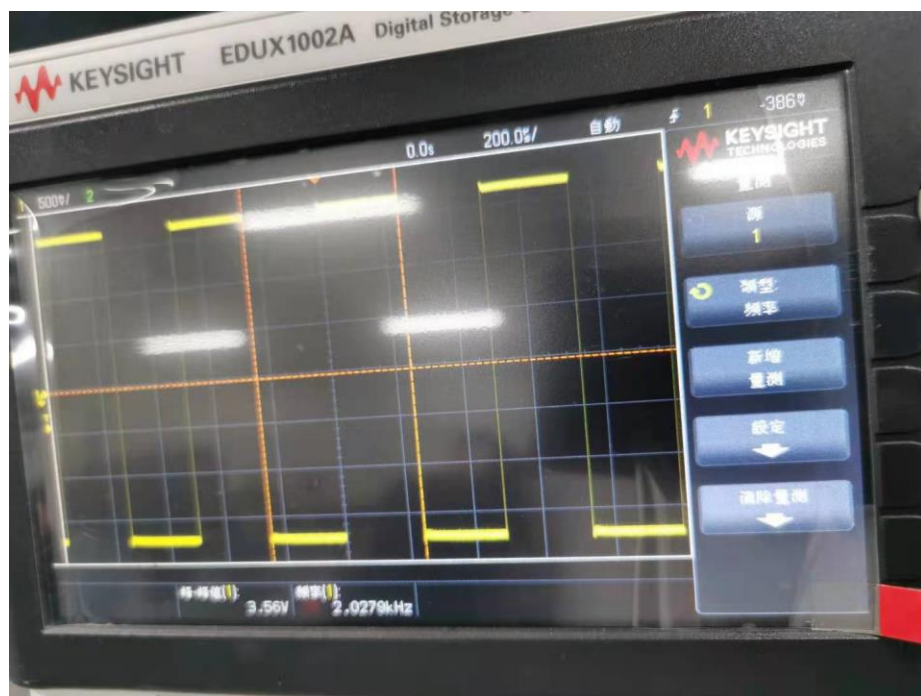
探头自检及调节



三、实验设备

放大波形的重要性

(同一个波形，不同的刻度，测量的结果相差甚远)

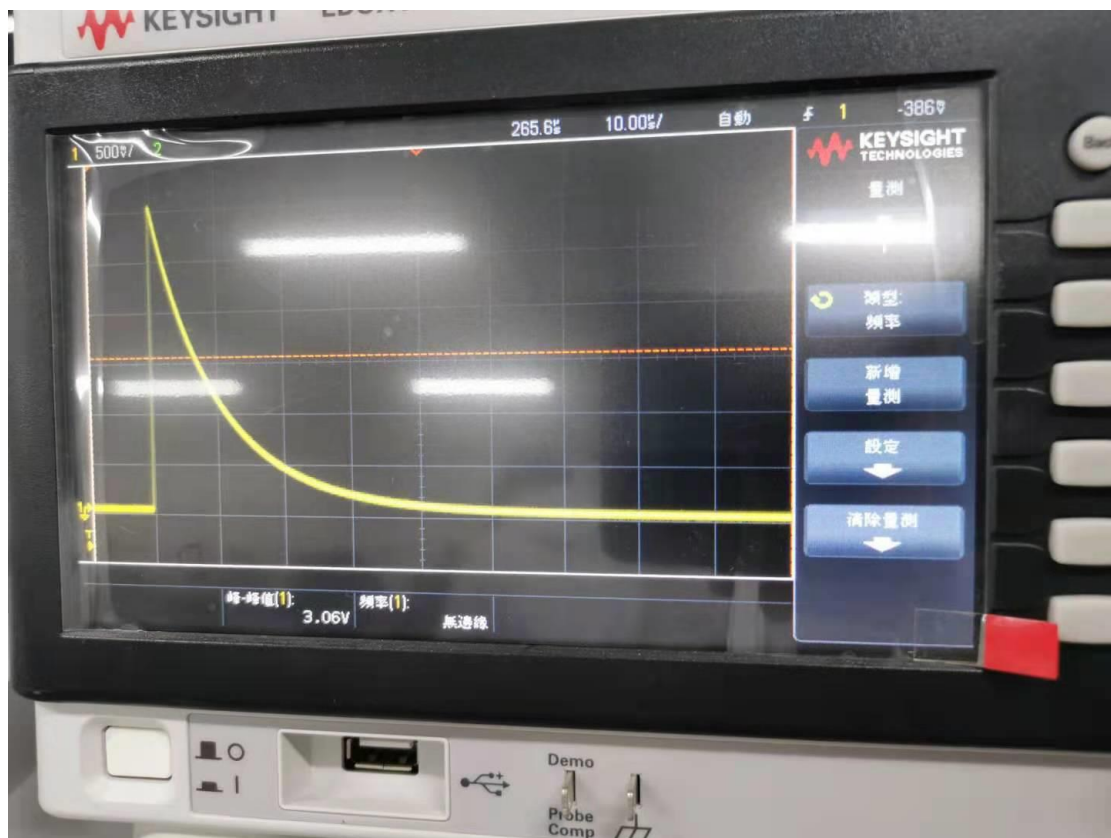


3.56V VS 4.3V

三、实验设备

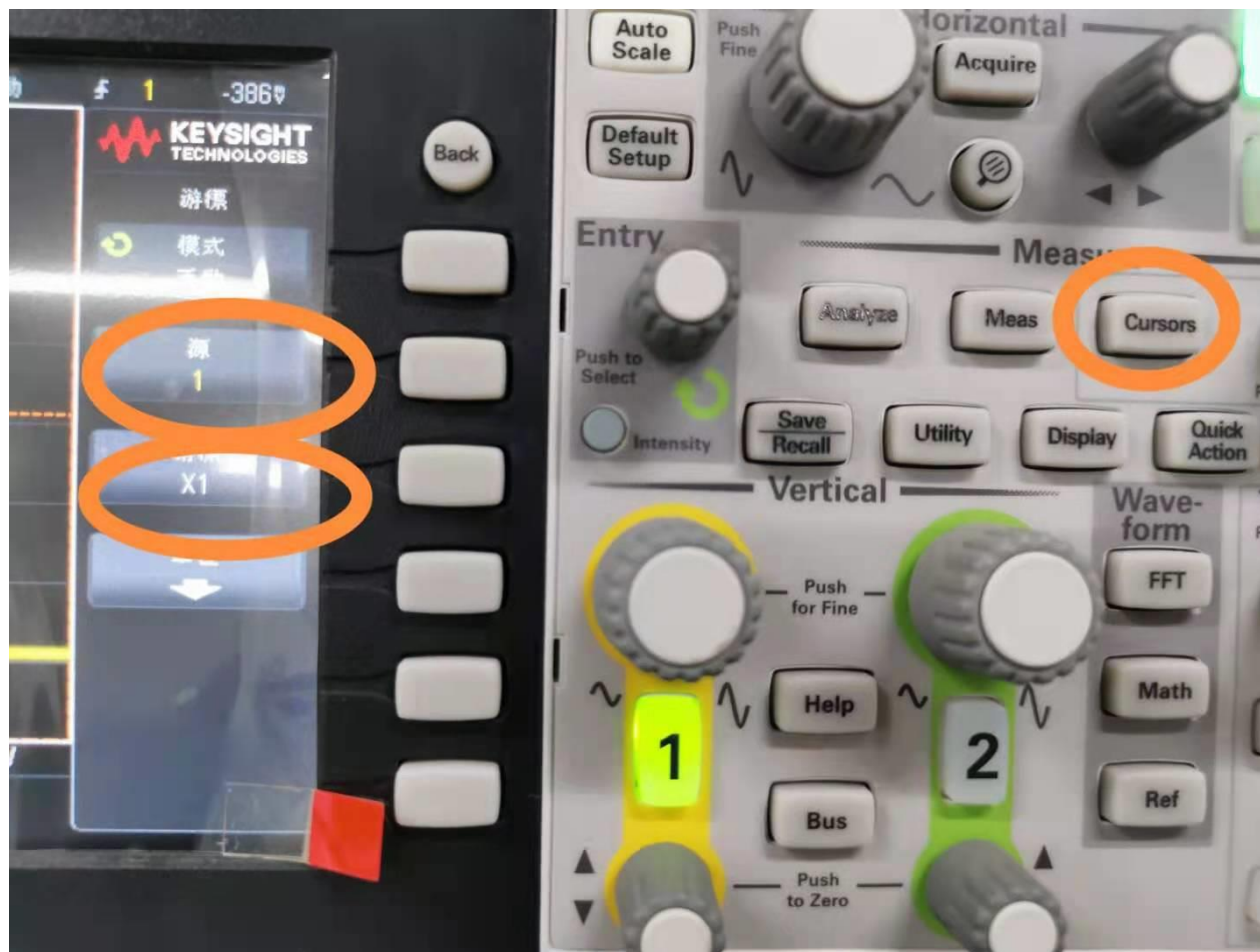
放大波形的重要性

(同一个波形，不同的刻度，测量的结果相差甚远)



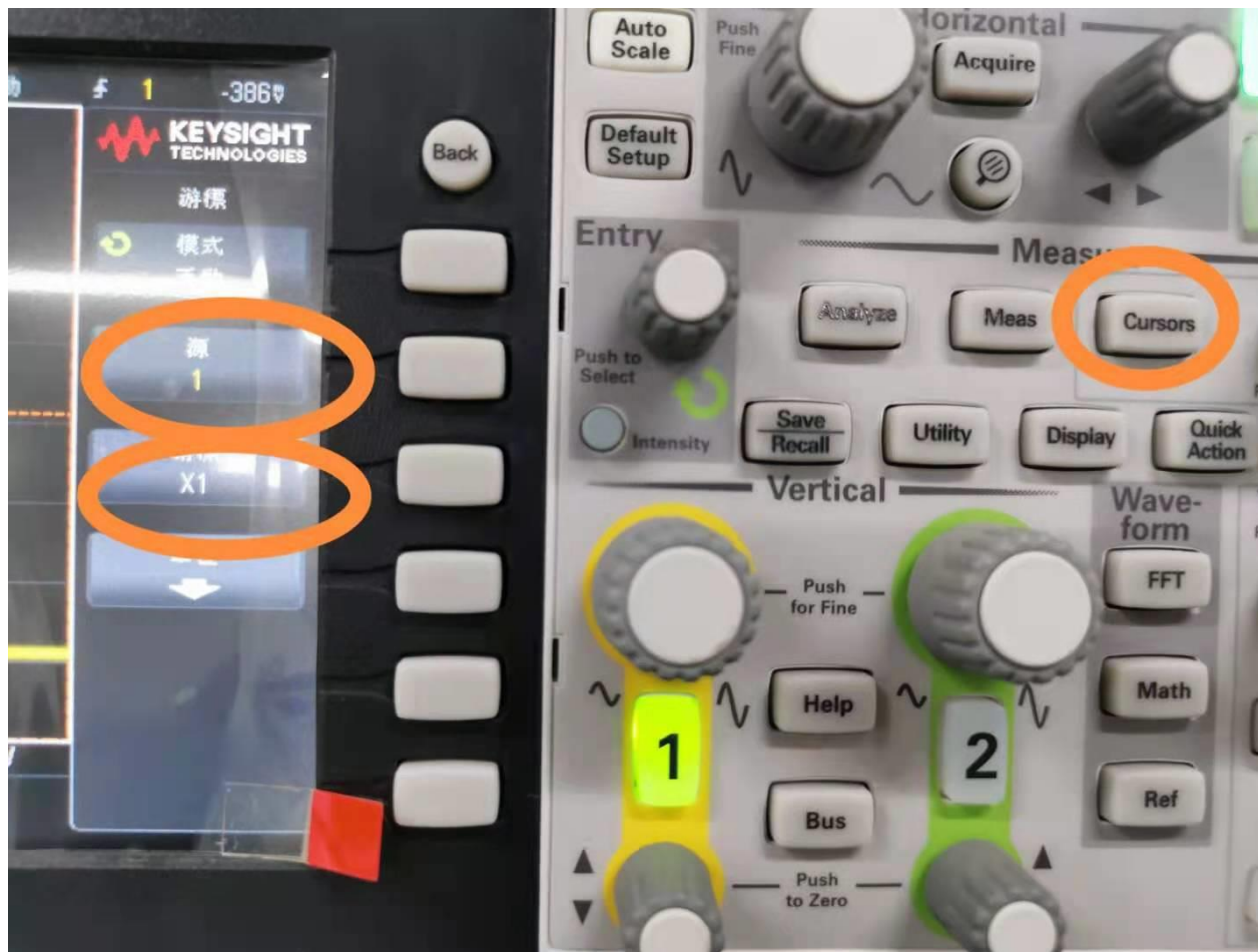
三、实验设备

光标的使用



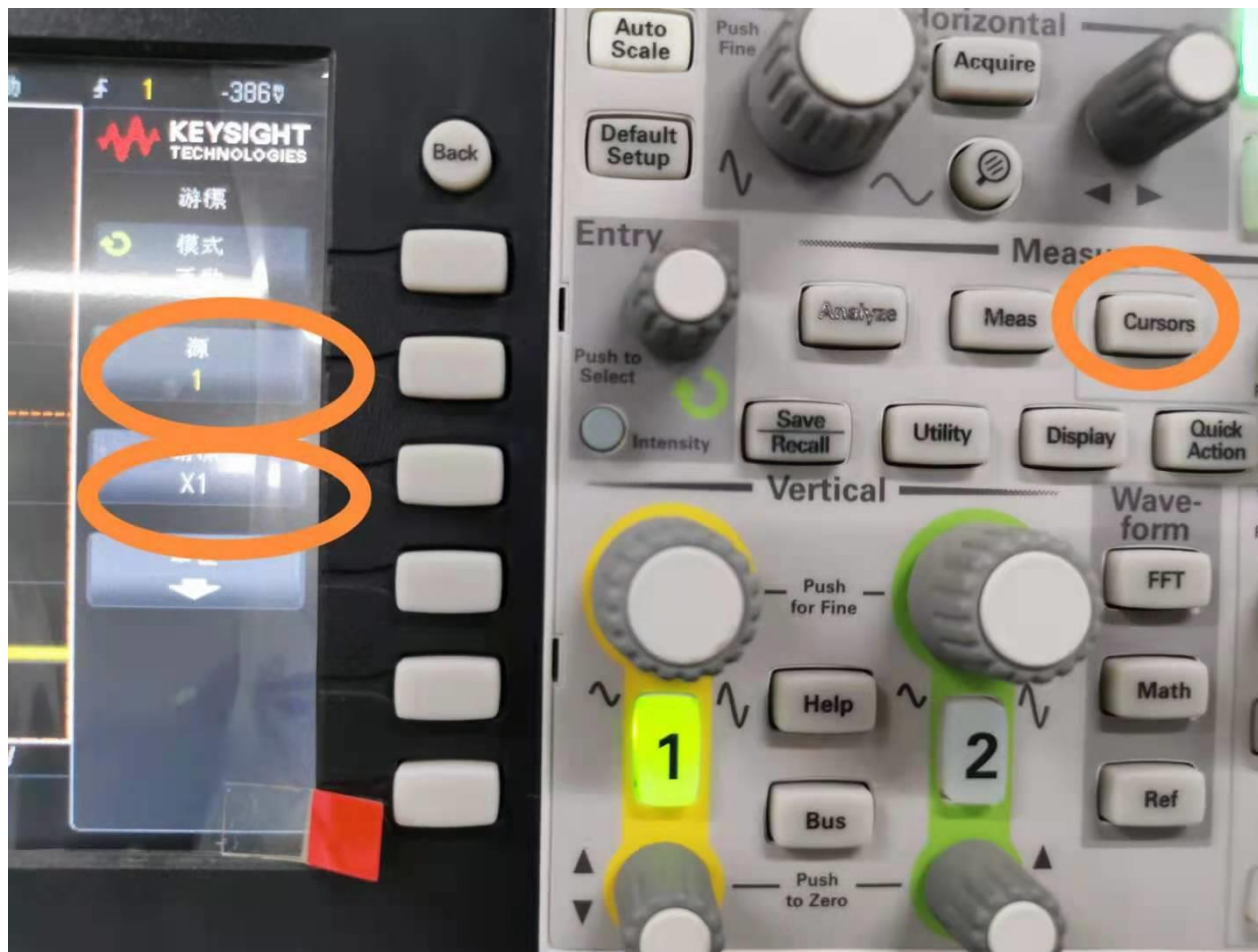
三、实验设备

光标的使用



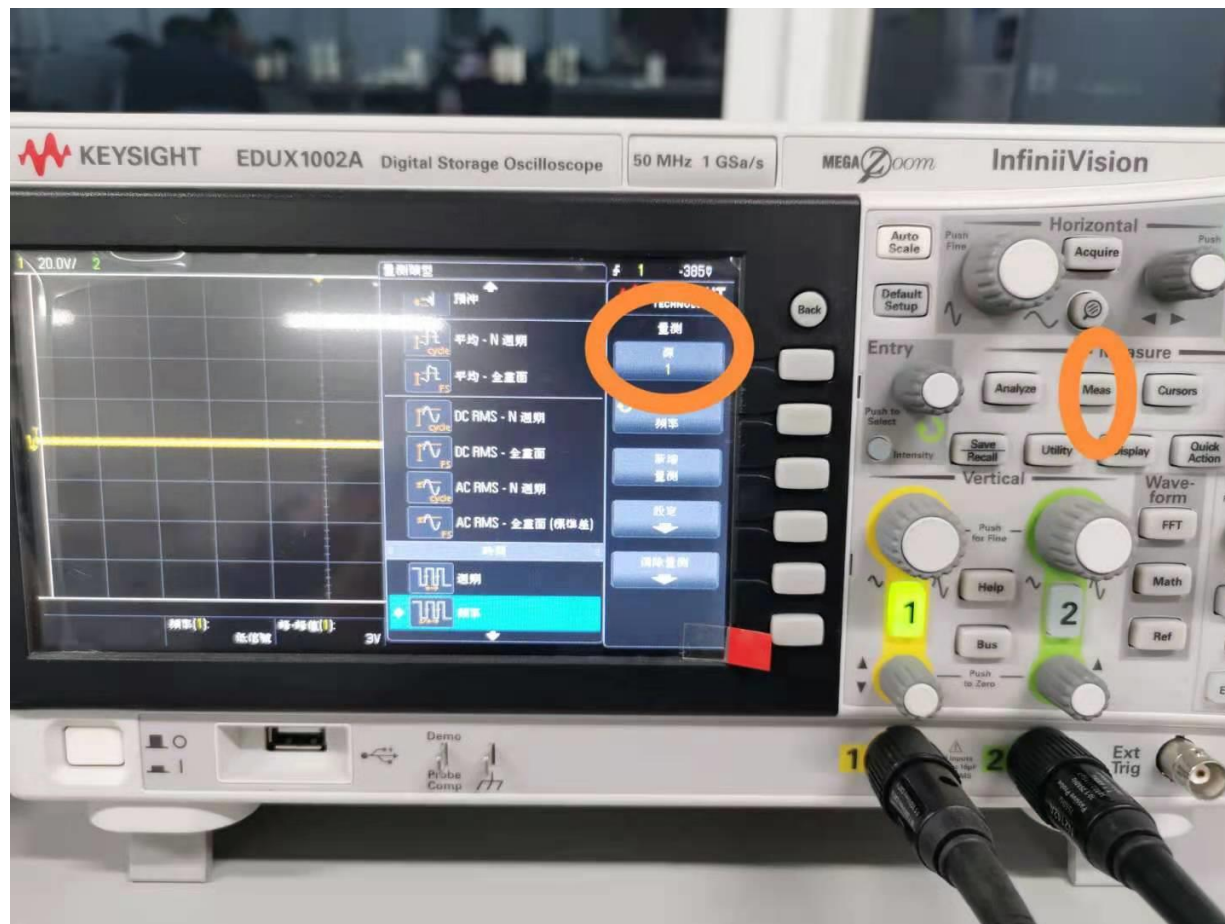
三、实验设备

光标的使用



三、实验设备

添加测量值



四、实验内容

- 1、调节示波器输出电压为 $5V_{pp}$ 、 $f=2KHz$ 的方波。
- 2、令 $R = 1K\Omega$ ， $C = 0.01\mu F$ ，组成如图(4)所示的微分电路。在同样的方波激励信号作用下，观测并描绘响应的波形，测定时间常数 τ 。

分别减小 R 或 C 的值，定性地观察对响应的影响。

- 3、令 $R = 1K\Omega$ ， $C = 0.033\mu F$ ，组成如图(5)所示的积分电路，观察并描绘响应的波形，测定时间常数 τ 。

分别增大 R 或 C 的值，定性地观察对响应的影响。

五、注意事项

1、在本节实验之前，可能有些同学对示波器还不够熟悉。特别是本节课中，需要使用的示波器的信号发生功能、“光标”功能和触发功能等。还需要用到示波器的两个通道，进行激励信号和响应信号的对比观测。需要同学们在课前对示波器进行一定的预习，比如阅读示波器的说明书，查阅有关“光标”功能的使用方法等。在实验中，多动手、多思考，对本节课涉及到的示波器功能进入熟练的应用。

五、注意事项

- 2、示波器的双通道探头与实验电路连接时，注意接地点不能接错，防止信号被短路。
- 3、观测响应波形时，应尽可能调整水平和竖直旋钮，使得一个完整的波形呈现在屏幕上的幅度尽可能大一些，这样在观察和测量时一定程度上能够减小误差。当然波形也不能超出屏幕的范围。
- 4、波形的最大值应采用响应波形幅度的测量值，而非输入方波的幅度值。

六、思考题

- 1、为何本实验中激励信号必须采用方波信号。
- 2、根据实验内容分析，在方波激励信号周期不发生变化的时候，微分电路和积分电路中 R 、 C 的值的变化的变化，对于响应波形的影响。
- 3、给定一阶RC电路，其中， $R = 10\text{K}\Omega$ ， $C = 0.1\mu\text{F}$ ，试计算时间常数 τ 的理论值，并根据 τ 值的物理意义，拟定测定 τ 的实验方案。

六、思考题

- 4、总结微分电路和积分电路需要具备的条件，查阅相关资料，阐述这两种电路通常能够实现哪些功能。
- 5、实验中测定的两个时间常数 τ 值与理论值之间存在多大的误差？试分析误差的可能来源。

THE END