

浙江大学实验报告

专业 1: 机械工程

姓名 1: 徐屹寒

学号 1: _____

专业 2: _____

姓名 2: _____

学号 2: _____

日期: 10.8

地点: 东 3-208

课程名称: 电工电子学实验 指导老师: 陆玲霞 实验类型: 验证型

实验名称: 一阶 RC 电路瞬态分析的 MWORKS 仿真及实现 成绩: _____ 教师签名: _____

一、实验目的

1. 熟悉一阶 RC 电路的零状态响应、零输入响应、全响应的原理和特点以及 MWORKS 仿真及实现。
2. 根据响应曲线求出 RC 电路的时间常数 τ 。
3. 体会时间常数 τ 对瞬态过程的影响。
4. 掌握积分电路和微分电路的作用和特点。

二、实验设备

电工实验台，双踪数字示波器，函数信号发生器（通道 1 还是通道 2），数字式万用表

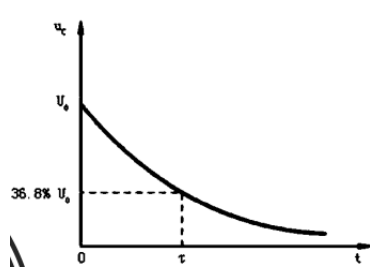
三、实验原理

1. 一阶 RC 电路的响应

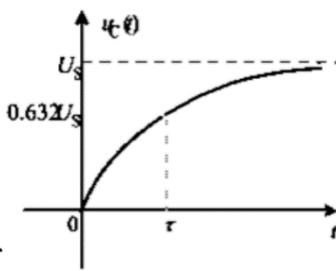
零输入响应: $u_C(t) = U_S e^{-\frac{t}{\tau}} (t \geq 0, \tau = RC)$

零状态响应: $u_C(t) = U_S \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) (t \geq 0, \tau = RC)$

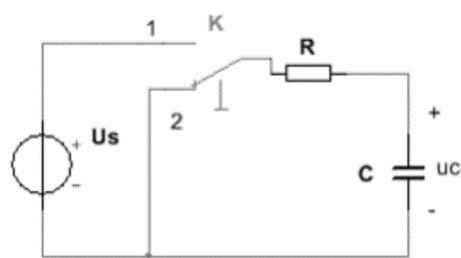
全响应: $u_C(t) = U_S + [u_C(0^+) - U_S] e^{-\frac{t}{\tau}}$



一阶 RC 电路零输入响应



一阶 RC 电路零状态响应

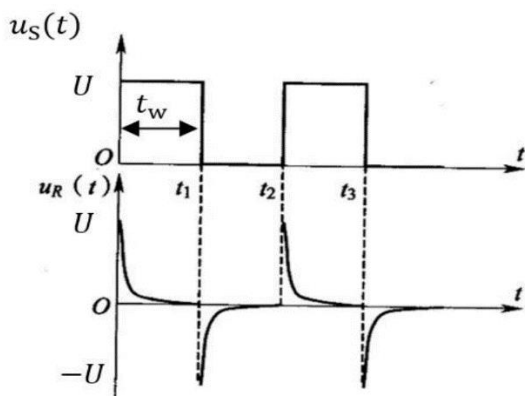


带有开关的一阶 RC 电路

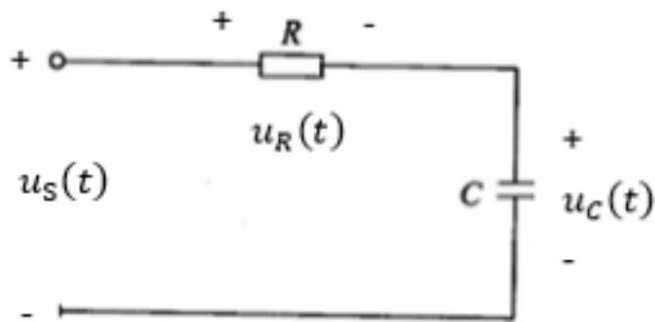
2. 一阶 RC 电路的方波响应

(1) 当 $t_w \gg \tau$ 时

$$u_R(t) = RC \frac{du_C(t)}{dt} \approx RC \frac{du_S(t)}{dt}$$



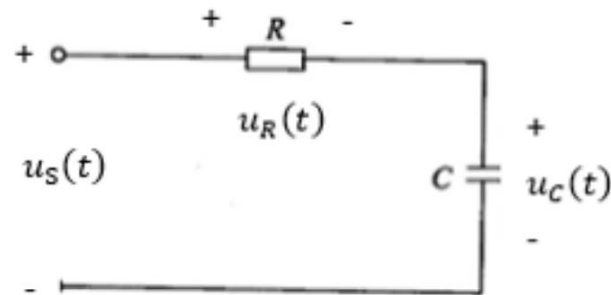
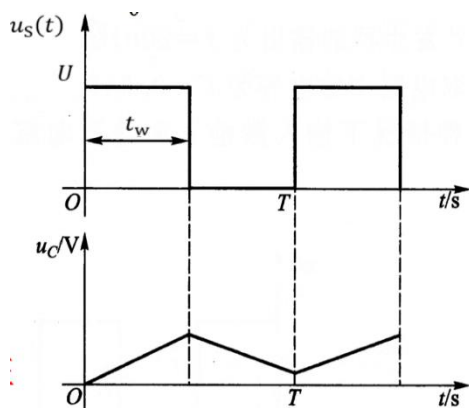
微分特性



一阶RC电路

(2) 当 $t_w \ll \tau$ 时

$$u_R(t) = RC \frac{du_C(t)}{dt}, \text{ 即 } \frac{u_R(t)}{RC} = \frac{du_C(t)}{dt}, u_C(t) \approx \frac{1}{RC} \int_{t_0}^t u_S(t) dt$$



一阶RC电路

四、预习要求

预习课本、学在浙大和钉钉群上传的课件、学银在线（学习通）上的视频学习，学习了电工电子学中

一阶 RC 电路瞬态分析

1. 何谓积分电路、微分电路？他们必须满足的电路条件是什么？

积分电路输出电压与输入电压近似成积分关系，微分电路输出电压与输入电压近似成微分关系。

对于 RC 电路来说， $t_w \gg \tau$ 时是微分电路， $t_w \ll \tau$ 时是积分电路

2. 用双踪数字示波器观察波形时，示波器的接地端应如何连接？

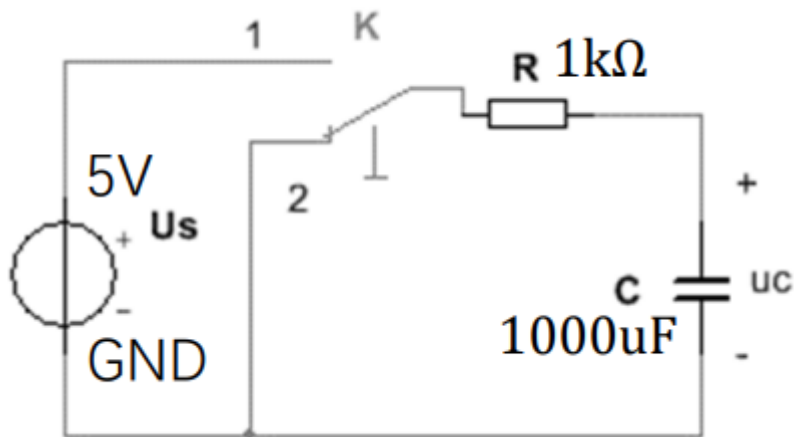
接地端应该连接在同一点上，因为示波器内部两接地端相连。

五、实验内容

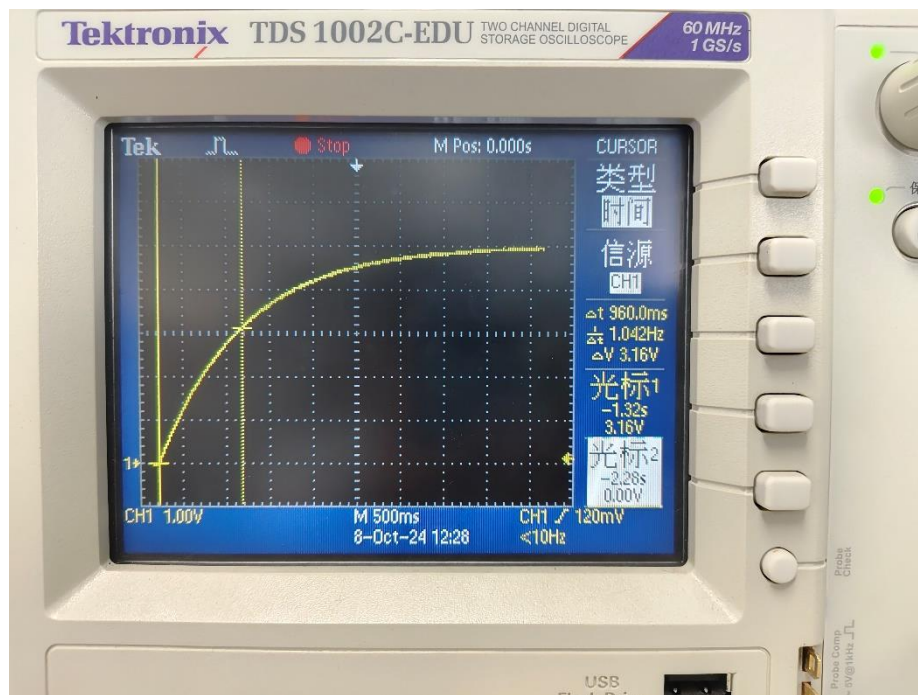
1. 零输入响应、零状态响应曲线

1、操作方法与实验步骤

观察并记录一阶RC电路 $u_C(t)$ 的零输入响应、零状态响应曲线。测出电路的时间常数 τ 。

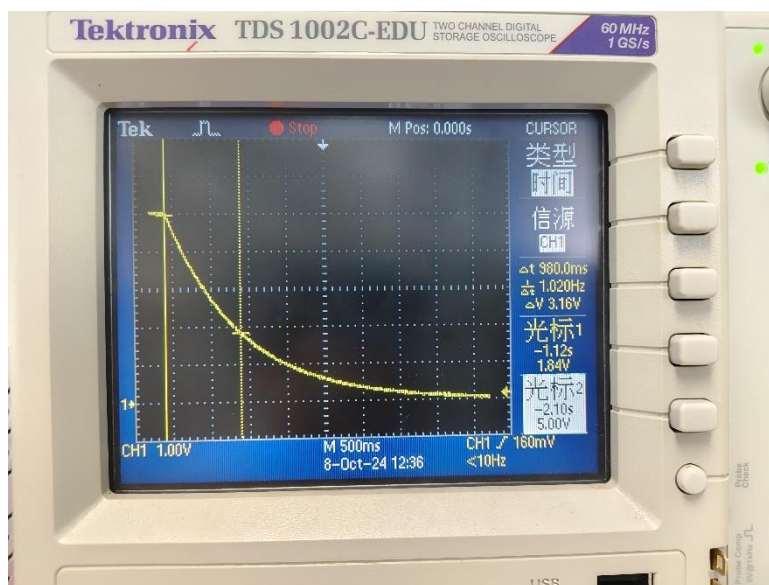


2、实验记录



零状态响应曲线图

图中 3.16V 对应 $0.632U_s$ ，可知测得 $\tau = 960.0ms$



零输入响应曲线

图中 1.84V 对应 $0.368U_0$ ，可知测得 $\tau = 980.0ms$

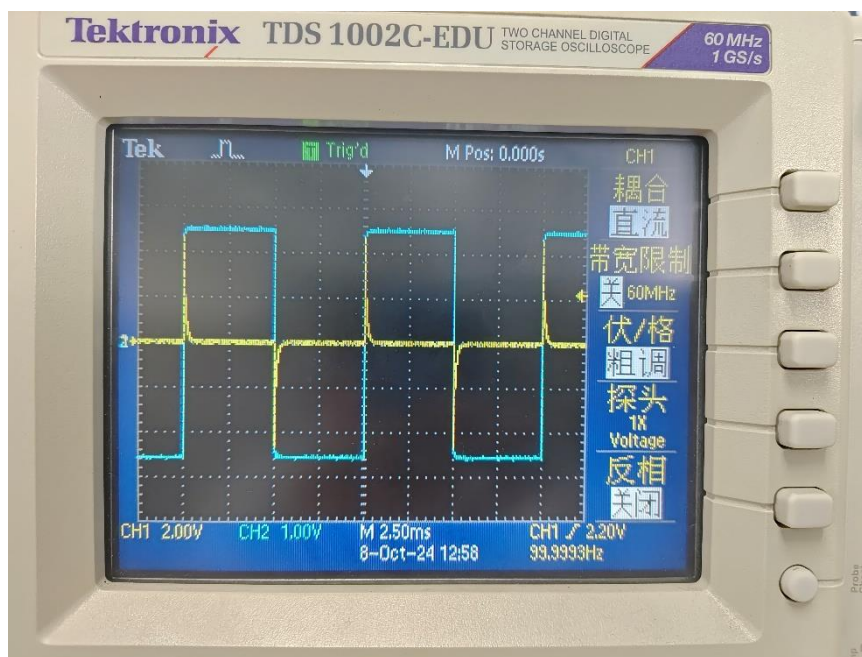
2. 微分电路

1、操作方法与实验步骤

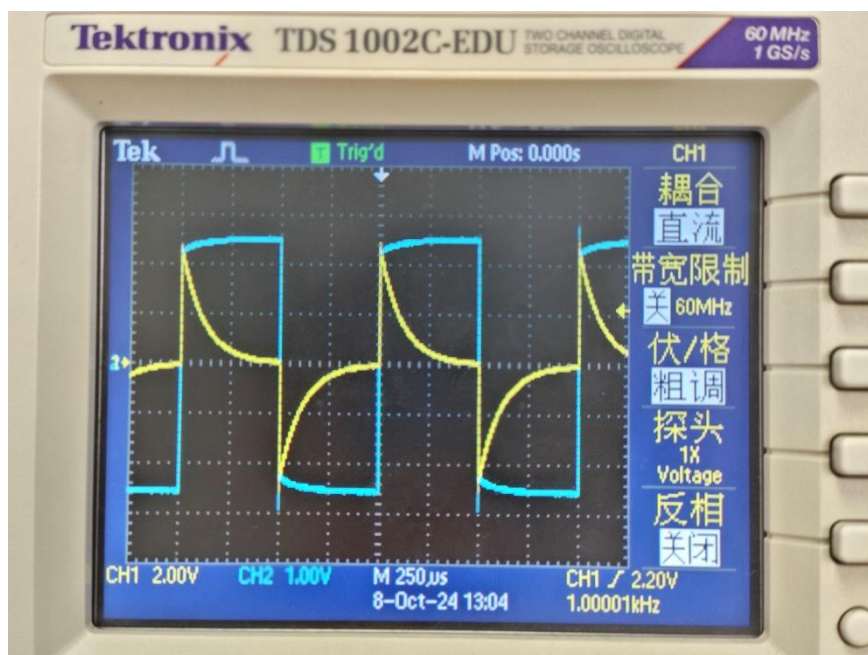
(1) 输入信号 $u_s(t)$ 为 $U_{p-p} = 5V$ 、100Hz 的单极性方波，同时观察并记录 $u_s(t)$ 和 $u_R(t)$ 的波形。

(2) 分别取输入信号 $u_s(t)$ 的频率为 1kHz，10kHz（幅度不变），观察并记录 $u_s(t)$ 和 $u_R(t)$ 的波形，体会微分电路的实现条件。

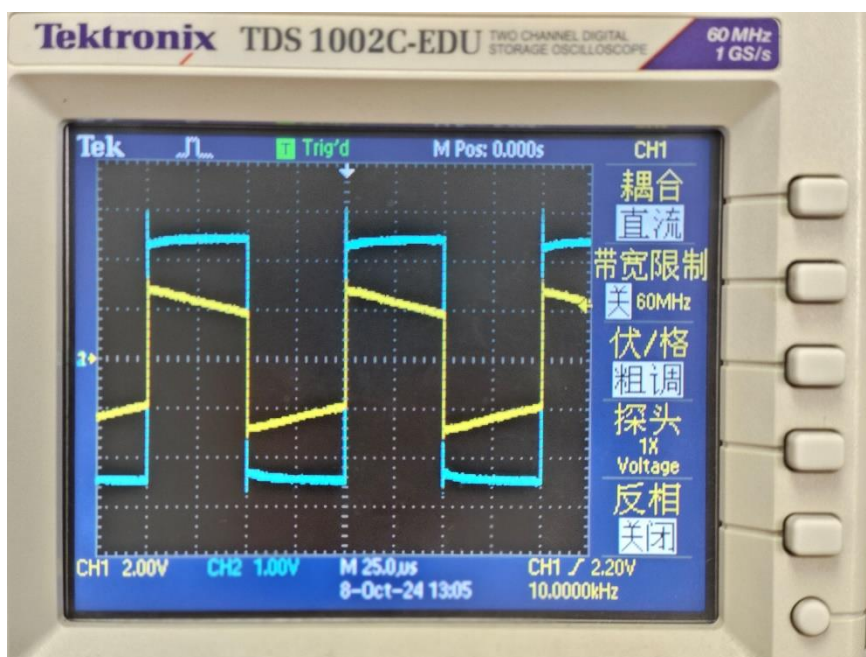
2、实验记录



频率 $f = 100\text{Hz}$



频率 $f = 1\text{kHz}$



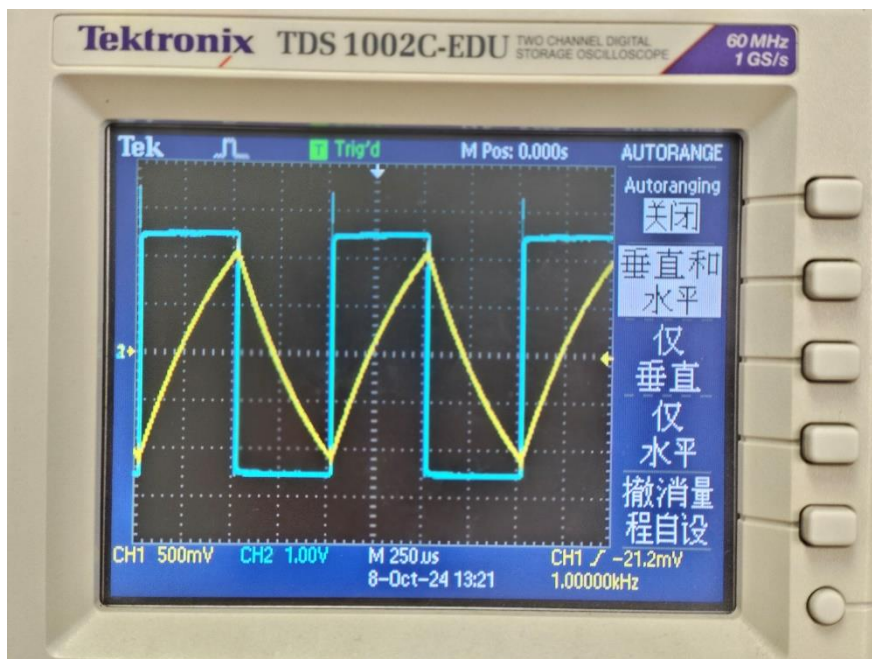
频率 $f = 10\text{kHz}$

3. 积分电路

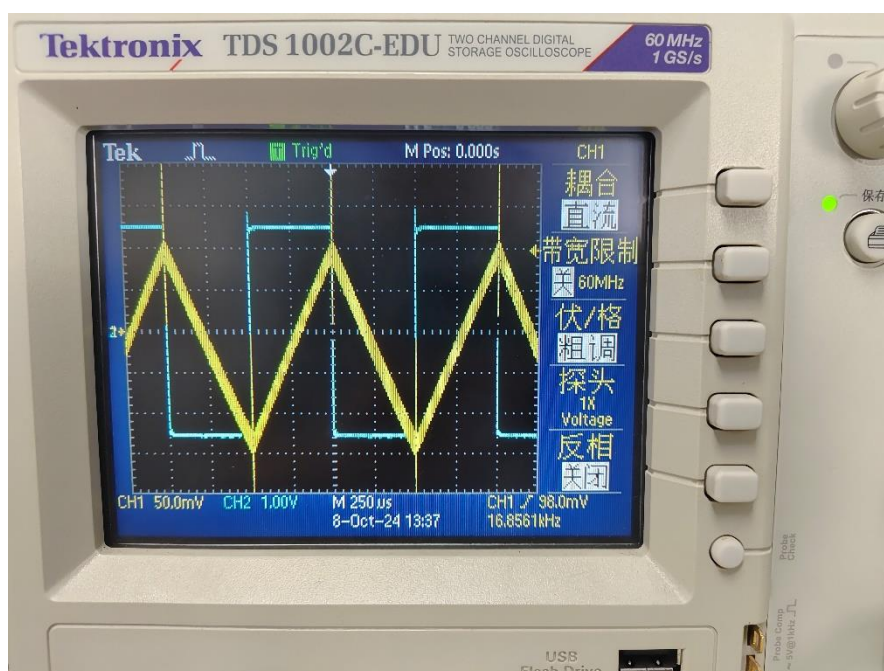
1、操作方法与实验步骤

- (1) 输入信号 $u_s(t)$ 为 $U_{p-p} = 5\text{V}$ 、 1kHz 的单极性方波，取 $R = 5.1\text{k}\Omega$ 、 $C = 0.1\mu\text{F}$ ，同时观察并记录 $u_s(t)$ 和 $u_C(t)$ 的波形。

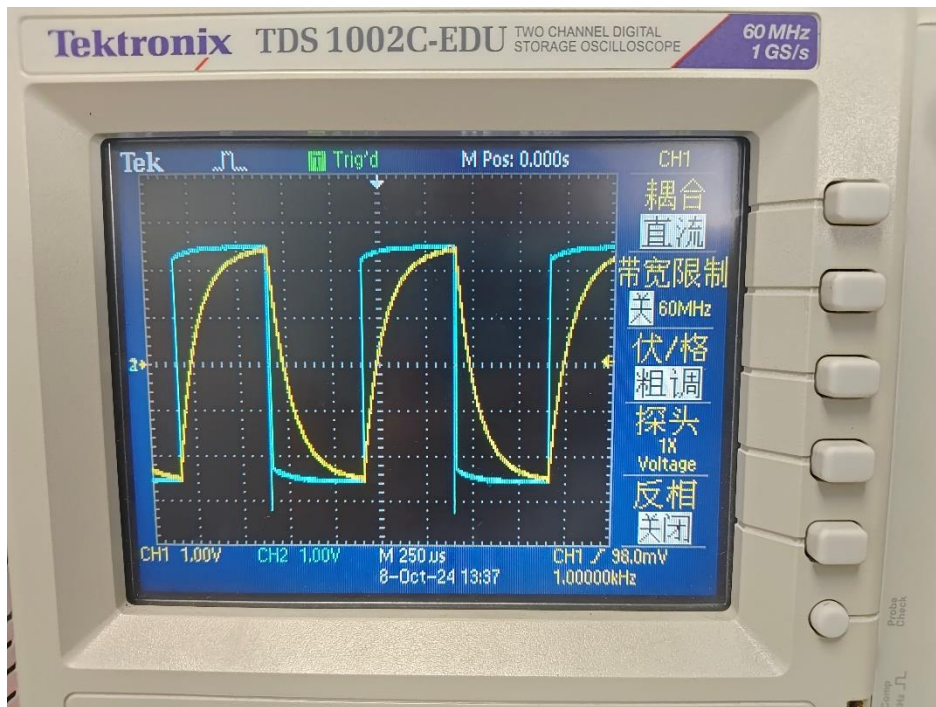
(2) 保持输入信号 $u_s(t)$ 和电容 C 不变，分别取 $R = 51k\Omega$ 和 $R = 1k\Omega$ ，同时观察并记录 $u_s(t)$ 和 $u_c(t)$ 的波形，体会积分电路的实现条件。



电阻 $R = 5.1k\Omega$



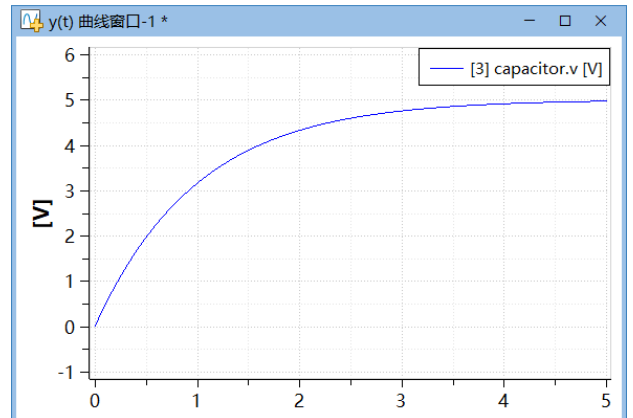
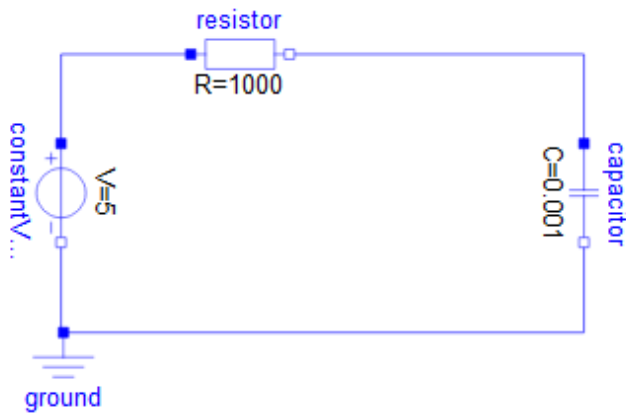
电阻 $R = 51k\Omega$



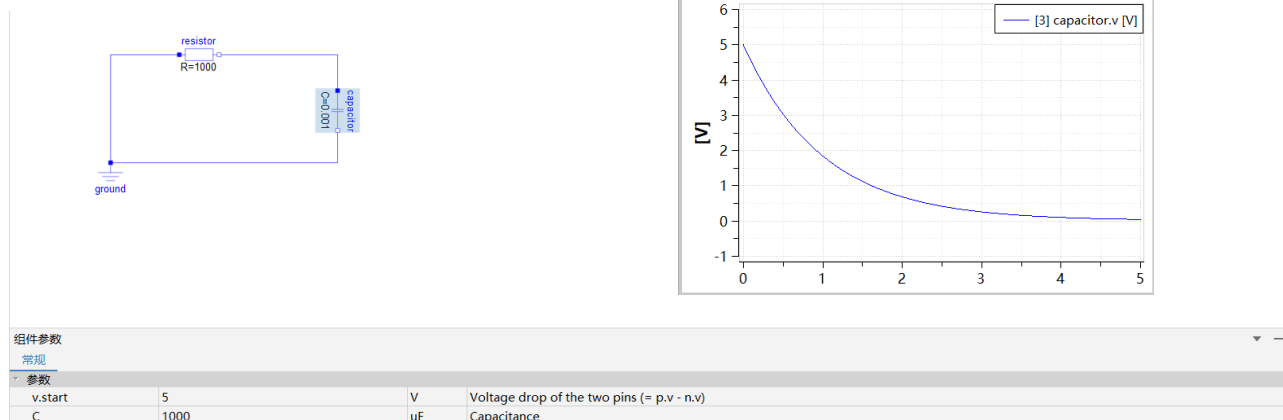
电阻 $R = 1k\Omega$

4. 一阶RC电路的零状态响应、零输入响应的 MWORKS 仿真

(1) 零状态响应



(2) 零输入响应



六、实验总结

1、实验结果分析

1、由波形图可知：对于一阶 RC 电路，

频率 f 越小，即周期 $2t_w$ 越大，波形越接近微分电路。也即 $t_w \gg \tau$ 时，一阶 RC 电路可以视作微分电路。

电阻 R 越大，即 $\tau=RC$ 越大，波形越接近积分电路。也即 $t_w \ll \tau$ 时，一阶 RC 电路可以视作微分电路。

2、一阶 RC 电路的响应实验中， $\tau = RC = 1s$ ，零状态响应实验测得 $\hat{\tau} = 960.0ms$ ，相对误差为 $\frac{|\hat{\tau} - \tau|}{\tau} = 4\%$ ，零输入响应实验测得 $\hat{\tau} = 980.0ms$ ，相对误差为 $\frac{|\hat{\tau} - \tau|}{\tau} = 2\%$ ，对误差进行分析，数字示波器的 CURSOR 无法精调，即最小的调整值过大，使得无法准确测量时间，误差增大，且 R 、 C 取标称值进行计算，并不一定是真实值，可能使误差增加。恒压源调 5V 时其电压也不是恰好 5V。

3、微分电路可以作为高通滤波器使用，它允许高频信号通过，而阻止低频信号。积分电路可以作为低通滤波器使用，它允许低频信号通过，而阻止高频信号。同时积分电路可以将方波变为三角波。

3、心得体会

本次实验中我对一阶 RC 电路瞬态分析有了更深一步的理解，也能够更熟练地运用各种仪器和 MWORKS 仿真软件。