

# 实验八 电路过渡过程的研究

## 实验报告

**姓名：**彭程

**学号：**2020011075

**班级：**自 02

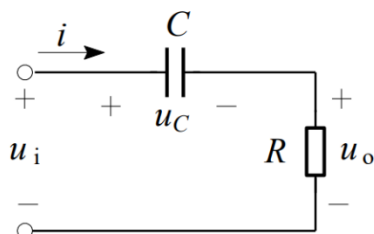
**日期：**2021 年 5 月 4 日

## 1. 实验目的

- (1) 研究 RC 微分电路和积分电路的过渡过程；
- (2) 研究 RLC 二阶电路的过渡过程；

## 2. 实验说明

(1) 微分电路：



$$u_o = Ri = RC \frac{du_C}{dt}$$

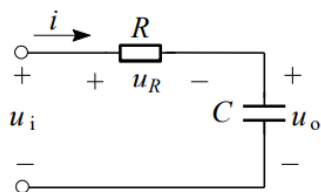
电路的时间常数 $\tau = RC$ 很小、 $u_C \gg u_o$ 时，输入电压 $u_i$ 与电容电压 $u_C$ 近似相等，即：

$$u_i \approx u_C$$

代入上式：

$$u_o \approx RC \frac{du_i}{dt}$$

(2) 积分电路：



$$u_o = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{1}{C} \int \frac{u_R}{R} dt = \frac{1}{RC} \int u_R dt$$

即输出电压 $u_o$ 与电阻电压 $u_R$ 对时间的积分成正比，当电路的时间常数 $\tau = RC$ 很大、 $u_R \gg u_o$ 时，输入电压 $u_i$ 与电阻电压 $u_R$ 近似相等，即：

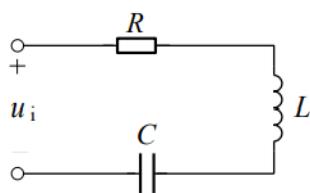
$$u_i \approx u_R$$

代入上式：

$$u_o \approx \frac{1}{RC} \int u_i dt$$

(3) RLC 电路的过渡过程：

● LC 串联

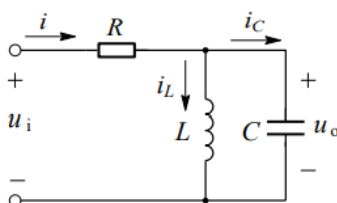


当  $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  时, 过渡过程中的电压、电流具有非周期的特点。

当  $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  时, 过渡过程中的电压、电流具有“衰减振荡”的特点: 此时衰减系数  $\delta = \frac{R}{2L}$ ;  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  是在  $R=0$  情况下的振荡角频率, 习惯上称为无阻尼振荡电路的固有角频率。在  $R \neq 0$  时, 放电电路的固有振荡角频率  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$  将随  $\delta = \frac{R}{2L}$  的增加而下降。

当电阻  $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$  时, 有  $\delta = \omega_0$ ,  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = 0$  过程就变为非振荡性质了。

### ● LC 并联

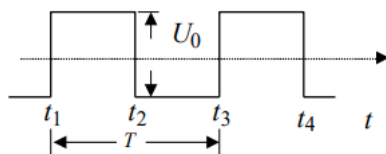


当  $R > \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$  时, 响应是非振荡性质的。

当  $R < \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}$  时, 响应将形成衰减振荡, 这时电路的衰减系数为  $\delta = \frac{1}{2RC}$

### (4) 用示波器观察过渡过程

电路中的过渡过程, 一般经过一段时间后便达到稳态。由于这一过程不是重复的, 所以无法用普通的阴极示波器来观察 (因为普通示波器只能显示重复出现的、即周期性的波形)。为了能利用普通示波器研究一个电路接到直流电压时的过渡过程, 采用在电路加上周期性的方波电压的做法。



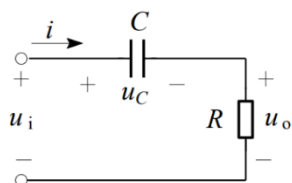
如图所示的方波信号使得电路中出现重复性的过渡过程, 于是这样便可以用普通示波器观察过渡过程。

注意, 因为要求在方波作用的半个周期内, 电路的过渡过程趋于稳态, 所以方波的周期应足够大。

## 3. 实验任务

### 3.1 预习计算

- (1) 已知微分电路中， $u_i$  (方波脉冲) 的周期  $T = 1ms$ ，电阻  $R = 10k\Omega$ ，计算  $\tau = 0.02T$ ， $\tau = 0.1T$ ， $\tau = T$ ， $\tau = 10T$  四种情况下的电容值。画出  $\tau = 0.02T$  以及  $\tau = 10T$  两种情况下稳态时输出电压的波形 (画两个周期)。



计算过程及作图如下：

由已知：

$$\tau = RC$$

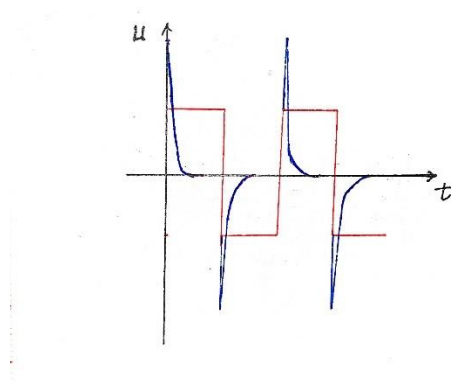
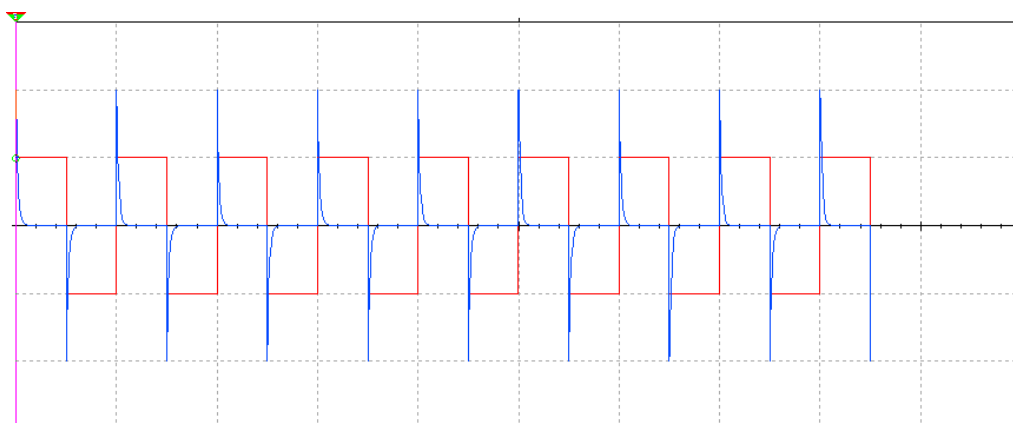
$$C = \frac{\tau}{R}$$

依次代入  $\tau = 0.02T$ ， $\tau = 0.1T$ ， $\tau = T$ ， $\tau = 10T$  得到电容分别为：

$$C = 2nF, 10nF, 0.1\mu F, 1\mu F$$

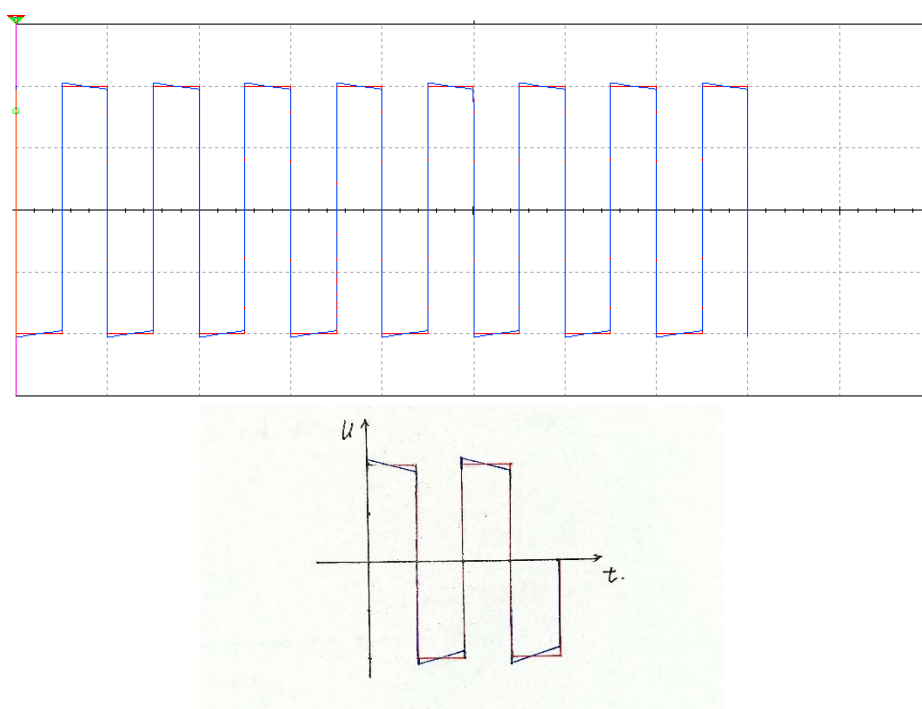
$\tau = 0.02T$  即  $C = 2nF$  时手绘和仿真波形如下：

红色为  $u_i$ ，蓝色为  $u_o$

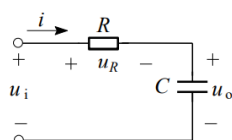


$\tau = 10T$  即  $C = 1\mu F$  时手绘和仿真波形如下：

红色为  $u_i$ ，蓝色为  $u_o$



- (2) 已知积分电路中， $u_i$  (方波脉冲) 的周期  $T = 1\text{ms}$ ，电阻  $R = 10\text{k}\Omega$ ，计算  $\tau = 5T$ ， $\tau = 0.1T$  两种情况下的电容值。画出  $\tau = 5T$  以及  $\tau = 10T$  两种情况下稳态时输出电压的波形 (画两个周期)。



计算过程及作图如下：

$$\tau = RC$$

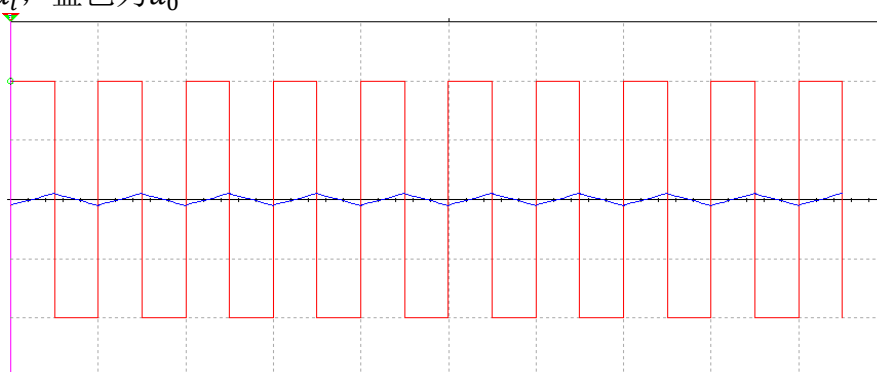
$$C = \frac{\tau}{R}$$

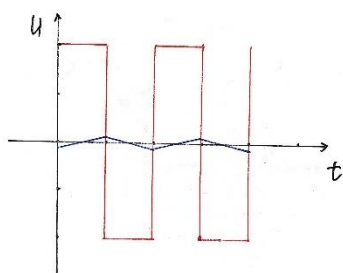
依次代入  $\tau = 5T$ ， $\tau = 0.1T$  得到电容分别为：

$$C = 0.5\mu\text{F}, 10\text{nF}$$

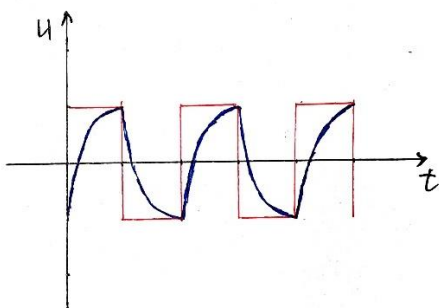
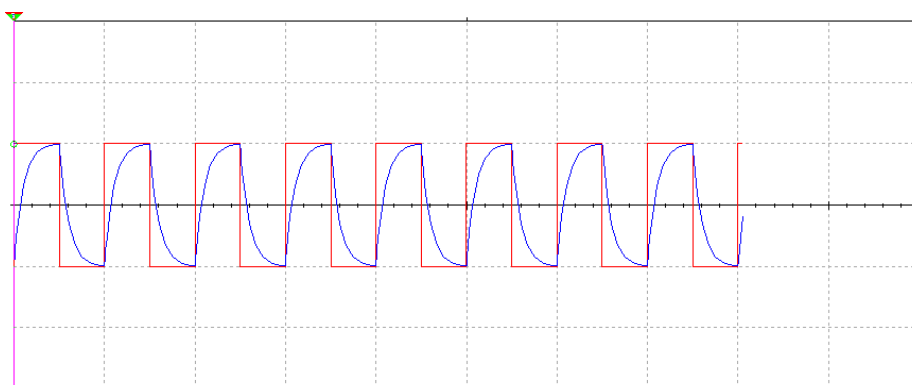
$\tau = 5T$  即  $C = 0.5\mu\text{F}$  时手绘和仿真波形如下：

红色为  $u_i$ ，蓝色为  $u_o$

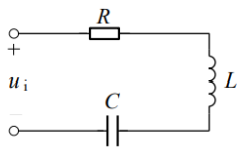




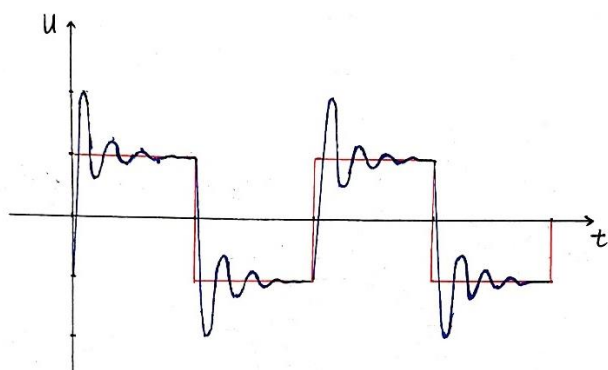
$\tau = 0.1T$  即  $C = 10\text{nF}$  时手绘和仿真波形如下：  
红色为  $u_i$ ，蓝色为  $u_o$



(3) 已知 RLC 串联电路中， $L = 0.5\text{H}$ ， $C = 0.1\mu\text{F}$ ，输入信号为  $10\text{ms}$  的方波脉冲，定性画出  $R = 1\text{k}\Omega$  及  $R = 6\text{k}\Omega$  两种情况下  $u_c$  的波形。



计算过程及作图如下：  
红色为  $u_i$ ，蓝色为  $u_c$   
 $R = 1\text{k}\Omega$ ：



$R = 6\text{ k}\Omega$ :

