

# 实验三：一阶电路时域响应

## 一、实验目的

1. 学习用示波器观察和分析电路的响应。
2. 研究RC电路在方波激励下，响应的基本规律和特点。
3. 熟练掌握常用仪器的使用方法。

## 二、实验设备

1. 函数信号发生器
2. 数字示波器
3. 元器件板

### 三、实验原理: 响应及其波形

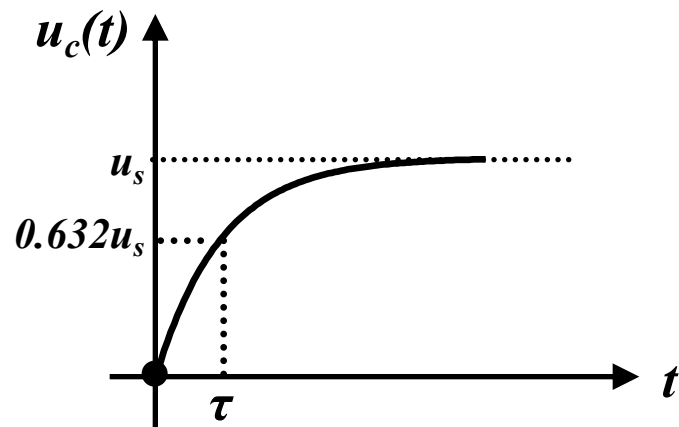
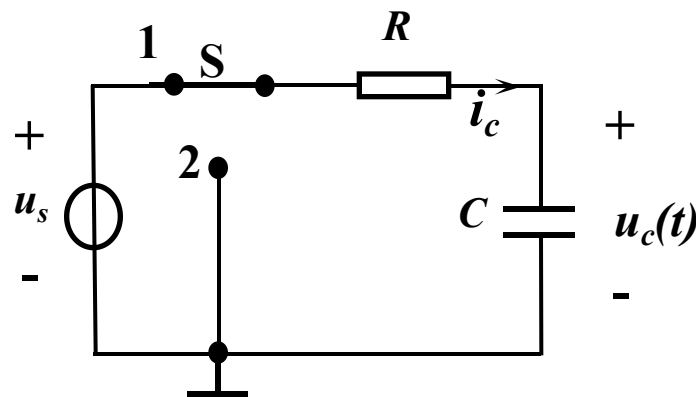
#### 零状态响应

储能元件的初始值为零，仅仅由输入激励引起的响应

$$u_C(t) = U_s \left( 1 - e^{-t/\tau} \right) \quad (t \geq 0)$$

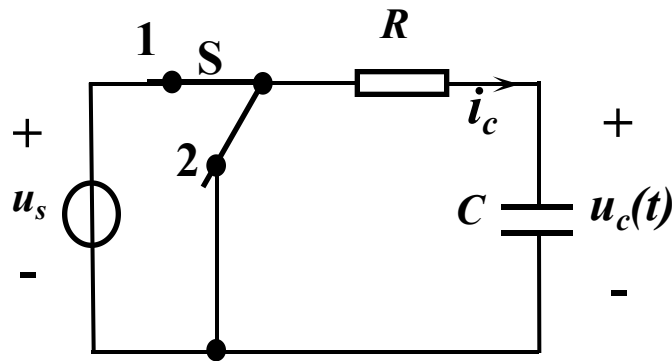
时间常数:  $\tau = RC$

工程上当  $t \geq 5\tau$  时  
可以看成稳态



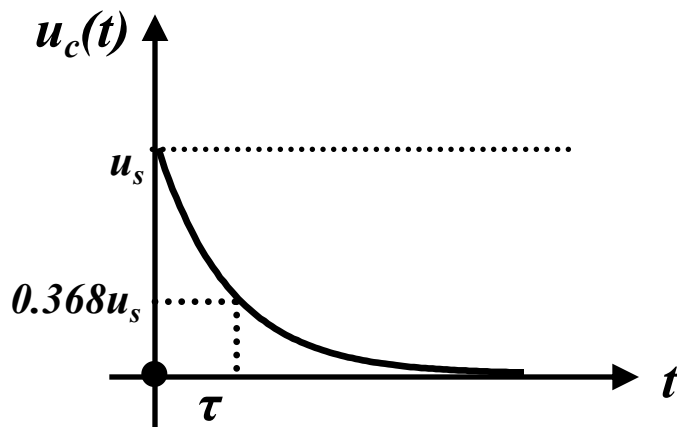
## 零输入响应 Zero Input Response

电路在无激励情况下，  
由储能元件的初始状态  
引起的响应



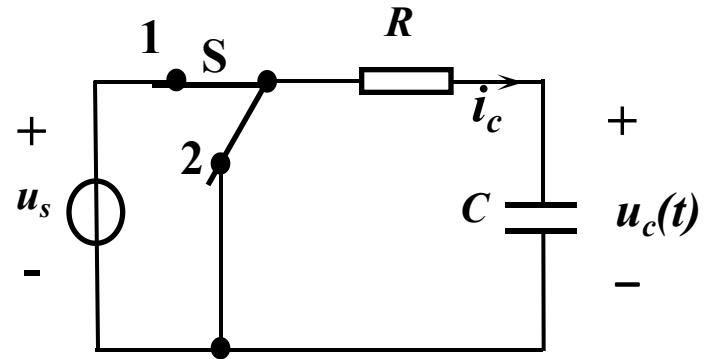
$$u_c(t) = u_c(0_-) e^{-t/\tau} \quad (t \geq 0)$$

工程上当  $t \geq 5\tau$  时可  
以看成稳态

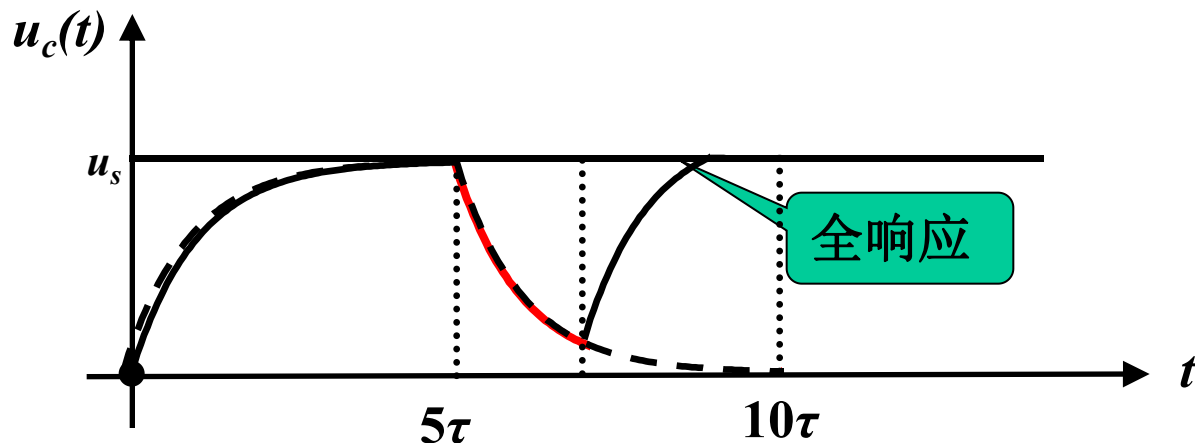


# 全响应 Complete Response

电路在输入激励和储能元件的初始储能共同作用下引起的响应

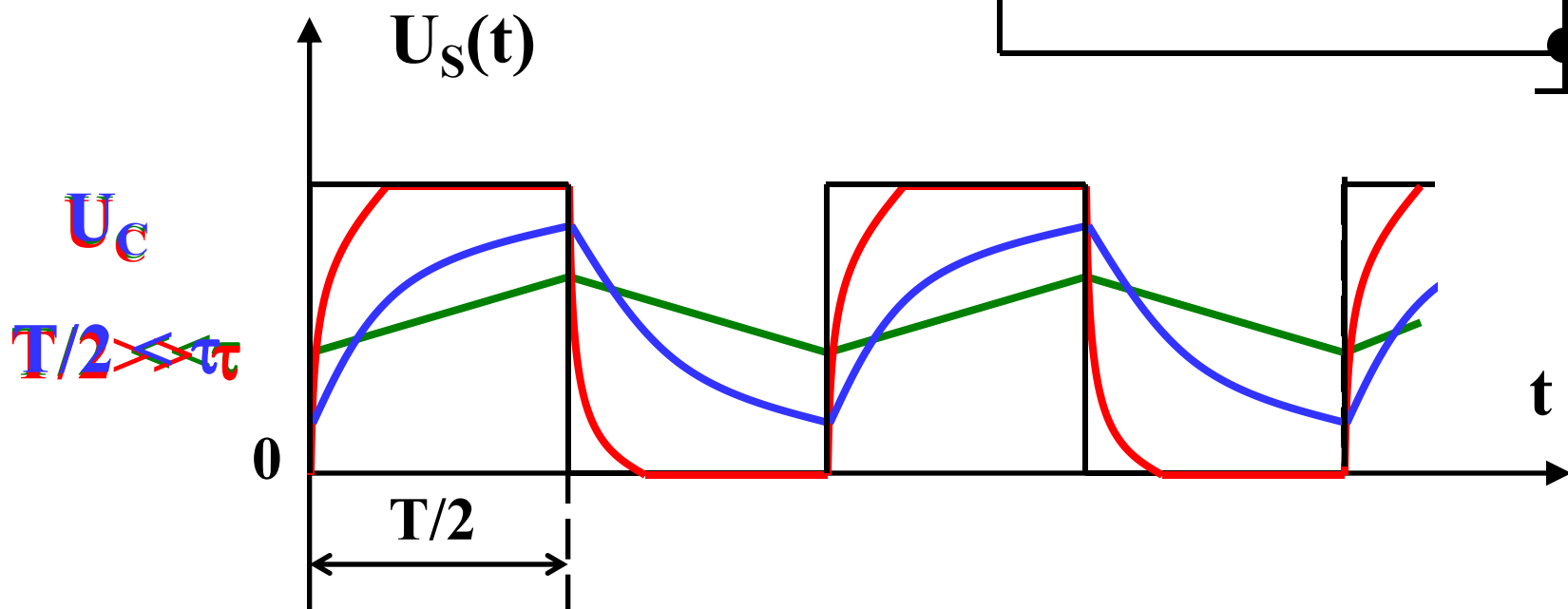
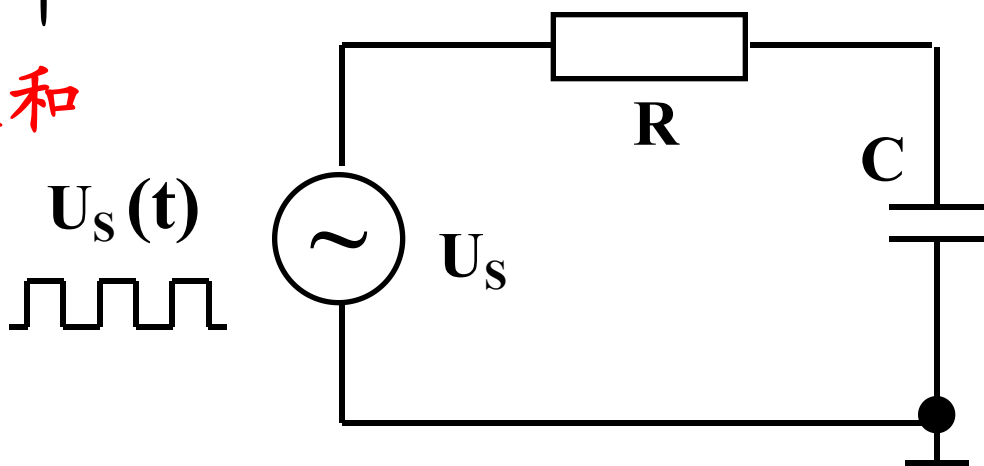


$$u_C(t) = [u_C(0_-) - u_C(\infty)]e^{\frac{-t}{\tau}} + u_C(\infty) \quad (t \geq 0)$$



# 响应及其波形的实验观察

用周期性的方波（低电平  
设为零电压）代替开关和  
直流激励。



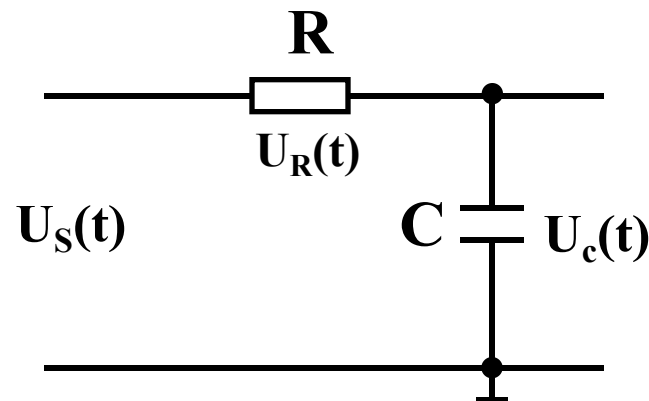
1、积分电路： 设 $U_C(0)=0$

$$U_C(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt = \int \frac{1}{C} \frac{U_R(t)}{R} dt \\ = \frac{1}{RC} \int U_R(t) dt$$

当 $\tau \gg T$ 时， $U_R(t) \gg U_C(t)$

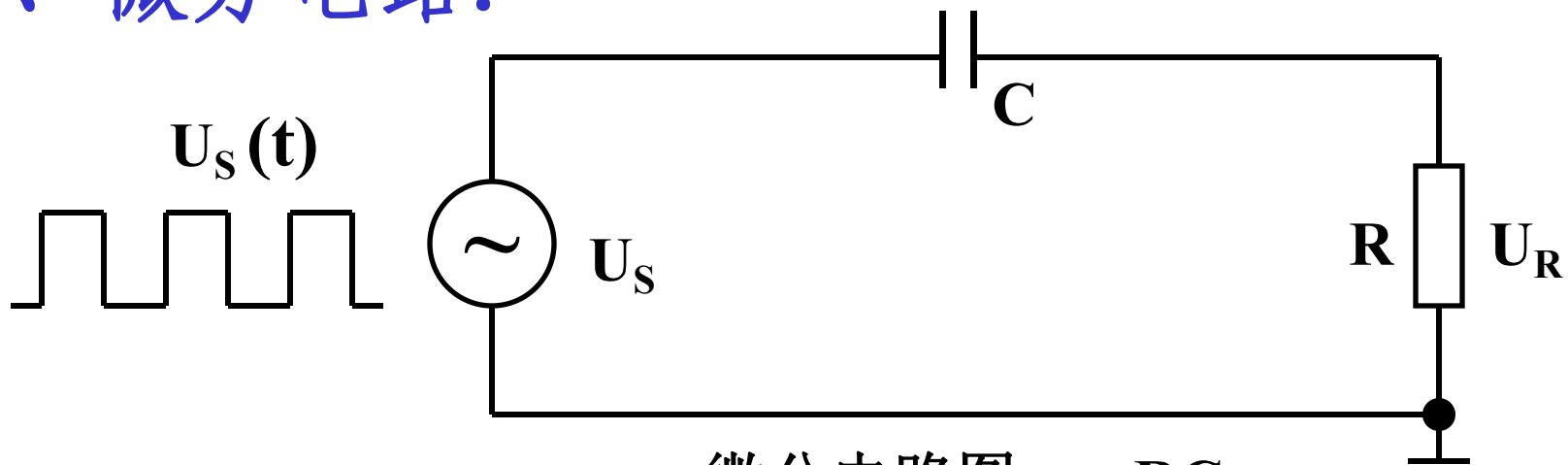
$$\therefore U_S(t) \approx U_R(t)$$

$$\therefore U_C(t) \approx \frac{1}{RC} \int U_S(t) dt$$

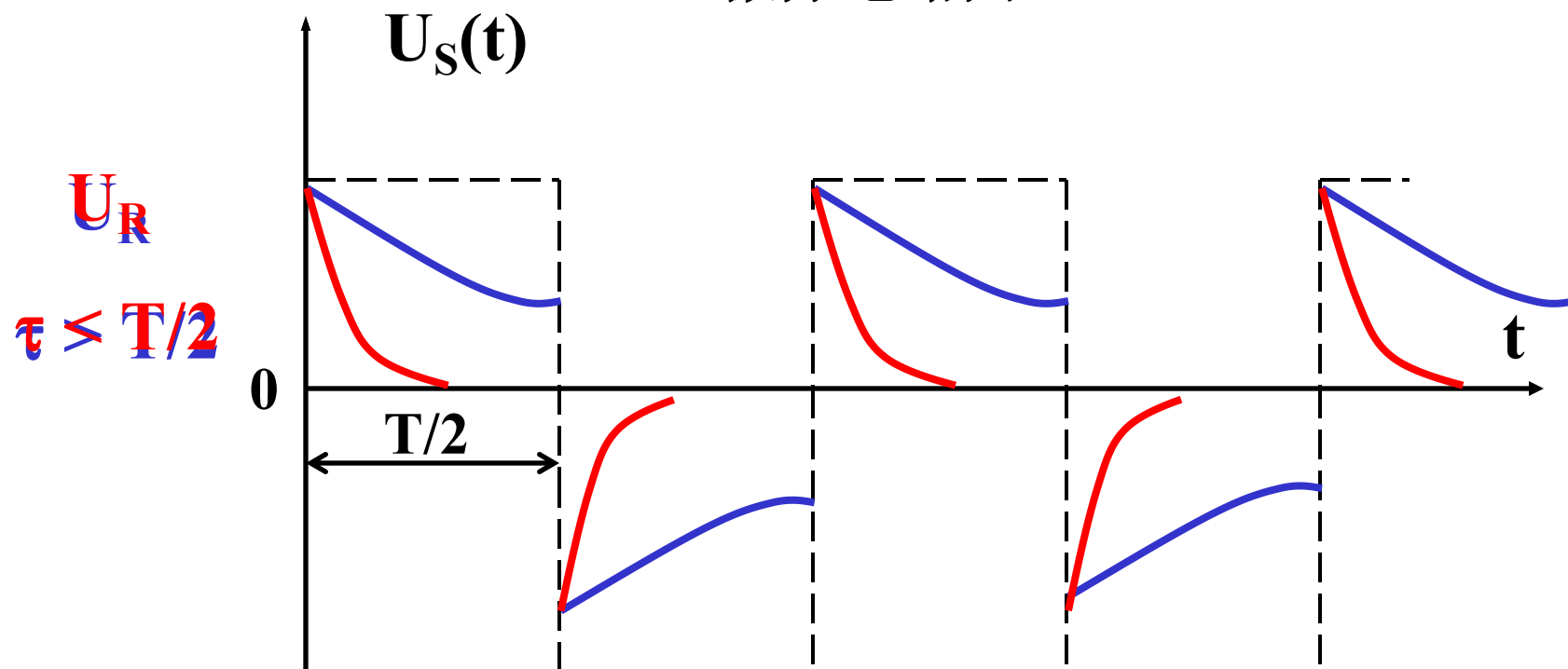


积分特性条件： $\tau \gg T$

## 2、微分电路:



微分电路图  $\tau = RC$

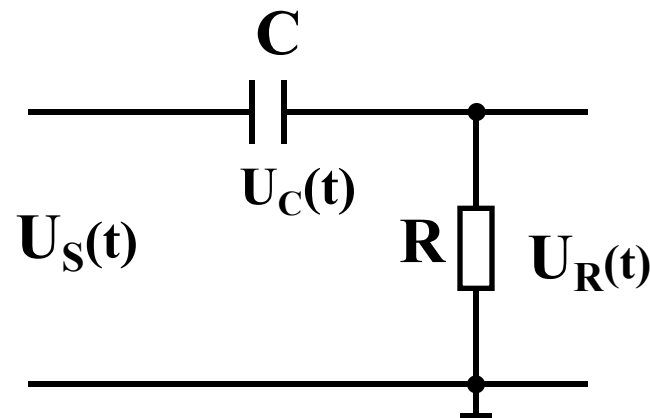


$$U_R(t) = i(t) R = RC \frac{d U_C(t)}{dt}$$

当  $\tau \ll T$  时,  $U_C(t) \gg U_R(t)$

$$\therefore U_S(t) \approx U_C(t)$$

$$\therefore U_R(t) \approx RC \frac{d U_S(t)}{dt}$$



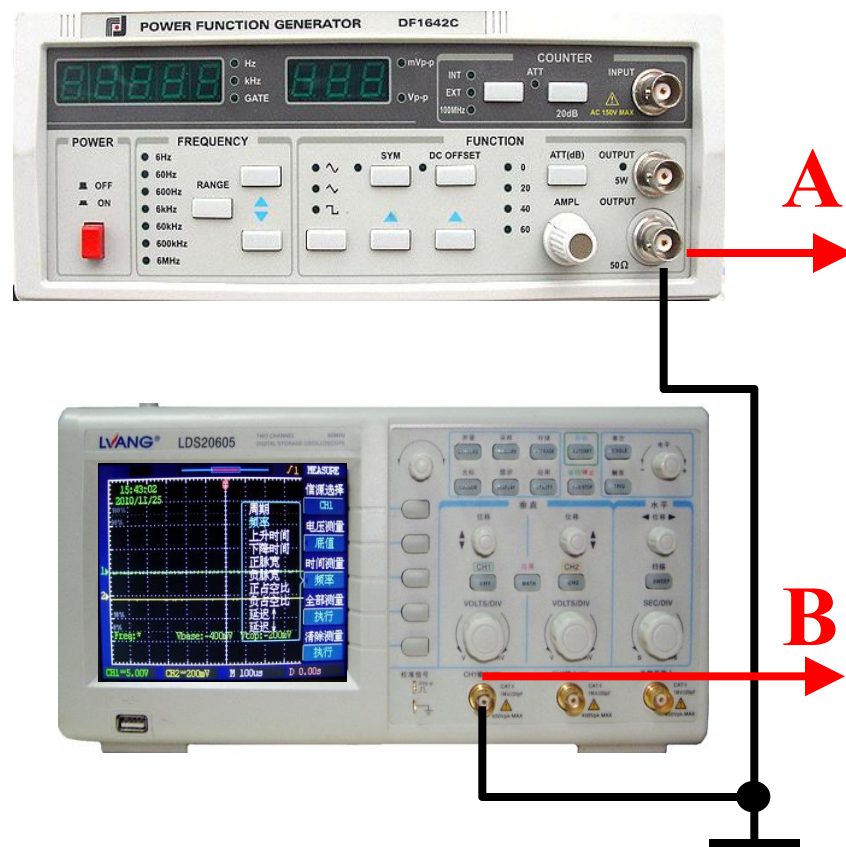
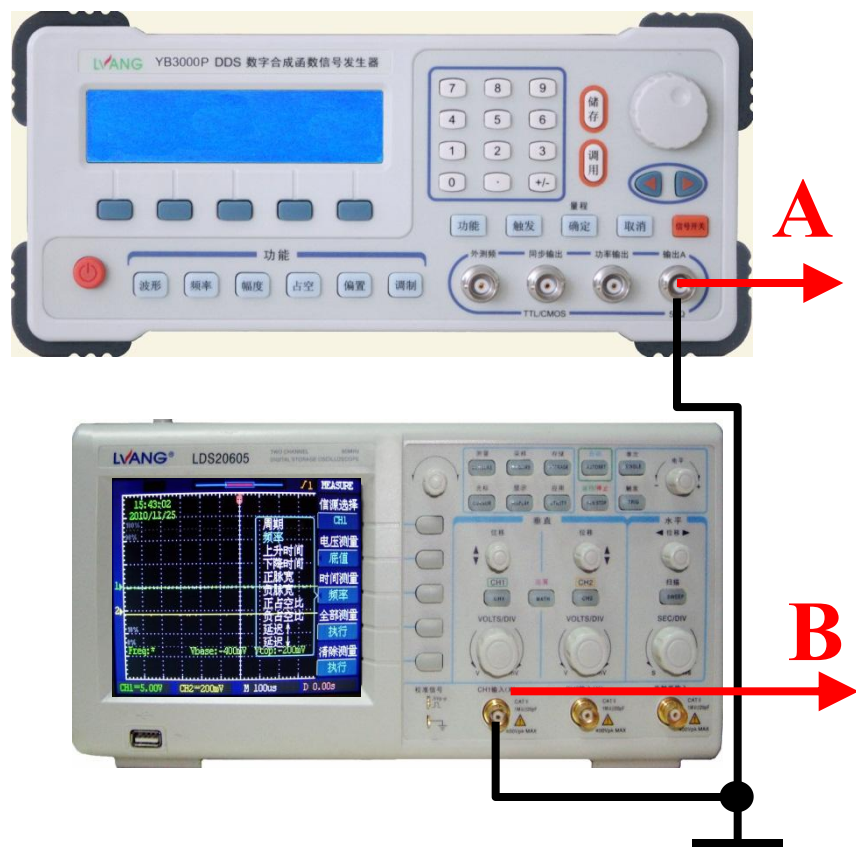
微分特性条件:  $\tau \ll T$



# 四、实验内容

## (一) 交流仪器的调节使用:

如图所示连接电路 (A、B 相连): 从信号源上输出 5 V (峰-峰值)、10KHz 方波信号, 用示波器观测波形。



## (二) 对方波的直流补偿：调节信号源偏置100%

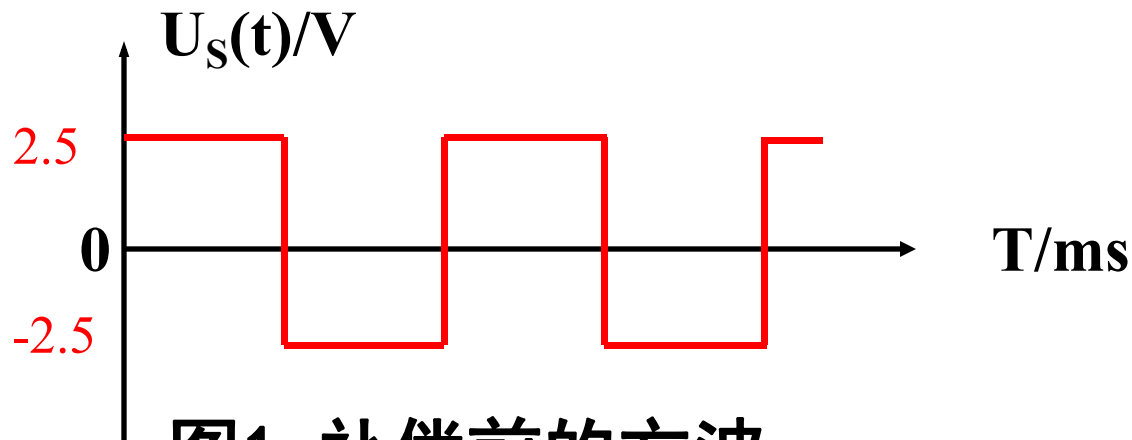


图1 补偿前的方波

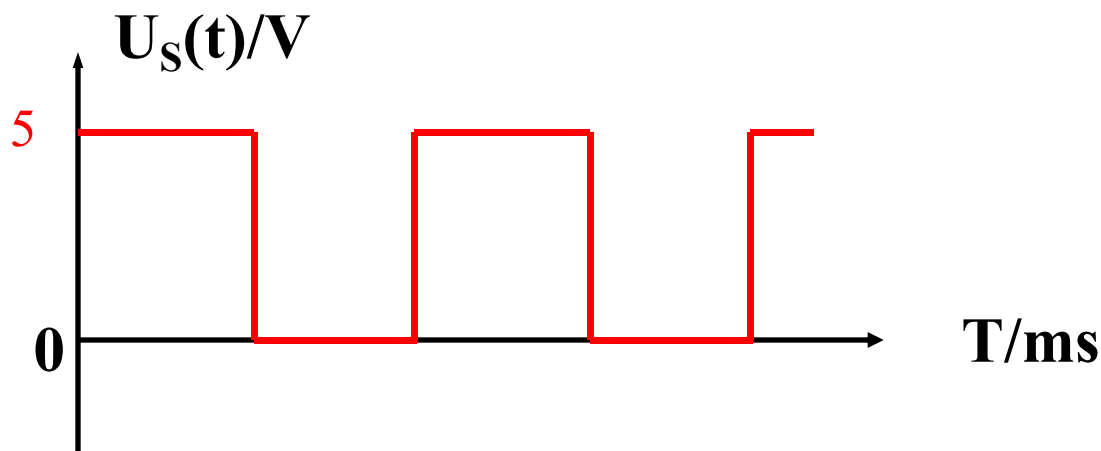
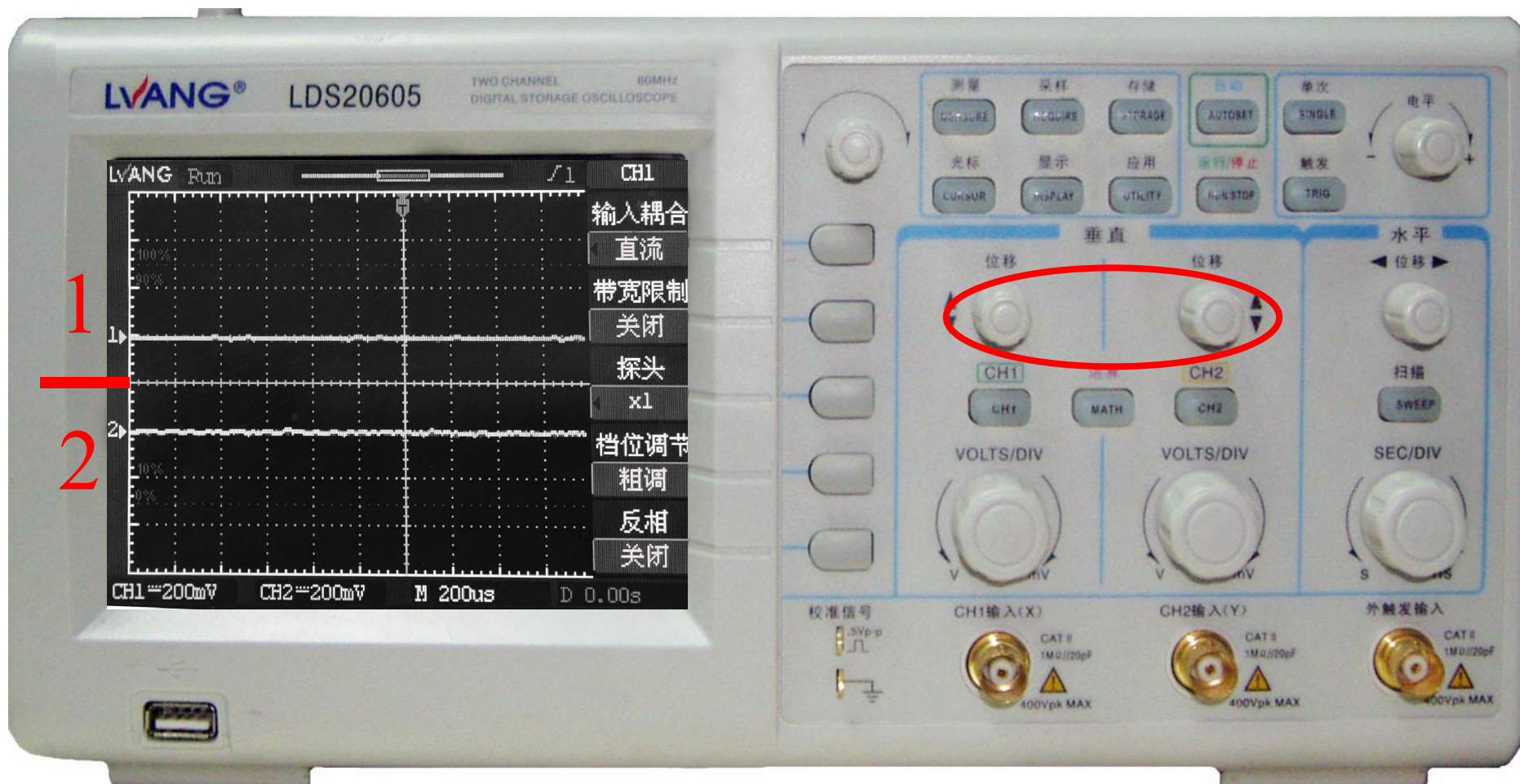


图2 补偿后的方波

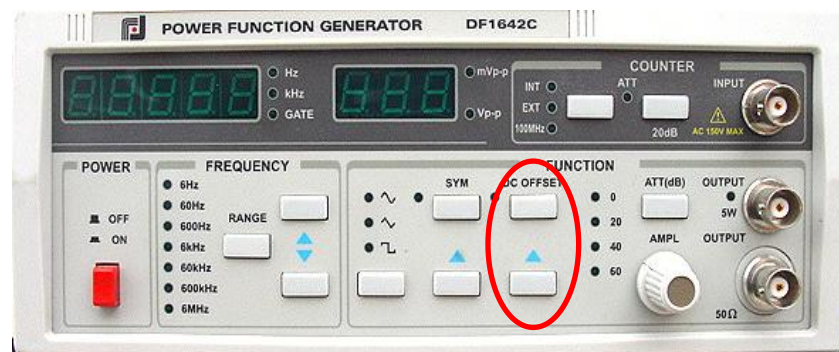
(1) 将示波器所测垂直通道水平线（0电位线）调至中央，且耦合方式置于“DC”进行测量。若对两路信号精确测量时，则将两路垂直输入耦合方式均做以上调整。





交流耦合：去掉直流分量。直流耦合：直流信号和交流信号都保留。

（2）调信号发生器的偏置档（或DC OFFSET档），使示波器显示的信号由图1调整为图2即可。



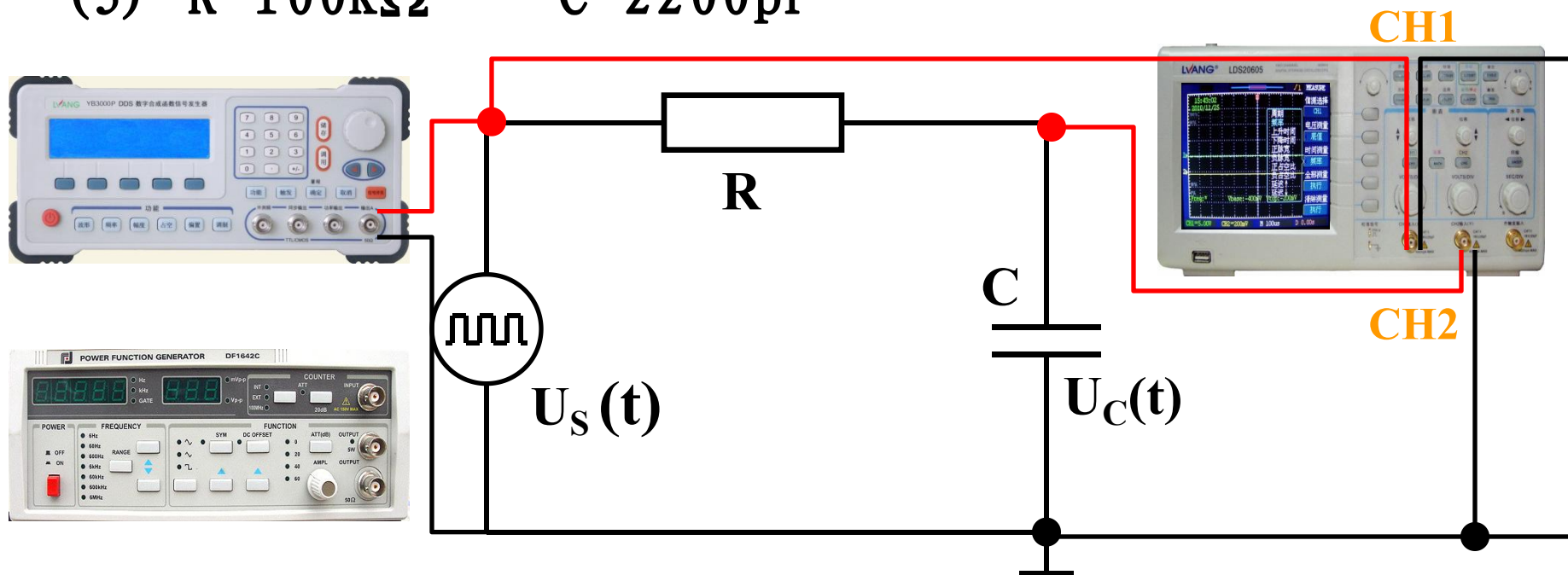
### (三) 一阶电路时域响应:

#### 1. 电容两端电压波形:

信号为幅值5V、 $T=0.1\text{ms}$  ( $f=10\text{kHz}$ ) 的方波信号。

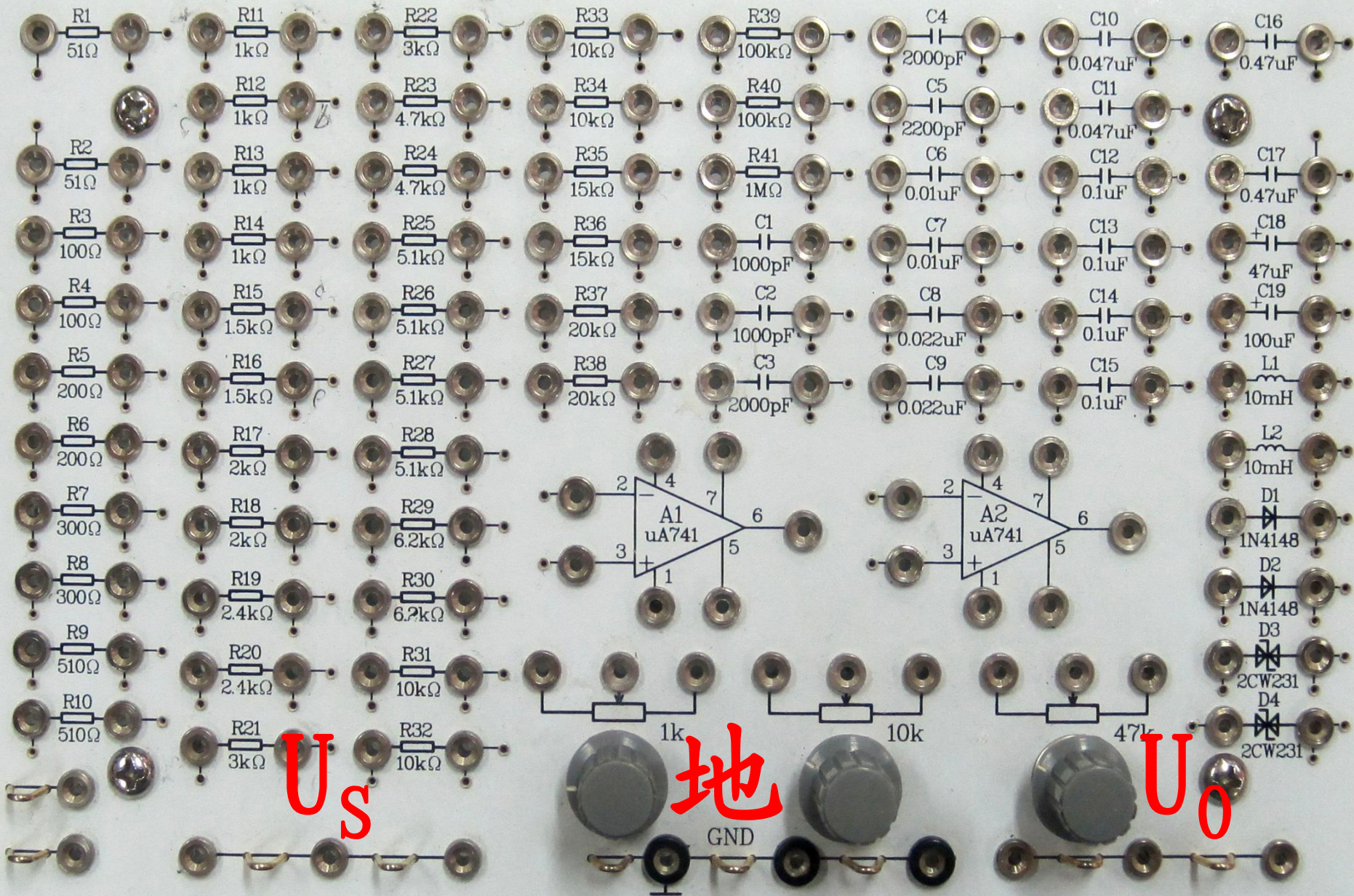
(1)  $R=1\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$  ; (2)  $R=6.2\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$  ;

(3)  $R=100\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$



用示波器观测记录三种情况下 $U_C(t)$ ，指出积分电路波形。



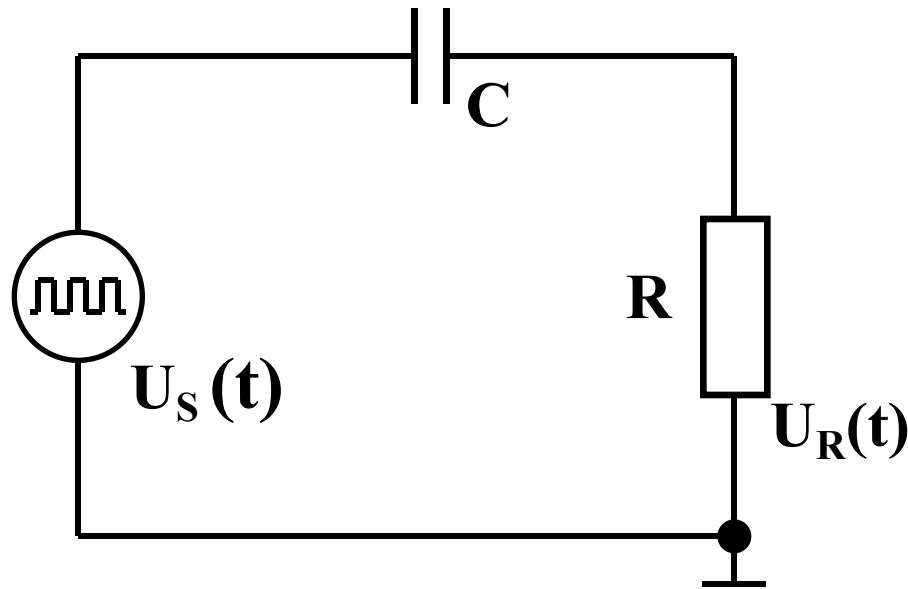


## 2. 电阻两端电压波形:

信号为幅值5V、 $T=0.1\text{ms}$  ( $f=10\text{kHz}$ ) 的方波信号。

(1)  $R=1\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$  ; (2)  $R=6.2\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$  ;

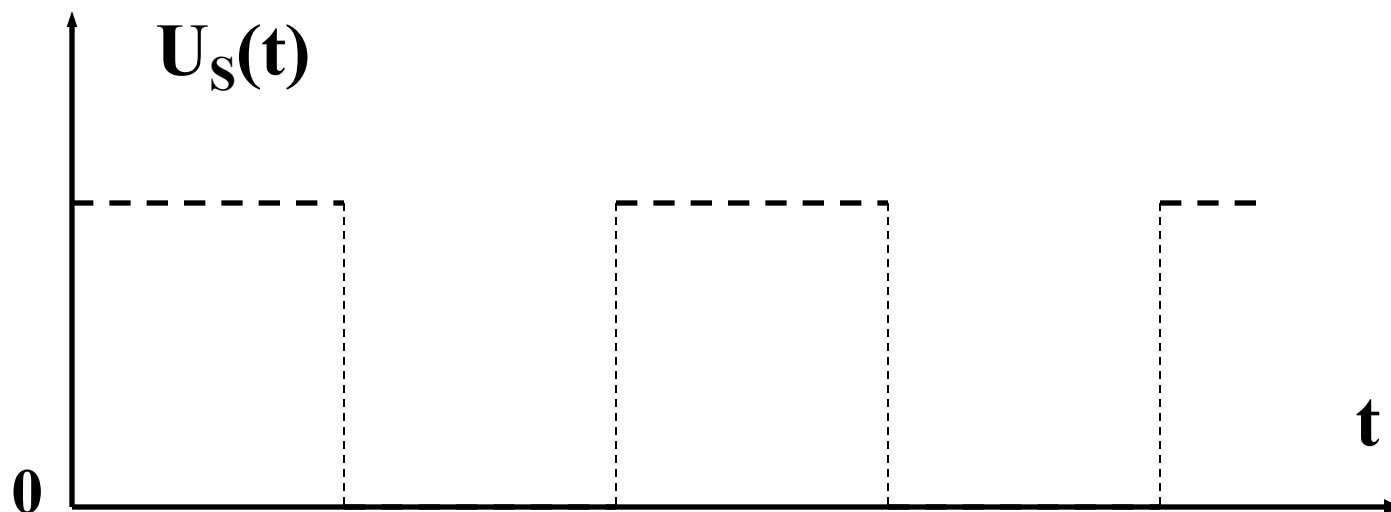
(3)  $R=100\text{k}\Omega$   $C=2200\text{pF}$



用示波器观测记录三种情况下 $U_R(t)$ ，指出微分电路的波形。

## 五、实验报告要求

1. 在直角坐标纸上画出一阶电路的各种响应波形，标明实验电路参数。



2.  $U_R(t)$  的哪一种波形满足微分电路的要求？
3.  $U_C(t)$  的哪一种波形满足积分电路的要求？
4. 总结信号源、示波器的基本使用方法。



# 实验报告绘图格式：标明波形参数

