



一阶RC电路

电路基础实验



- 一阶动态电路瞬态过程的分析
- RC无源滤波器
- 实验步骤



■ RC一阶电路的响应可以分为零输入响应、零状态响应和全响应，根据叠加原理：

全响应=零状态响应+零输入响应

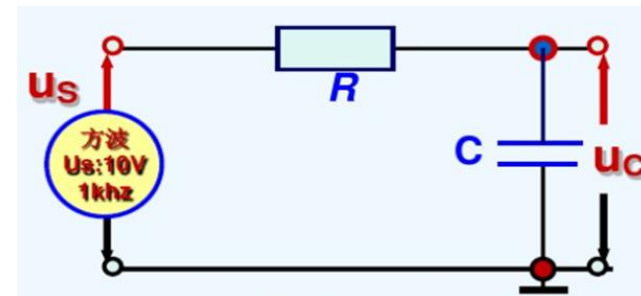
零状态响应： $u_c(t) = U_s(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

充电过程 外加激励单独作用

零输入响应： $u_c(t) = u_c(0^+)e^{-\frac{t}{\tau}}$

放电过程 外加激励置零

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





- RC一阶电路如图1所示：
- RC一阶电路零状态响应如图2所示：
 - 充电过程， $\tau = RC$ ， U_s 为电容到达稳态时的电压
 - 充电时间常数 τ ：电容充电到稳态电压的63%左右所对应的时间
 - 零状态响应变换的快慢取决于时间常数

$$1 - e^{-\frac{t}{\tau}}$$

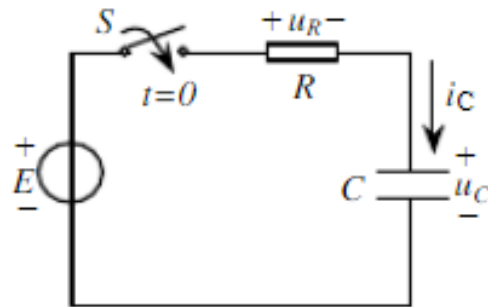


图1 RC一阶电路

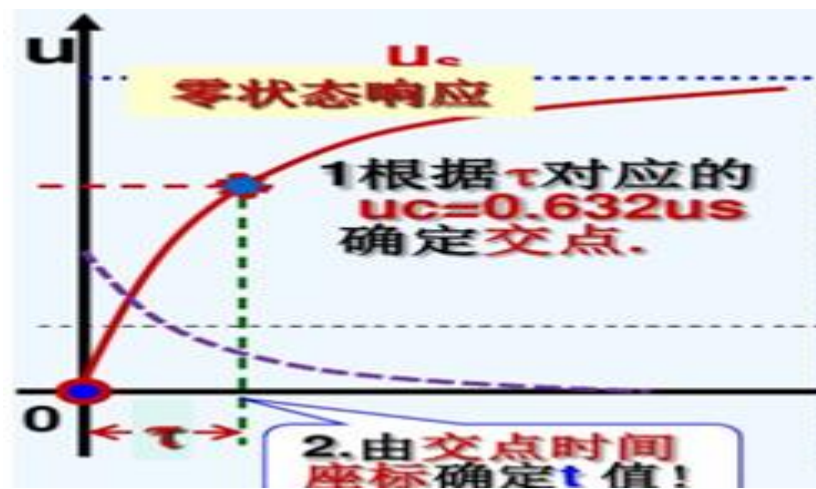


图2 RC一阶电路零状态响应



- RC一阶电路如图1所示：
- RC一阶电路零输入响应如图2所示：
 - 放电过程， $\tau = RC$ ， u_c 为电容的瞬时电压
 - 放电时间常数 τ ：电容放电到零状态电压的37%左右所对应的时间
 - 零输入响应变换的快慢取决于时间常数

$$e^{-\frac{t}{\tau}}$$

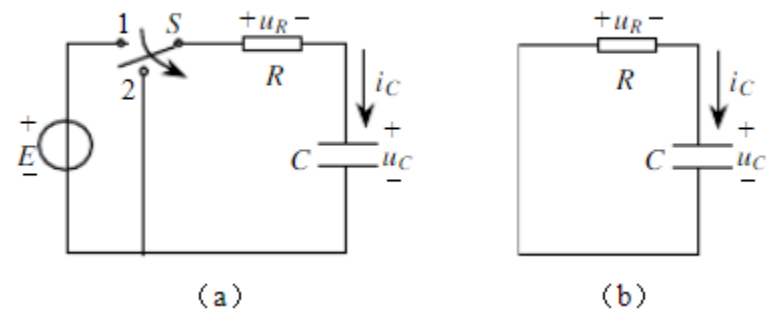


图1 RC一阶电路

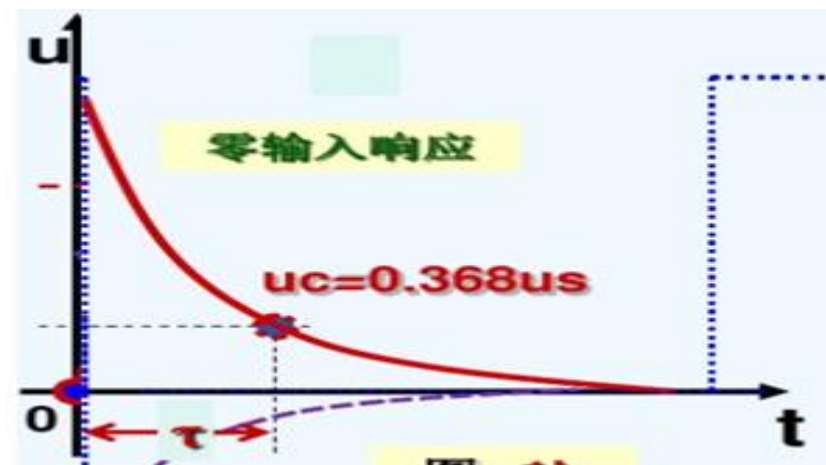
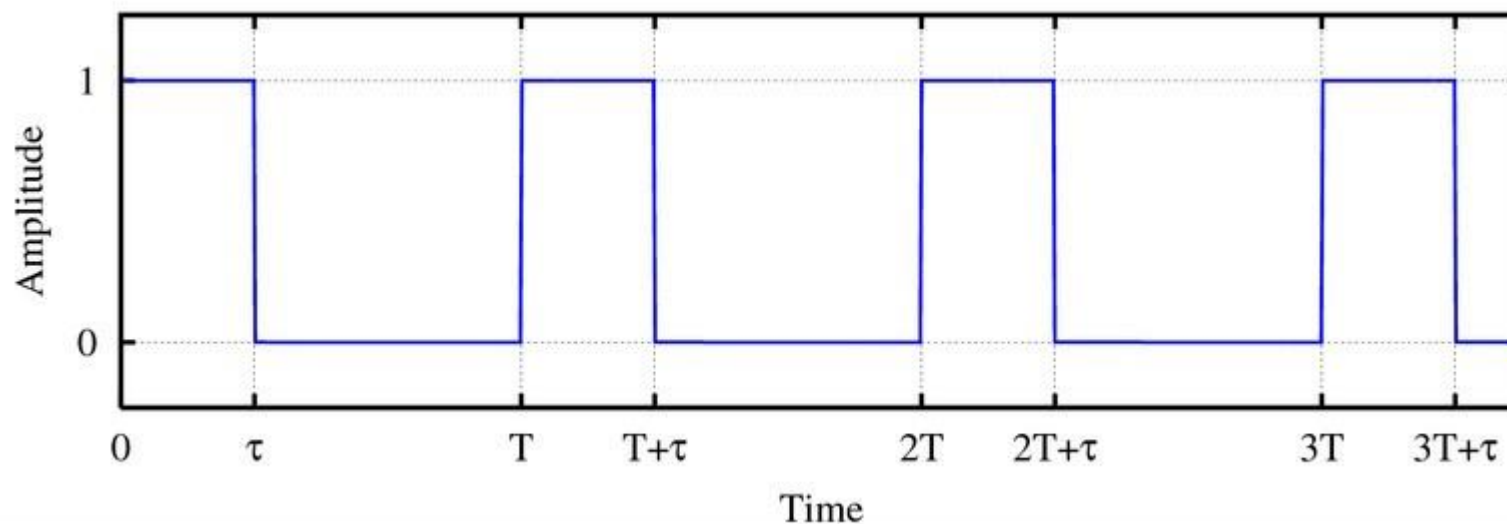


图2 RC一阶电路零输入响应



当RC电路的时间常数远小于方波周期时，可以将方波的响应视做零状态响应与零输入响应的多次过程：

方波的前沿相当于一个阶跃信号输入，电路响应为零状态响应；

方波的后沿相当于在电容具有初始状态时把电源用短路置换，其响应为零输入响应。



- RC一阶电路如图1所示：
- RC一阶电路全响应如图2所示：
 - 由充电过程和放电过程组成
 - 具有周期性
 - 全响应变换的快慢取决于时间常数

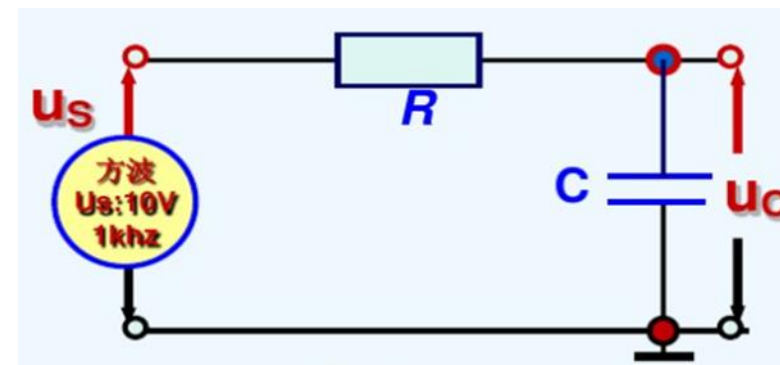


图1 RC一阶电路

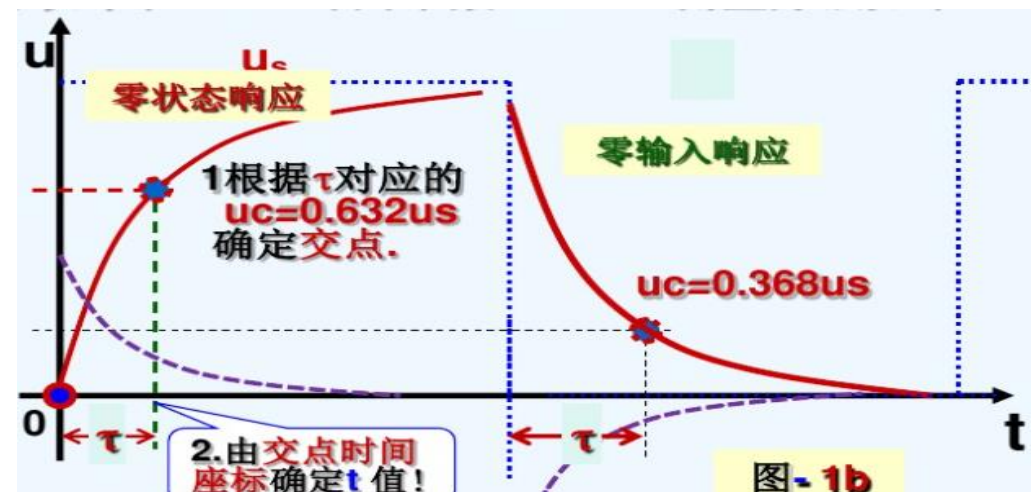


图2 RC一阶电路全响应



■ 积分电路如图1所示：

- 对电路元件参数和输入信号的周期有特定的要求
- 在方波序列脉冲的重复激励下
- 当 $\tau = RC \gg T/2$
- 且 U_C 作为响应电压输出

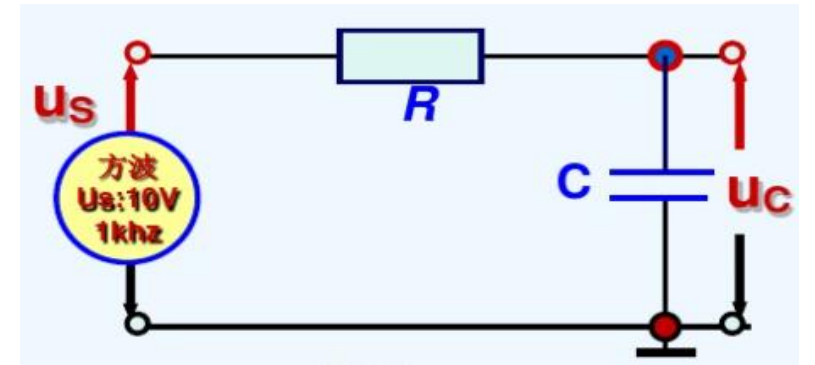


图1 RC 一阶电路

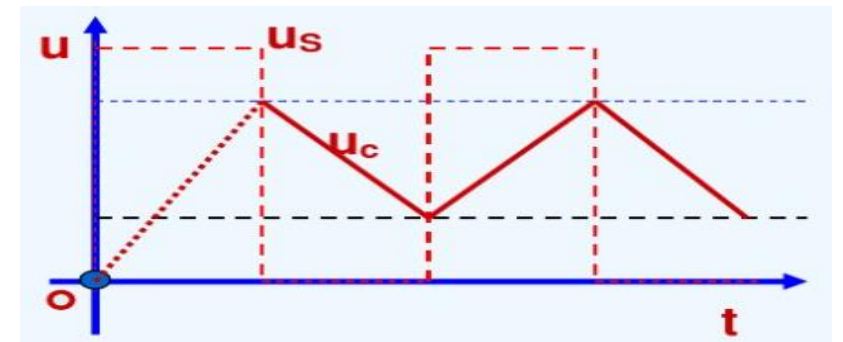


图2 积分电路响应



■ 微分电路如图1所示：

- 对电路元件参数和输入信号的周期有特定的要求
- 在方波序列脉冲的重复激励下
- 当 $\tau = RC \ll T/2$
- 且 U_R 作为响应电压输出

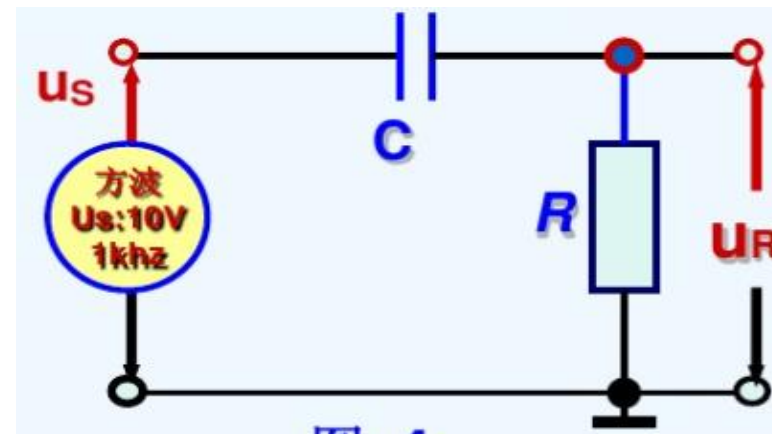


图1 RC 一阶电路

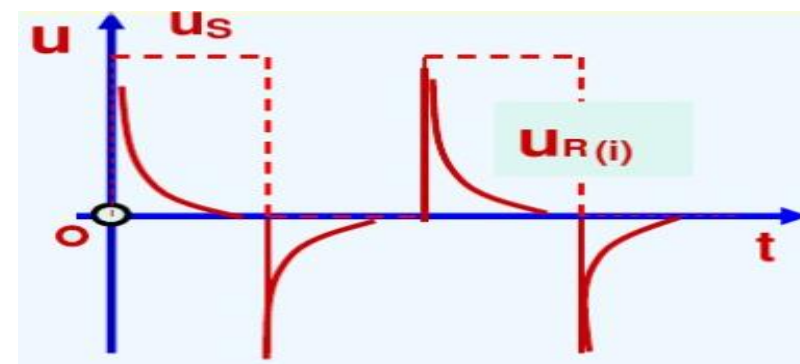


图2 微分电路响应



低通无源滤波器：由无源器件**电阻、电容电感等** **被动元件**组成

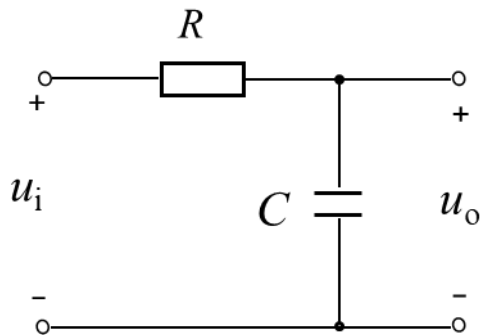
滤波器是一种选频装置，可以使信号中特定的频率成分通过，而极大地衰减其他频率成分。

优点：设计简单，实现简单

缺点：滤波效果不理想，过渡带过长
带负载能力差
无法对信号实现放大



低通无源滤波器：类比积分电路



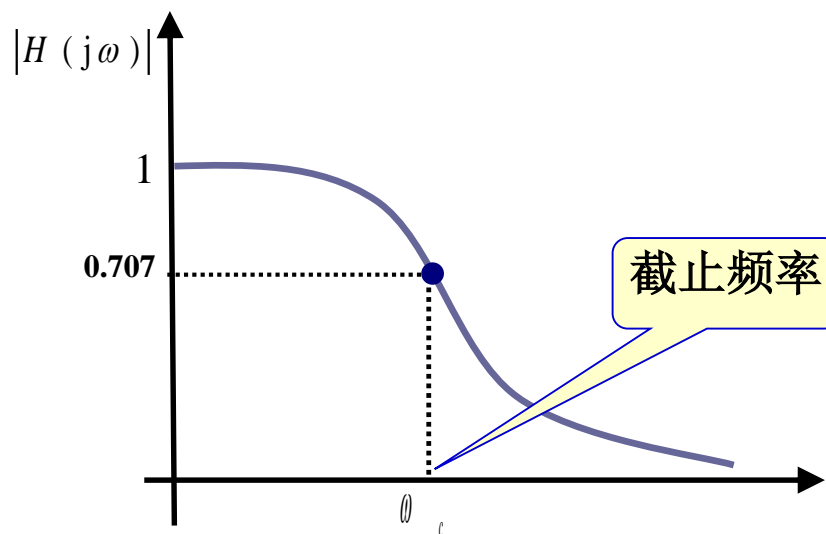
系统函数：

$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$

令 $\omega_c = \frac{1}{RC}$ 得：

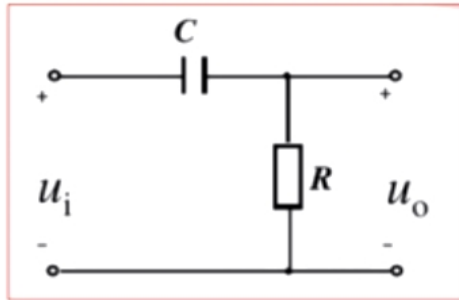
其幅频特性

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}}$$





高通无源滤波器：类比微分电路



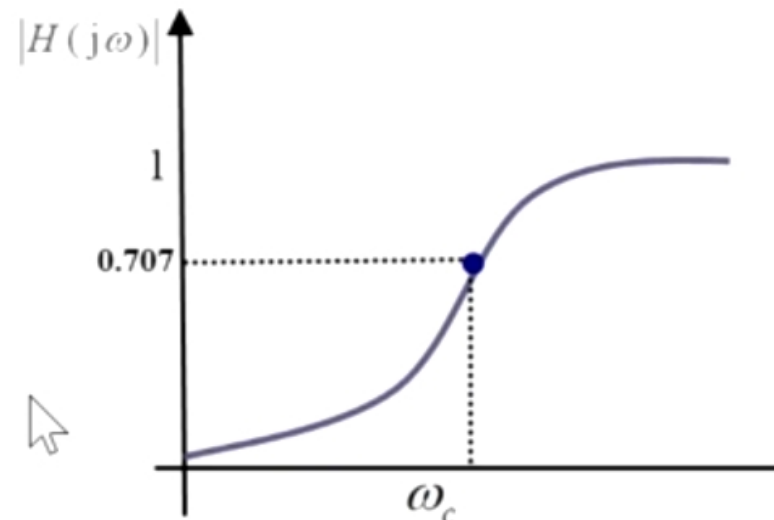
系统函数:

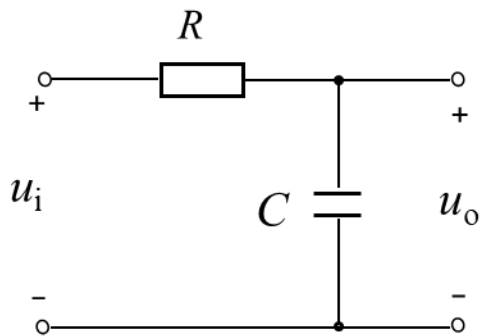
$$H(j\omega) = \frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_i} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

令 $\omega_c = \frac{1}{RC}$ 得

其幅频特性

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}}$$





- 1、预习报告；（2分）
- 2、利用示波器观察全响应波形：方波频率根据RC所给参数自行选择，幅度为2Vpp,标称值 $R=10k$ $C=0.01\mu f$ ，定量测量记录电容上的电压波形与时间常数，并与理论计算时间常数对比（2分）
- 3、自选适当的电阻与电容与信号源频率（方波），实现微分电路与积分电路，要求将示波器上结果拍照（照片里须含一卡通）并反应到实验报告中；（2分）
- 4、利用示波器或者交流毫伏表仪器测量低通或高通滤波器的幅频特性曲线（曲线横坐标为频率 纵坐标为电压，至少8个点），信号源输入采用正弦信号，滤波器电路参数从元器件包里选取自行设计（3分）

实验报告（3分）

- 1、认真记录实验数据
- 2、用坐标纸定量描绘测试波形，正确标明相应坐标。
- 3、根据测量数据和波形，分析测试结果总结相关内容。

注意：

- 1、不要用电阻箱与电容箱实验！
- 2、连接电路前检查所用导线的情况
- 3、电阻电容实际测量



- 1、根据实验2、3所涉及的LM317芯片对照学习芯片LM324（集成运算放大器），要求明确各引脚的作用，回答集成运放LM324的输入电压范围是多少？
- 2、如何实现双电源供电：正负5伏的输出，即给集成运放LM324供电，这样的意义是什么，单电源供电可以么？
- 3、在Multisim上仿真实现反向比例放大器电路、含运放的有源积分电路，并用虚拟示波器观测输入输出波形。

记得带**面包板**与器件包