

实验九:

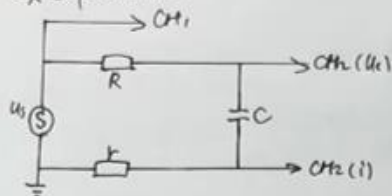
一阶电路的响应

实验台编号: 8

一、注意事项

1. 示波器、信号发生器的公共端与电路中的“L”点必须接在一起。
2. 观察零状态响应、零输入响应和全响应时,示波器应处于慢扫描状态。

二、实验任务与方法



$$U_{sp-p} = 10V, \quad f = 1KHz, \quad C = 0.1\mu F$$

计算R值:

$$\textcircled{1} 5RC = \frac{T}{2} \Rightarrow R = 1000\Omega$$

$$\textcircled{2} 5RC < \frac{T}{2} \Rightarrow R = 100\Omega$$

$$\textcircled{3} 5RC > \frac{T}{2} \Rightarrow R = 10000\Omega$$

具体波形见实验报告。

一. 实验目的

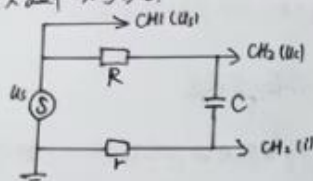
1. 学习用示波器观察一阶电路的过渡过程。
2. 学习用示波器测量一阶电路时间常数 τ 的方法。
3. 观察一阶电路阶跃响应和正弦波激励响应的规律和特点。

二. 实验原理

1. 全响应: $U_C(t) = U_C(\infty)e^{-\frac{t}{\tau}} + U_C(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ 全响应可以分解为零输入响应和零状态响应, 也可以看作是强制分量和自由分量的叠加。

2. 时间常数 τ : 在示波器上显示出响应波形后, 可以由波形计算出电路的时间常数 τ 。对时间曲线, 幅值上升到终值的63.2%对应的时间即为 τ 。同理幅值下降到初值的36.8%对应时间也为 τ 。

三. 实验任务与方法



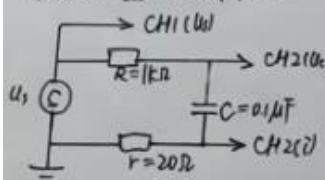
研究RC电路在正弦波 u_s 激励电源作用下的电容电压和电流响应。
分别描绘出 $SR = \frac{\tau}{T} = \frac{1}{2\pi fRC}$, $SR \ll \frac{1}{2\pi fRC}$ 和 $SR \gg \frac{1}{2\pi fRC}$ 下, $u_s(t)$, $u_C(t)$ 和 $i(t)$ 的波形。
(正弦波激励电压有效值 $U_{eff} = 10V$, $f = 1kHz$, $C = 0.1\mu F$)

四. 预习思考题

1. 如果要利用示波器观察一阶RC电路中电阻电压的波形, 应如何接线?
答: 如果观察电阻 r 波形, 选一通道接在 r 右端即可观察其波形。
如果观察电阻 R 波形, 选一通道接在 R 左端, 地线接 R 右端即可观察其波形。
2. 在RC串联电路中如果电路的时间常数 $\tau = 0.04s$, 则示波器的水平扫描速度“S/DIV”应不小于多少才能看到完整的波形?
答: 为看到完整波形, 示波器屏幕时间应至少横跨 $t = 5\tau = 0.2s$ 。而示波器水平轴共有10格, 故水平扫描速度“S/DIV”应不小于 $0.02s/DIV$ 即 $20ms/DIV$ 。

五. 数据处理与分析

① $SR = \frac{\tau}{T} = \frac{1}{2}$ 时, R 取 $1k\Omega$ 。

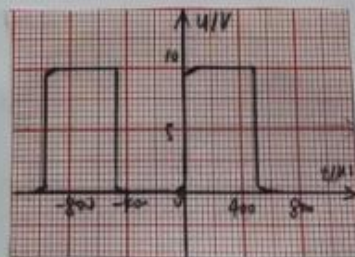


$10 \sin(2000\pi t) V$

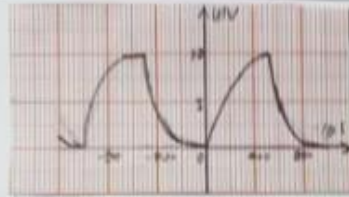
CH1 固定不动, CH2 分别就其不同位置各进行一次测量, 分别测得 u_C 及 i 。

绘出 u_s 波形, u_C 波形, i 波形如下。

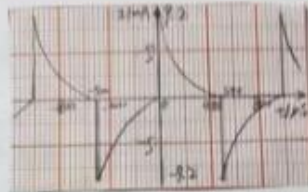
u_s 波形:



u_c 波形:



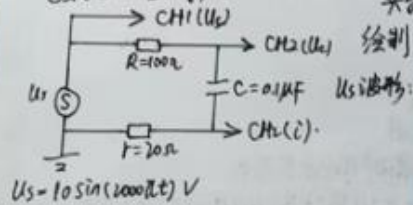
i 波形:



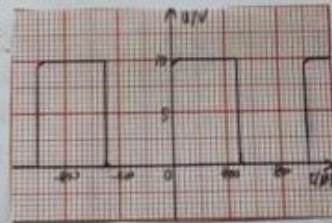
当 $5RC = \frac{T}{2}$ 时, 可认为电容充电至 $\frac{T}{2}$ 时已达到稳定, 即电压 u_c 最大输出电压 10V, 随后电压源置零, 电容开始放电。由于电路结构不变, C 为定值, 同样经 $\frac{T}{2}$ 后放电基本完毕。
需要说明的是, 由于电压源并非理想, 输出方波并非完全的正方波, 存在一定误差。

② $RC \ll \frac{T}{2}$ 时, R 取 100Ω 。

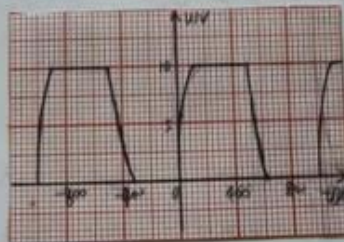
实验步骤与①中情形完全一致, 只需将电阻 R 由 $1k\Omega$ 换成 100Ω 即可。



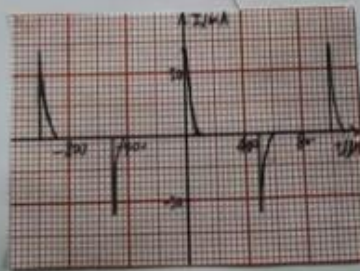
绘制波形如下:



u_c 波形:



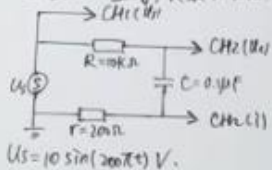
i 波形:



实验报告

当 $SR \ll \frac{1}{T}$ 时, 电容充电至稳态时间远小于正弦波半周期 $\frac{T}{2}$, 因此 U_C 经较短时间便达到稳态。随后电路开路, 电流为零。当达到 $\frac{T}{2}$ 后, 电容迅速放电, 能量表减小至零。

③ $SR \gg \frac{1}{T}$ 时, R 取 $10k\Omega$ 此时由于基尔电阻均较大, 为避免波形失真, 采样电阻 r 取 200Ω 。

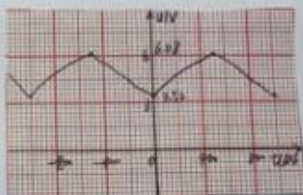


实验步骤与①②中完全一致, 仅需更换电阻阻值。
得到波形如下。

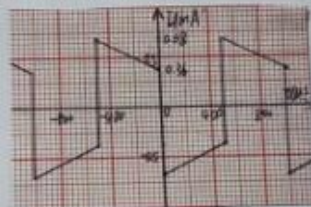
U_s 波形:



U_C 波形:



i 波形:



当 $SR \gg \frac{1}{T}$ 时, 电容充电至 $\frac{T}{2}$ 时还未达到稳态, 无法升压至 $10V$; 又由于示波器取一段时间后测量, 故开始电压并非从零开始。每当电源电压发生变化, U_C 相应发生变化。同时发现 R 越大, U_C 波形越接近标准正弦波。

六、实验小结

本次实验中我学习了用示波器观察一阶电路的过渡过程, 同时用示波器测量一阶电路时间常数的方法, 并用示波器观察了一阶电路阶跃响应和方波激励响应的规律与特点。实验主要以示波器呈现波形为主要操作步骤, 需对具体波形作相应扫描速度, 为后续的测量与测量。