

浙江大学

本科实验报告

一阶 RC 电路的瞬态响应过程

课程名称：	电子电路设计实验
姓 名：	姚桂涛
学 院：	信息与工程学院
专 业：	信息工程
学 号：	3190105597
指导老师：	李锡华、施红军、叶险峰

2021 年 7 月 4 日

浙江大学实验报告

专业： 信息工程
姓名： 姚桂涛
学号： 3190105597
日期： 2021 年 7 月 4 日
地点： 东 4-216

课程名称： 电子电路设计实验
实验名称： 一阶 RC 电路的瞬态响应过程

指导老师： 李锡华、施红军、戴险峰
实验类型： 研究实验 同组学生姓名： 杜秉哲

一、 实验目的

- (1) 熟悉一阶 RC 电路的零状态响应、零输入响应过程。
- (2) 研究一阶 RC 电路在零输入、阶跃激励情况下，响应的基本规律和特点。
- (3) 学习用示波器观察分析 RC 电路的响应。
- (4) 从响应曲线中求 RC 电路的时间常数。

二、 实验任务和要求

- (1) 按电路图连接好电路。
- (2) 用示波器观察 RC 电路的零输入响应、零状态响应，描绘响应曲线，求出电路的时间常数。
- (3) 更换电路中电阻、电容的大小（即改变时间常数），重新测量电路的各种响应，分别求出每次测量的时间常数。
- (4) 理论计算（仿真）电路的时间常数，并与实验测量值比较。

三、 实验方案设计与实验参数计算

1. 完整实验电路

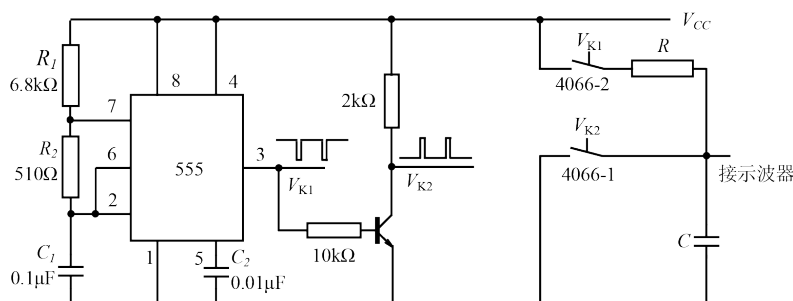


图 1: 完整实验电路

2. 实验方案总体设计

- (1) 按电路图连接好实验电路
- (2) 示波器观察 RC 零输入相应电路，描绘响应曲线，求出电路的时间常数。并改变电容，再次实验。
- (3) 示波器观察 RC 零状态相应电路，描绘响应曲线，求出电路的时间常数。并改变电阻，再次实验。
- (4) 理论计算出各个电路的时间常数值与实验测量值比较。

四、 主要仪器设备

示波器，实验电路板。

五、 实验步骤、实验调试过程、实验数据记录

1. 实验步骤以及实验调试过程

- (1) 按电路图连接好实验电路。
- (2) 示波器观察 RC 零输入相应电路，描绘响应曲线，根据如图 2 公式，测量出时间常数，记入表中。
- (3) 更换电路中的电容，重复 (2) 实验。
- (4) 示波器观察 RC 零状态相应电路，描绘响应曲线，根据如图 3 公式，测量出时间常数，记入表中。
- (5) 更换电路中的电阻，重复 (4) 实验。
- (6) 理论计算出每个实验的时间常数记入表中。

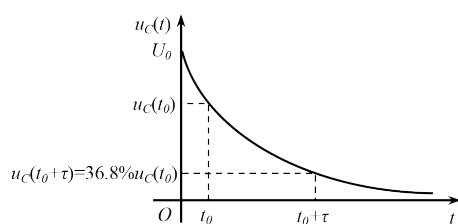


图 2: 零输入响应

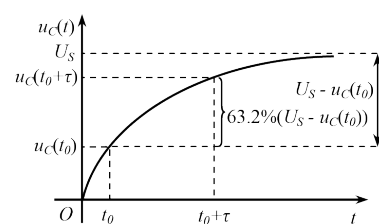


图 3: 零状态响应

2. 实验数据记录

表 1: RC 时间常数的测量

Num	R	C	τ (测量值)	τ' (计算值)	
1	$4.3k\Omega$	$0.22\mu F$	$9.4 \times 10^{-4}s$	$9.46 \times 10^{-4}s$	零输入响应
2	$4.3k\Omega$	$0.01\mu F$	$4.2 \times 10^{-5}s$	$4.3 \times 10^{-5}s$	
3	$9.1k\Omega$	$0.1\mu F$	$9.2 \times 10^{-4}s$	$9.1 \times 10^{-4}s$	零状态响应
4	750Ω	$0.1\mu F$	$8.4 \times 10^{-5}s$	$7.2 \times 10^{-5}s$	

六、 实验结果和分析处理

1. 数据分析

表 2: RC 时间常数的测量

Num	R	C	τ (测量值)	τ' (计算值)	
1	$4.3k\Omega$	$0.22\mu F$	$9.4 \times 10^{-4}s$	$9.46 \times 10^{-4}s$	零输入响应
2	$4.3k\Omega$	$0.01\mu F$	$4.2 \times 10^{-5}s$	$4.3 \times 10^{-5}s$	
3	$9.1k\Omega$	$0.1\mu F$	$9.2 \times 10^{-4}s$	$9.1 \times 10^{-4}s$	零状态响应
4	750Ω	$0.1\mu F$	$8.4 \times 10^{-5}s$	$7.2 \times 10^{-5}s$	

曲线描绘

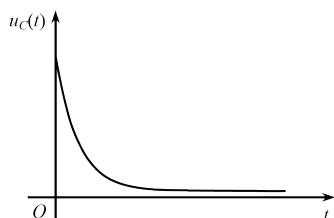


图 4: 零输入响应 1

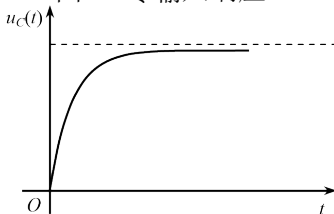


图 6: 零状态响应 1

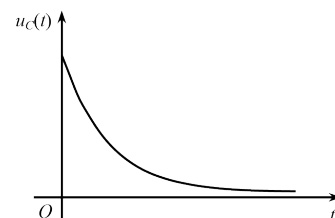


图 5: 零输入响应 2

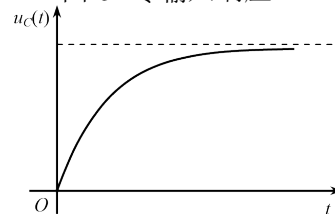


图 7: 零状态响应 2

2. 实验结果

- (1) 由图像可知，零输入响应由初电压开始，遵照指数规律衰减，最后趋于 0。时间常数满足 $\tau = RC$ 。
- (2) 由图像可知，零状态响应由初电压开始，遵照指数规律增加，最后趋于稳定值。时间常数满足 $\tau = RC$ 。

3. 误差分析

由于示波器线宽的原因以及示波器游标的精度不高，导致的读书误差。

七、 讨论、心得

通过本次实验，我们对一阶 RC 电路的瞬态响应过程有了更加深入的理解。通过更换电阻电容，我们可以改变电路的时间常数。我们也对示波器的使用有了更加深入的掌握。

八、 思考题

- (1) 零输入响应是指电路没有接入外部电源，而是由内部储能元件引起的响应；零状态响应是指内部储能元件储能为 0，由外部给予一个激励之后电路产生的响应。
- (2) 接好示波器后，转动示波器的 TIME/DIV 旋钮，观察图像，使得图像趋于稳定，此时扫描和激励同步。
- (3) 时间常数表示过渡反应的时间过程的常数。指该物理量从最大值衰减到最大值的 $\frac{1}{e}$ 所需要的时间。即 $u_c(t)$ 衰减为自身的 $\frac{1}{e}$ 倍时需要的时间。其反映了过渡过程的快慢， τ 过渡过程时间越长。