

# 实验报告

课程名称: 物理实验II 实验名称: RLC串联电路的暂态过程 实验日期: 2024 年 11 月 5 日 晚上  
班 级: 07112304 教学班级: 学 号: 11202339 姓 名: 陈星霖

## 实验: RLC串联电路的暂态过程

### 一、实验目的

- (1) 研究RC, RL, RLC电路的暂态过程
- (2) 理解时间常数的物理意义, 学会其测量方法

序号:	陈星霖
日期:	2024 年 11 月 5 日
上午	下午
晚上	

### 二、实验仪器

THMJ-1型交流物理实验仪, 数字式示波器, 导线等。

### 三、实验原理

利用R、L、C元件进行组合, 可以构成RC、RL、LC和RLC四种不同的电路。这些电路在接通或断开直流电源的瞬间, 存在一个从一种平衡态转变到另一种平衡态的过程。这个过程称为暂态过程。

#### 1. RC电路

在由电阻R及电容C组成的直流串联电路中, 暂态过程即是电容器的充电过程。当开关K打向位置1时, 电源对电容器C开始充电过程, 此时回路方程和初始条件可表示为

$$\begin{cases} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = \frac{E}{RC} \\ u_c(t)/t=0 \end{cases} \quad (1)$$

可解得

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (2)$$

该式表明电容器两端的充电电压是一条按指数规律增长的曲线。当 $u_c$ 上升到 $0.63E$ 时, 所对应的时间 $\tau = RC$ 定义为电路的时间常数, 是表征暂态过程进行快慢的一个重要物理量。

当开关打向位置2时, 电容器C通过电阻放电, 回路方程和初始

联系方式:

指导教师签字:



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

条件为

$$\begin{cases} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = 0 \\ u_c(t)|_{t=0} = E \end{cases} \quad (3)$$

可解得

$$u_c = E e^{-\frac{t}{RC}} \quad (4)$$

式(4)表示电容两端电压按指数规律衰减。~~电容电压~~也可由此曲线衰减到0.37E所对应的时间来确定。

## 2. RL电路

当开关置于1时,由于电感L的自感作用,回路中电流不能突变,只是逐渐增大到最大值E/R。同理,当开关K置于2时,电流i从i=E/R逐渐衰减到0。同RC电路的分析,可有

电流增加过程:

$$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (5)$$

电流衰减过程:  $i = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (6)$

其中,时间常数  $\tau = L/R$ , 它决定了i增长的快慢。

## 四、实验内容及数据处理

### 1. RC电路的暂态过程

#### (1) 观察电容器上电压随时间的变化关系

令信号发生器输出频率  $f = 500\text{Hz}$  的方波,并接入示波器Y<sub>1</sub>输入端,观察记录方波的波形,再将  $U_c$  接到示波器Y<sub>2</sub>输入端,电容C取0.47μF。改变R的阻值,使  $\tau$  分别为  $\tau = RC = \frac{T}{2}$ ,  $\tau < \frac{T}{2}$ ,  $\tau > \frac{T}{2}$ , T是输入方波信号的周期,观察记录三种情况下  $U_c$  的波形。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

并解释  $U_C$  的变化规律。

(2) 测量时间常数  $\tau$

改变  $R$  的阻值, 分别使  $\tau = 2\tau, 3\tau, \dots, 7\tau$ , 利用示波器测量每种情况下的  $\tau$  值, 作出  $R-\tau$  关系曲线, 并与  $\tau$  的定义  $\tau = RC$  进行比较。

2. RL 电路的暂态过程

参照 1 中的步骤, 观测三种不同  $\tau$  值情况下,  $U_R$  与  $U_L$  的波形并作出  $R-\tau$  关系曲线, 并与理论公式进行比较。

3. RLC 电路的暂态过程

(1). 按图 7-6 连线, 取  $L=10\text{mH}$ ,  $C=0.047\mu\text{F}$ , 计算三种不同阻尼状态所对应的电阻值范围。

(2) 选择合适  $R$  值, 使示波器上出现完整的阻尼振荡波形。

① 测量振荡周期  $T$  及衰减时间常数  $\tau$

② 改变  $R$  的阻值, 观察振荡波形的变化情况

(3). 观察临界阻尼状态

(4) 观察过阻尼状态。

联系方式: \_\_\_\_\_

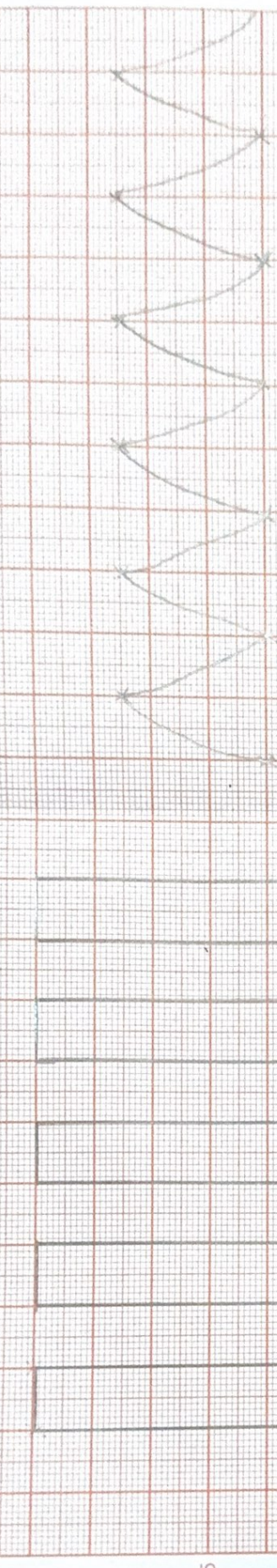
指导教师签字: \_\_\_\_\_



0 5 10 15 20 25

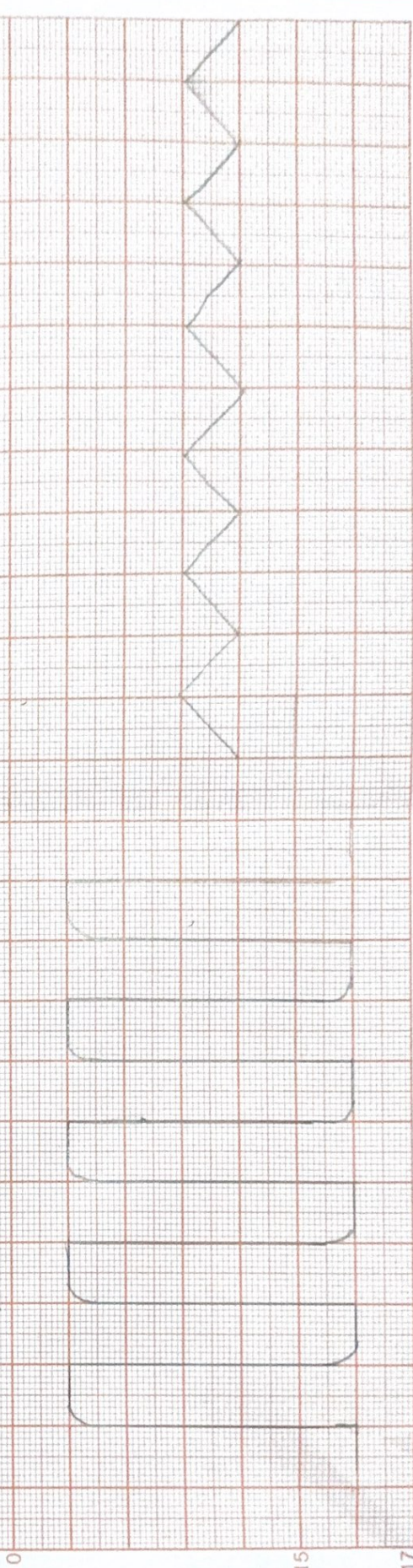
方波

$R=2130\Omega$



$R=20\Omega$

$R=6000\Omega$

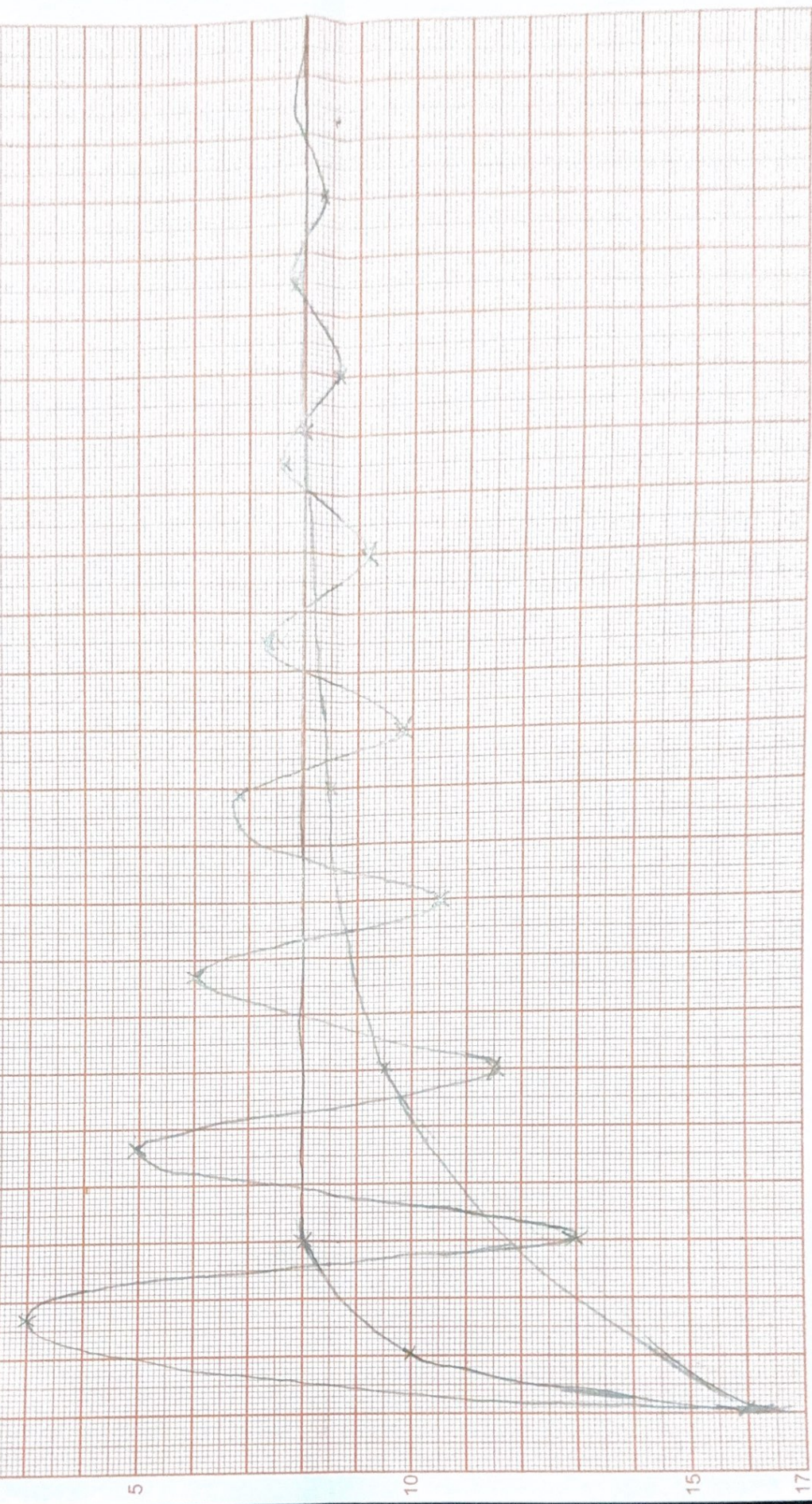




0 5 10 15 20 25

三和阻尼状态下的曲线

绘图人: 陈思颖  
绘图日期: 2004/4/5



17X25厘米

标准计算纸

上海小画家纸业有限公司



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

## 思考题

1. 答: 在RC电路中, 当方波频率 $f$ 固定, 调整电阻 $R$ 时, 会改变电路的时间常数 $\tau = RC$ 。较大的 $R$ 值导致时间常数增大, 电容充放电变慢, 输出波形更平滑; 较小的 $R$ 值则使输出波形更接近方波。当电阻 $R$ 固定, 而改变方波频率 $f$ 时, 方波周期 $T$ 和 $\tau$ 的相对关系不同, 电容的充放电程度随之变化, 低频下, 输出波形接近方波; 高频下, 输出波形趋于平滑。通过调节 $R$ 和 $f$ , 可以得到不同形状的波形。

2. 答: RLC电路中, 当方波频率非常低时, 电路有足够时间响应方波的每个周期, 因而容易产生阻尼振荡; 而在高频下, 电路难以及时响应, 难以观测到阻尼振荡波形。①  
周期 $T$ 与电路固有角频率 $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ 相关, 通常不会随方波频率而变化, 但

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称:

实验名称:

实验日期:

年

月

ER

班 级:

教学班级:

学

时间:

姓

名:

1

$\tau$	1.040 ms	39.00 $\mu$ s	2.900 ms
$R$	2130 $\Omega$	20 $\Omega$	6000 $\Omega$

欠阻尼	临界阻尼	过阻尼
$< 923\Omega$	$923\Omega$	$> 923\Omega$
20	<u>700.</u>	6000.

$$T = t_2 - t_1 = 144.0 \mu\text{s}$$

$$A_1 = 8.56 \text{ V} \quad A_2 = 2.72 \text{ V}$$

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{\ln(A_1/A_2)} = 125.6 \text{ } \mu\text{s}$$

联系方式:

指导教师签字: