

教师签字

实验日期 2025年3月5日 T2707

预习成绩

总成绩

实验名称 RLC 电路暂态特性的研究

一、预习

1. RC、RL 串联电路暂态过程电压表达式，以及时间常数 τ 的表达式是什么？
2. RLC 串联电路的暂态过程（三种阻尼过程）电压表达式、时间常数 τ 表达式是什么？
3. 请绘制数字示波器、信号发生器观测 RC、RL 和 RLC 串联电路的连接线路示意图。

1. RC 串联电路：

$$\text{充电: } U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$\text{放电: } U_C(t) = E e^{-\frac{t}{RC}} \quad \tau = RC$$

② RL 串联电路：

$$\text{充电: } U_L(t) = E e^{-\frac{t}{L/R}}$$

$$\text{放电: } U_L(t) = -E e^{-\frac{t}{L/R}} \quad \tau = \frac{L}{R}$$

2. RLC 串联电路：

① 充电时

$$\text{欠阻尼: } R < \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \left[1 - \sqrt{\frac{4L}{4L - R^2 C}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \cos(\omega t + \varphi) \right]$$

$$\text{过阻尼: } R > \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \left[1 - \sqrt{\frac{4L}{R^2 C - 4L}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \sinh(\beta t + \varphi) \right]$$

$$\text{临界阻尼: } R = \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau}\right) e^{-\frac{t}{\tau}} \right]$$

② 放电时

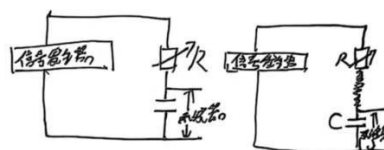
$$\text{欠阻尼: } R < \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \left[\sqrt{\frac{4L}{4L - R^2 C}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \cos(\omega t + \varphi) \right] \tau = \frac{2L}{R}$$

$$\text{过阻尼: } R > \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \sqrt{\frac{4L}{R^2 C - 4L}} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{R^2 C}{4L}}$$

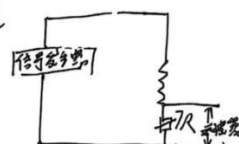
$$\text{临界阻尼: } R = \sqrt{\frac{4L}{C}} \text{ 时, } U_C(t) = E \left(1 + \frac{t}{\tau}\right) e^{-\frac{t}{\tau}} \sinh(\beta t + \varphi), \beta = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{\frac{R^2 C}{4L} - 1}$$

3. RC 串联：

RLC 串联：



RL 串联：



二、原始数据记录

1. RC 串联电路的暂态特性 (使用方波信号进行实验, 可取 $V_{pp} = 10\text{ V}$) $R = 500\ \Omega$ 方波信号周期 $T = 130\ \mu\text{s}$ $55\ \mu\text{s}$ $550\ \mu\text{s}$ $2.5\ \text{s}$

| τ \ C | $0.022\ \mu\text{F}$ | $10\ \mu\text{F}$ | $100\ \mu\text{F}$ | $470\ \mu\text{F}$ |
|--------------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 时间常数 τ | $12.8\ \mu\text{s}$ | $6.80\ \text{ms}$ | $288\ \text{ms}$ | $1.16\ \text{s}$ |

 $C = 100\ \mu\text{F}$ 方波信号周期 $T =$ _____

| τ \ R | $10\ \Omega$ | $50\ \Omega$ | $100\ \Omega$ | $500\ \Omega$ |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 时间常数 τ | | | | |

2. RL 串联电路的暂态过程 (使用方波信号进行实验, 可取 $V_{pp} = 10\text{ V}$) $L = 10\ \text{mH}$ 方波信号周期 $T =$ _____ $1\ \mu\text{s}$ $2.50\ \mu\text{s}$ $170\ \mu\text{s}$

| τ \ R | $100\ \Omega$ | $500\ \Omega$ | $900\ \Omega$ |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 时间常数 τ | $61.2\ \mu\text{s}$ | $15.7\ \mu\text{s}$ | $9.78\ \mu\text{s}$ |

 $R = 1000\ \Omega$ 方波信号周期 $T =$ _____

| τ \ L | $10\ \text{mH}$ | $50\ \text{mH}$ | $100\ \text{mH}$ |
|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 时间常数 τ | | | |

3. RLC 串联电路的暂态特性 (使用方波信号进行实验, 可取 $V_{pp} = 10\text{ V}$)测量欠阻尼情况下 U_C 充电时振荡波形的任一 t_1 时峰值 U_{Ct_1} 和 $t_1 + nT$ 时峰值 $U_{C(t_1+nT)}$

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $U_{C(t_1+nT)}$ | 18.1 | 15.2 | 14.1 | 13.2 | 12.0 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.3 |

 $E = 10\text{ V}$, $t_1 = 48.0\ \mu\text{s}$, $T = 176\ \mu\text{s}$

| | |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 教师 | 姓名 |
| 签字 |  |