

# 武汉大学教学实验报告

电子信息学院    通信工程 专业    2021 年 10 月 5 日

实验名称    二阶状态轨迹的显示    指导教师    卜方玲

姓名   周轩洋    年级   2019    学号   2019302120083    成绩         

## 一、 预习部分

### 1. 实验目的

### 2. 实验基本原理

## 1、实验目的

- (1). 熟悉二阶连续时间系统状态轨迹的概念。
- (2). 掌握连续时间系统冲激响应、阶跃响应的求解方法。
- (3). 观察过阻尼，欠阻尼，临界阻尼情况下，RLC 电路的状态轨迹。

## 2、实验基本原理

系统数学模型描述方法有输入输出描述法和状态变量分析法。在输入输出描述法中，主要建立系统的输入（激励）与系统的输出（响应）之间的关系，不关心系统内部的变化情况。在状态变量分析法中，需先确定状态变量后，建立描述系统状态变量与输入之间的关系（状态方程），以及建立系统输出变量与系统状态变量及系统输入之间的关系（输出方程），这种分析法不仅能反映输入与输出的关系，而且能了解系统内部的变化过程。在状态变量分析法中，状态变量是建立状态方程和输出方程的关键变量，是能描述系统动态特性的一组独立完备的变量。对于一个二阶系统，则可以用两个状态变量来描述系统的动态特性，这两个状态变量构成的列矢量称为状态矢量，以这两个状态变量为坐标轴而形成的空间称为二维状态空间。在状态空间中状态矢量端点随时间变化而描述出的路径为状态轨迹。因此状态轨迹对应系统在不同时刻，不同条件下的状态，知道了某段时间内的状态轨迹，则系统在该时间内的变化过程也就知道了，所以二阶状态轨迹的描述方法是一种在几何平面上研究系统动态性能（包括稳定性在内）的方法。用计算机模拟二阶状态轨迹的显示，方法简单直观，且能很方便观察电路参数变化时，状态轨迹的变化规律。

## 二、 实验操作部分

### 1. 实验方法

### 2. 实验结果

#### 1. 实验方法

设计 UI 界面与用户交互，用户输入 R、L、C 的数值，通过运算判断电路状态（临界阻尼，过阻尼，欠阻尼），而后通过公式计算并将状态轨迹绘制成图。

#### 2. 实验结果

##### 1) 无阻尼状态

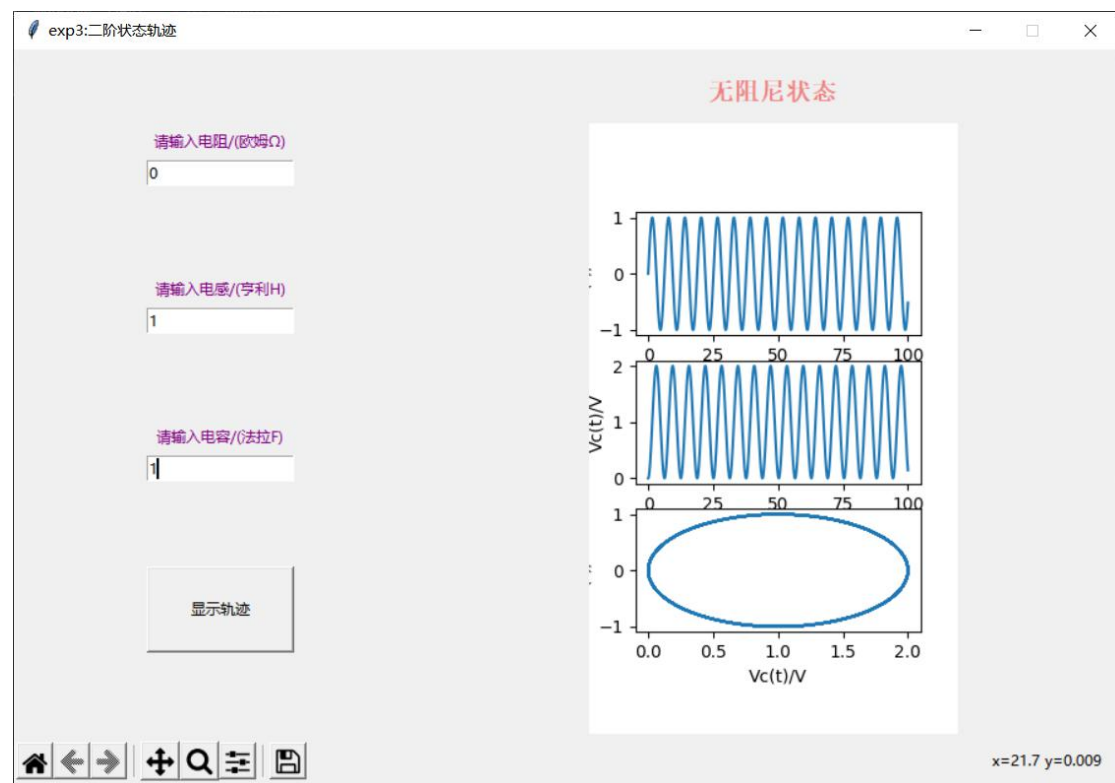


图 1.1 输入 RCL 分别为 0，1，1 时的状态轨迹

##### 2) 临界阻尼状态

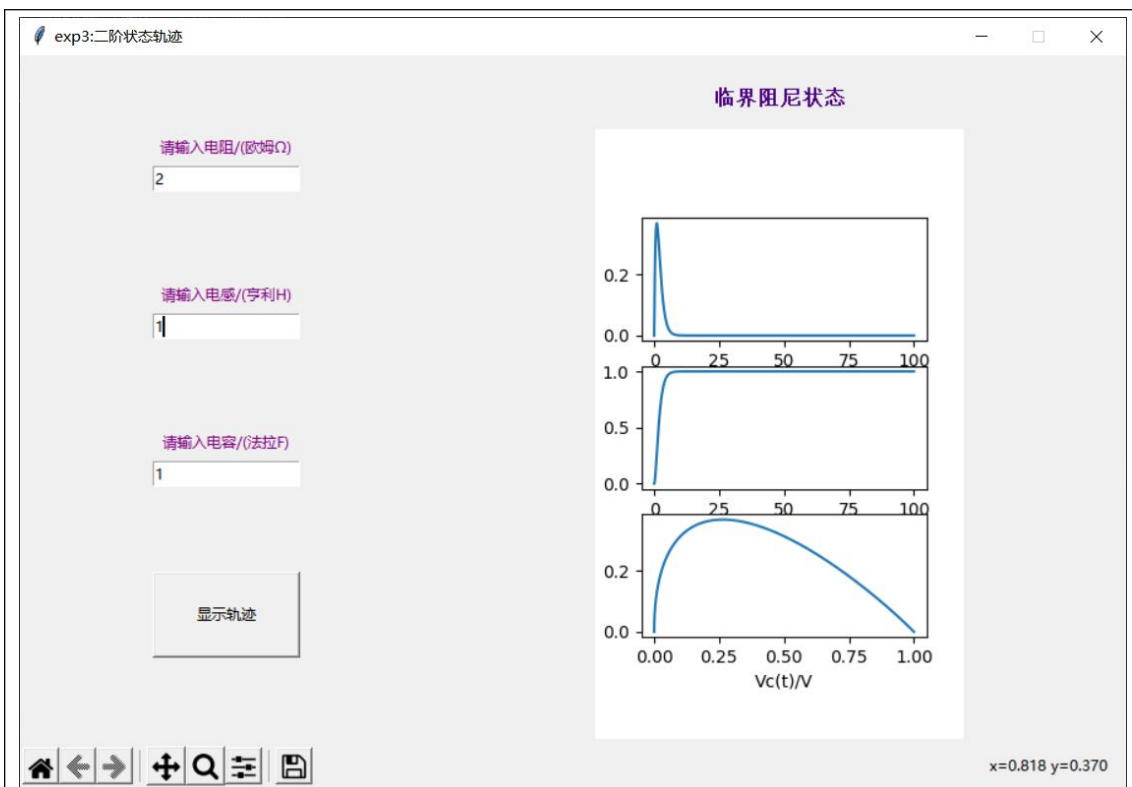


图 1.2 输入 RCL 分别为 2, 1, 1 时的状态轨迹

### 3) 过阻尼状态

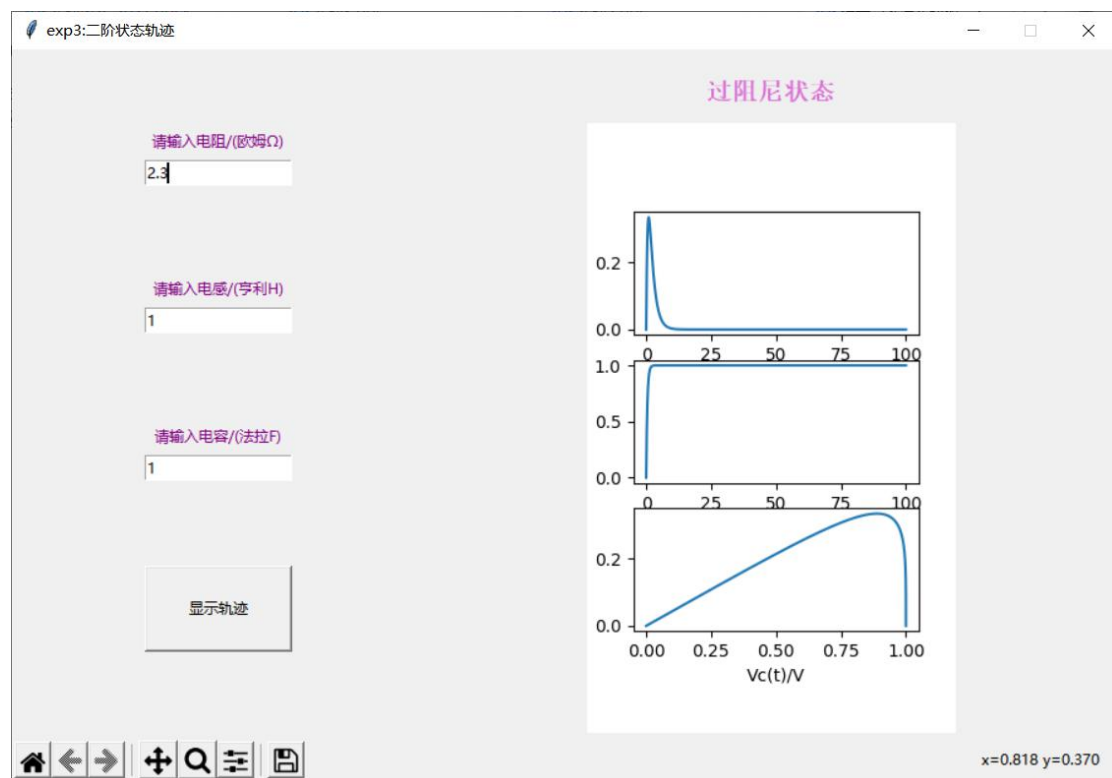


图 1.3 输入 RCL 分别为 2.3, 1, 1 时的状态轨迹

### 4) 欠阻尼状态

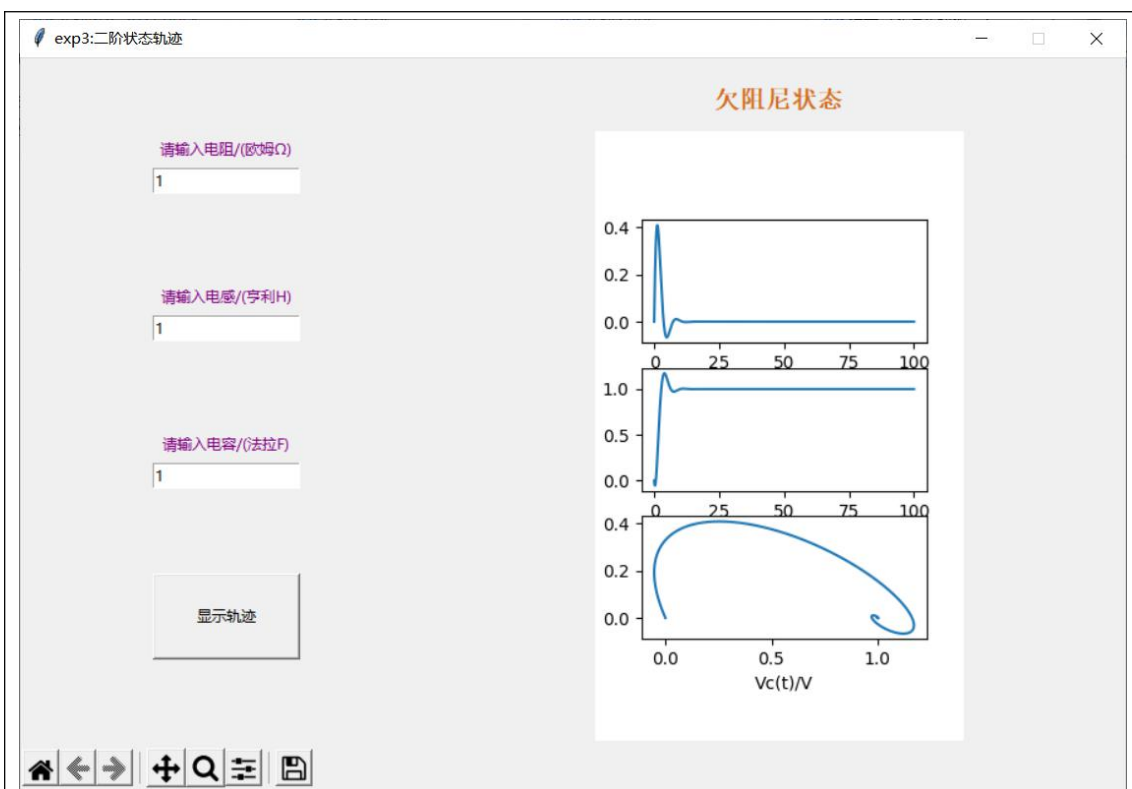


图 1.4 输入 RCL 分别为 1, 1, 1 时的状态轨迹

### 三、 实验效果分析（包括仪器设备等使用效果）

#### RLC 电路的状态分析

(1) 当  $R=0$  时, 电路是无阻尼状态; 当  $\frac{R}{2L} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  时, 电路是临界阻尼状态; 当  $\frac{R}{2L} < \frac{1}{\sqrt{LC}}$

时, 电路是欠阻尼状态; 当  $\frac{R}{2L} > \frac{1}{\sqrt{LC}}$  时, 电路是过阻尼状态;

(2) 由图 1.1 可知, 在无阻尼状态下, 电流和电压在不断地振荡中, 状态轨迹则为一个闭合的椭圆, 从物理意义上讲, 这是因为没有电阻的能量消耗, 电感和电容在不断地充放电, 衰减系数为 0, 即无衰减;

(3) 由图 1.2 可知, 在临界阻尼状态下电感的电流跃变后逐渐衰减为零, 电容电压从 0 升高到 1, 并逐渐稳定, 由阻抗图可见, 能量最后稳定在 1, 即稳定后能量不再转换;

(4) 由图 1.3 可知, 在过阻尼状态下, 由于电阻较大, 在储能的转移过程中损耗也大, 当磁场储能再度释放时已经不能再供给电场能量, 因此状态轨迹最终也到达点 (1, 0);

(5) 由图 1.4 可知, 在欠阻尼状态下, 电感电流和电容电压来回振荡, 电流最终稳定在 0, 电压最终稳定在 1 附近, 从状态轨迹可以看出, 轨迹螺旋状收缩到点 (1, 0), 它是外疏内密的, 与电压和电流衰减速度先快后慢是一致的。

四、 教师评语		
指导教师		年 月 日