

电子科技大学

实验报告

(2024 - 2025 - 2)

学生姓名: 吕俊霆 学生学号: 2024270901009 指导老师: 李朝海 选课序号: S2700120

实验学时: 2 实验地点: 基础实验大楼 437 实验时间: 星期二 第 五六 节课

报告目录

一、实验课程名称: 电子电路实验

二、实验项目名称: 正弦稳态时 RLC 元件电压电流相位关系的测试

三、实验目的: 请附页

四、设计任务与要求: 请附页

(备注: 设计、综合性实验要求, 基础验证性实验可不要求)

五、实验原理与方案设计: 请附页

(备注: 验证、基础性实验强调实验原理以及测试方案; 设计、综合性实验重在软、硬件的设计)

六、实验内容、测试数据以及结论: 请附页

七、思考题: 请附页

八、实验体会及建议: 请附页

报告评分: _____

三、 实验目的

- (1) 理解正弦稳态电路中 R、L、C 元件的电压电流关系;
- (2) 掌握截距法测试相位差的方法;
- (3) 进一步熟悉示波器、函数发生器的使用。

四、 设计任务与要求

- (1) 预习电容、电感元件的电压电流关系方程。试分析正弦激励下、电路稳态时，加在电阻、电容以及电感元件两端的电压与流过元件的电流之间的相位关系。
- (2) 预习利用面包板搭建电路
- (3) 预习电阻器、电容器和电感器简介

五、 实验原理与方案设计

1. 实验原理

- (1) 电阻上电压电流的相位关系

当电阻工作在正弦稳态时, 在关联参考方向下, 电阻上电压电流关系为

$$v_R(t) = R \cdot i_R(t) = R \cdot I_{Rm} \cdot \cos(\omega t + \varphi_R)$$

从上式可以看出, 电阻电压、电流同相, 即电压电流的相位差为零。

- (2) 电感上电压电流的相位关系

在关联参考方向下, 电感的电压电流关系为

$$v_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$$

若流过电感的电流为正弦信号 $i_L(t) = I_{Lm} \cdot \cos(\omega t + \varphi_L)$, 则电感上的电压为

$$v_L(t) = -\omega L \cdot I_{Lm} \cdot \sin(\omega t + \varphi_L) = \omega L \cdot I_{Lm} \cdot \cos(\omega t + \varphi_L + 90^\circ)$$

从上式可以看出, 电感上电压领先于电流 90° 。

- (3) 电容上电压电流的相位关系

在关联参考方向下, 电容的电压电流关系为

$$i_C(t) = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt}$$

若电容两端的电压为正弦信号 $v_C(t) = V_{Cm} \cdot \cos(\omega t + \varphi_C)$, 则电容上的电压为

$$i_C(t) = -\omega C \cdot V_{Cm} \cdot \sin(\omega t + \varphi_C) = \omega C \cdot V_{Cm} \cdot \cos(\omega t + \varphi_C + 90^\circ)$$

从上式可以看出, 电容上电压比电流之后 90° 。

2. 方案设计

(1) 电压电流相位关系的测试方法

示波器的电压探头无法直接测量流过 R、L、C 元件的电流。可以采用间接测量的方法，即在测试电路中将 R/L/C 同一个电流取样电阻串联，通过取样电阻的电压来间接测量流过 R/L/C 元件的电流。

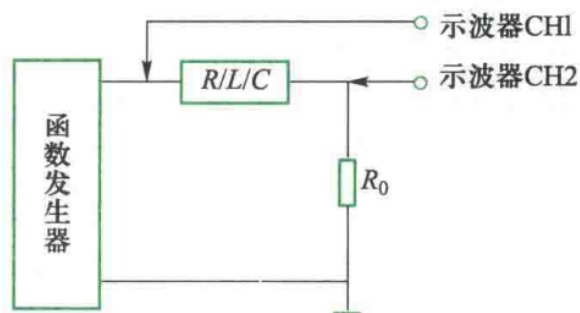


图 1: 电压电流相位关系的测试原理图

(2) 同频率两个正弦波形相位差的测量 (截距法)

先将示波器的两个通道的零基线与屏幕中间的刻度线调重合，双踪显示两个电压 v_1 和 v_2 ，如图 2 所示。从图中可以测量出波形的周期为 T ，两个波形的相位差为 ΔT ，一个周期对应的角度为 360° ，则相位差 $\Delta\varphi$ 为

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 360^\circ$$

其中， T 是一个周期在水平通道所占的格数 X 与时间因数的乘积， ΔT 是二者之间的个数 δX 与时间因数的乘积，因此上式可以简化成

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta X}{X} \times 360^\circ$$

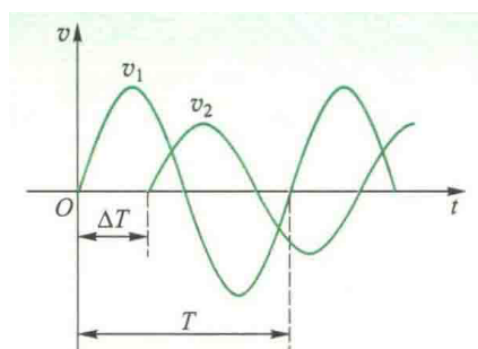


图 2: 相位差的测量

示波器是从左向右扫描显示的，因此在图 2 所示的波形中，上升过程中，电压 v_1 先于电压 v_2 出现波峰，所以电压 v_1 领先于电压 v_2 ，或者说电压 v_2 滞后于电压 v_1 。

六、 实验内容、测试数据以及结论

实验数据如下图所示：

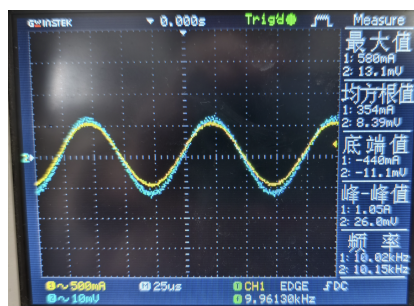


图 3: 电阻

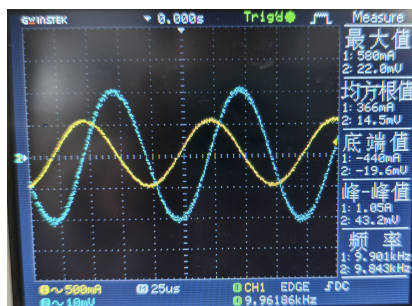


图 4: 电感

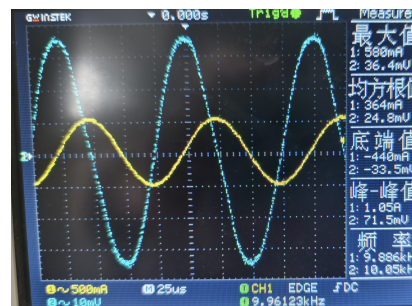


图 5: 电容

七、 思考题

1. 题面

- (1) 测量相位差时如果示波器两个通道的零基线没有重合, 测出来的相位差正确吗? 此时如何测量才能得到正确结果?
- (2) 测量相位差时, 如果改变水平时间因数旋钮或垂直灵敏度旋钮, 会影响测量的结果吗?

2. 回答

- (1) 不正确, 应该调整示波器两个通道的零基线使其重合, 然后再测量相位差。
- (2) 会影响, 因为改变水平时间因数旋钮或垂直灵敏度旋钮会改变示波器的显示范围, 从而影响测量的结果。

八、 实验体会及建议

1. 实验体会

通过本次实验, 我学会了如何测试电阻、电感、电容的电压电流相位关系, 了解了截距法测试相位差的方法, 进一步熟悉了示波器、函数发生器的使用。

2. 建议

应该多注意负载的影响, 保证实验数据的准确性。