

# 上海交通大学

2020

## 实验报告

姓名 马铭康

班级 电院2353  
实验名称

组别  
实验指导教师

实验日期  
成绩

### 交流参数的测量

#### 一. 实验目的

- 学习并掌握常用交流仪表的使用方法
- 掌握测量交流元件参数的基本方法
- 掌握单相调压器的原理及使用方法

#### 二. 实验原理和电路图

1. 正弦量三要素:  $y(t) = A_m \cos(\omega t + \varphi)$

$A_m$  最大值       $\omega$  角频率       $\varphi$  初相位

2. 定义有效值

$$I \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} \quad U \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

对于正弦电流、电压, 有  $U = \frac{1}{\sqrt{2}} U_m$ ,  $I = \frac{1}{\sqrt{2}} I_m$

3. 相量变换

$$i(t) = \sqrt{2} I \cos(\omega t + \theta) \iff \dot{I} = I \angle \theta$$

称  $\dot{I}$  为正弦量  $i(t)$  对应的相量, 相量的模表示正弦量的有效值,  
相量的幅角表示正弦量的初相位

$$\text{同样对 } u(t) \iff \dot{U} = U \angle \theta$$

4. 三表法测量交流参数 (电压表、电流表、功率表)

① 电阻器、电容器参数的测量

低频时, 前者可看作纯电阻, 后者可看作纯电容

测量电路图见下页

# 上海交通大学

## 实验报告

姓名

班级

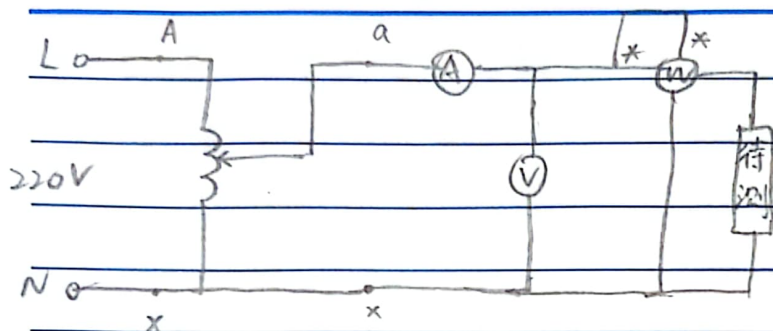
实验名称

组别

实验指导教师

实验日期

成绩



对于电阻，稳态时有  $U = RI$  (同相位)

平均功率  $P = UI = RI^2$  故可测得电阻器阻值

对于电容，电压相量滞后电流相量  $90^\circ$ ，有

$$U = -j \frac{1}{\omega C} I = -j X_C I = \frac{I}{\omega C} \angle -90^\circ$$

平均吸收功率为 0 故可测得电容器电容

### ② 电感线圈参数的测定

低频时，电感线圈的匝间分布电容可以忽略，其等效参数由电感线圈的导线电阻和电感  $L$  组成

$$Z_L = R_L + j\omega L = R_L + jX_L = |Z_L| \angle \varphi_L$$

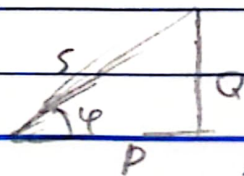
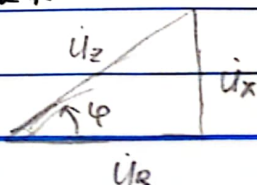
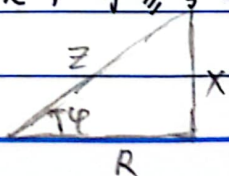
若仍沿用上面的电路，则由一系列公式可测量电感线圈电感、电阻

$$|Z_L| = \frac{U}{I}, \quad P = UI \cos \varphi = I \cdot |Z_L| \cdot I \cos \varphi_L = I^2 R_L$$

$$\cos \varphi_L = \frac{P}{UI}, \quad R_L = \frac{P}{I^2} = |Z_L| \cos \varphi_L$$

$$X_L = \sqrt{|Z_L|^2 - R_L^2} = |Z_L| \sin \varphi_L, \quad L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f}$$

简便起见，可参考三角形表示



# 上海交通大学

## 实验报告

姓名

班级

实验名称

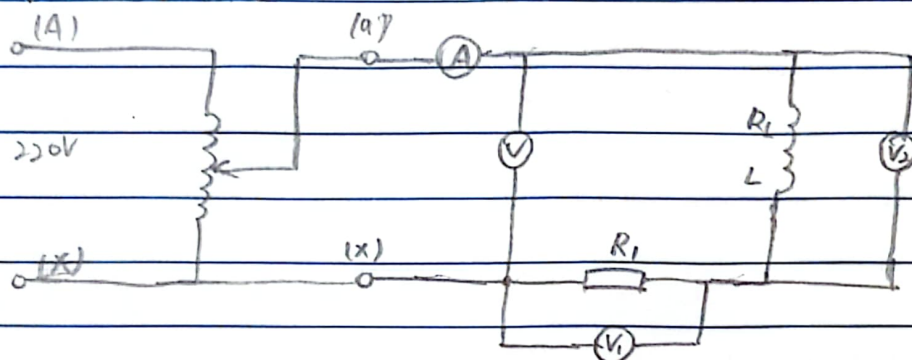
组别

实验指导教师

实验日期

成绩

另可用三电压表法，电路图如下：



由一系列公式可求电感和电阻：

$$U^2 = (U_1 + U_2 \cos \varphi_L)^2 + (U_2 \sin \varphi_L)^2$$

$$\cos \varphi_L = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2U_1U_2}, \quad |Z_L| = \frac{U_2}{I}$$

$$R_L = |Z_L| \cos \varphi_L = \frac{U_2}{I} \cos \varphi_L, \quad L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{|Z_L|^2 - R_L^2}$$

### 5. 阻抗参数与电抗性质的测定

$$RLC \text{ 复阻抗: } Z = (R + R_L) + j(X_L - X_C) = R' + jX = |Z| \angle \phi$$

通过三表法计算得到  $R'$  和  $X$ 。

### 三. 实验内容和表格

#### 1. 定值电阻器的测量

应用三表法测电阻。调节变压器的输出电压，使电流表的读数为  $0.50A$ 、 $0.70A$ 、 $0.90A$  时，测出  $U$ 、 $P$  后，分别由  $R = U/I$  及  $R = \frac{U^2}{P}$  计算电阻并比较（选  $100\Omega$ ）



# 上海交通大学

## 实验报告

姓名 班级 组别 实验日期  
实验名称 实验指导教师 成绩

	$I/A$	$U/V$	$P/W$	$R=U/I \ \Omega$	$R=U^2/P \ \Omega$
	0.50	48	24.9	96	<del>92</del> 93
	0.70	69	49.9	99	95
	0.90	88	81.5	98	95

### 2. 测电容器电容值，并观察功率表有无读数

应用三表法，调节变压器输出电压，使电压表读数分别为160V、180V、200V，测量 $I$ 和 $P$ ，并计算电容器的电容值(选12 $\mu F$ )

	$U/V$	$I/A$	$P/W$	$C/\mu F$
	160	0.63	0.3	12.53
	180	0.707	0.4	12.50
	200	0.768	0.4	12.22

### 3. 测定电感器的电感量

应用三表法，调节输出电压，使电流表读数分别为0.50A、0.70A、0.90A时。测量 $U$ 和 $P$ ，计算电感器的阻抗值

	$I/A$	$U/V$	$P/W$	$R_L/\Omega$	$L/H$
	0.50	9	1.3	5.2	0.055
	0.70	13	2.5	5.1	0.057
	0.90	16	4.2	5.2	0.054

# 上海交通大学

## 实验报告

姓名 班级 组别 实验日期  
实验名称 实验指导教师 成绩

### 4. 复阻抗的测定

RLC串联作为复阻抗, 调节输出电压, 使电流表的读数分别为  
0.50 A、0.70 A、0.90 A, 测量复阻抗的总功率、总电压、电阻器电  
压、电容器电压和电感器电压

$I/A$	$P/W$	$U/V$	$U_R/V$	$U_C/V$	$U_L/V$	$Z=R+jX$
0.50	26.7	135	49	133	9	$106.8-248.0j$
0.70	52.5	189	69	186	13	$107.1-247.6j$
0.90	87.1	244	89	242	16	$107.5-248.8j$

### 5. 用三电压表法测量电感器的电感量

调节输出电压使电流表的读数分别为0.5A、0.7A、0.9A时测量  
调压器输出电压 $U$ 、电阻器电压 $U_1$ 和电感器电压 $U_2$

$I/A$	$U/V$	$U_1/V$	$U_2/V$	$R/\Omega$	$L/H$
0.50	52	49	9	4.5	0.055
0.70	72	68	13	4.1	0.058
0.90	93	88	17	4.0	0.059

### 四. 注意事项

- 分清电源的相线和中线
- 电源合上前, 调压器置零; 电源断开前, 调压器置零
- 铁芯位置应保持不变
- 严禁带电改接线路
- 不要接触金属裸露部分

# 上海交通大学

## 实 验 报 告

姓名 马铭康      班级      组 别      实验日期  
实验名称      实验指导教师      成绩

### 交流参数的测量 课后

#### 一. 实验数据和处理

欠预习报告

#### 二. 实验任务

见附图表

#### 三. 思考题

1. 可以, 功率因数表测得结果乘以电压和电流值等于功率表测量结果
2. 可以, 通过并联电容值逐渐增大的电容, 若电流先减小后增大则为感性, 若不断增大则为容性



5

10

25V

