

实验报告

第 4 次实验

评定成绩: _____ 审阅教师: _____

一、实验目的

- (1) 了解交流电基础知识及电器设备使用操作方法;
- (2) 掌握电阻、电感、电容等单相交流电路参数测量方法,通过实验加深对阻抗概念的理解;
- (3) 掌握多功能表测量电压、电流、功率以及单相自耦调压器的正确使用方法,
- (4) 掌握功率因数的测量及其改变方法。

二、实验原理(预习报告内容,如无,则简述相关的理论知识点。)

- (1) 查找资料,了解交流电安全用电知识;

交流电是一种电能的形式,它的电压和电流的方向和大小都随时间周期性地变化。交流电的优点是可以通过变压器进行电压的升降,方便电能的输送和使用。交流电的缺点是对人体的危害比直流电大,因为交流电可以更容易地穿透人体的皮肤和组织,造成电击、电烧、心律失常等严重的后果。因此,使用交流电时,必须注意以下的安全用电知识:

遵守用电规则,不私拉乱接电线,不超负荷用电,不在潮湿或易燃的地方用电,不在雷雨天气用电,不在电源开关附近放置易燃易爆物品,不在电源开关上挂衣服等物品,不在电源开关上贴纸或涂漆,不在电源开关上插入金属物品等。

使用合格的电器设备,不使用老化、损坏、漏电的电器设备,不使用不符合国家标准的电器设备,不使用不适合电压或功率的电器设备,不使用不带保护措施的电器设备,不使用不经检验或维修的电器设备,不使用不清洁或不干燥的电器设备等。

正确插拔电源插头,不用湿手或金属物品插拔电源插头,不用力过猛或过快插拔电源插头,不用暴力或工具拔出电源插头,不在电源插头上挂重物或拉扯电线,不在电源插头上堆放物品或覆盖物品,不在电源插头上接触带电部分等。

妥善处理故障和事故,不自行拆修或处理故障的电器设备,不用湿手或金属物品触摸故障的电器设备,不用水或其他液体灭火故障的电器设备,不在故障的电器设备附近停留或观看,不在故障的电器设备上继续用电,不在故障的电器设备上移动或拆卸,不在故障的电器设备上留下易燃易爆物品等。遇到故障或事故时,应立即切断电源,报告有关部门或专业人员,进行检查或维修,进行安全处理或处置。

- (2) 了解电阻、电感、电容、功率因数等单相交流电路参数测量方法。

电阻、电感、电容、功率因数等是单相交流电路的重要参数,它们反映了电路的性能和特点。测量这些参数的方法有多种,其中常用的有以下几种:

电桥法:电桥法是一种利用电桥平衡原理,通过调节电桥的四个臂的电阻或电抗,使电桥两端的电压相等,从而测量出被测元件的电阻或电抗的方法。电桥法的优点是精度高,灵敏度高,适用于测量各种电阻或电抗的元件。而它的缺点是操作复杂,需要多个仪器,受外界干扰大,不适用于测量变化快的电阻或电抗的元件。电桥法有多种类型,如直流电桥、交流电桥、韦斯顿电桥、麦克斯韦电桥、舒林格电桥等。

三表法:用交流电压表、交流电流表和功率表分别测出元件 Z 两端电压 U 、电流 I 和消耗的有功功率 P ,并且根据电源角频率 ω ,然后通过计算公式间接求得阻抗参数。这种测量方法称为三表法。三表法的优点是操作简单,仪器少,受外界干扰小,适用于测量变化快的电阻或电抗的元件。其缺点包括精度低,灵敏度低,不适用于测量很小或很大的电阻或电抗的元件。

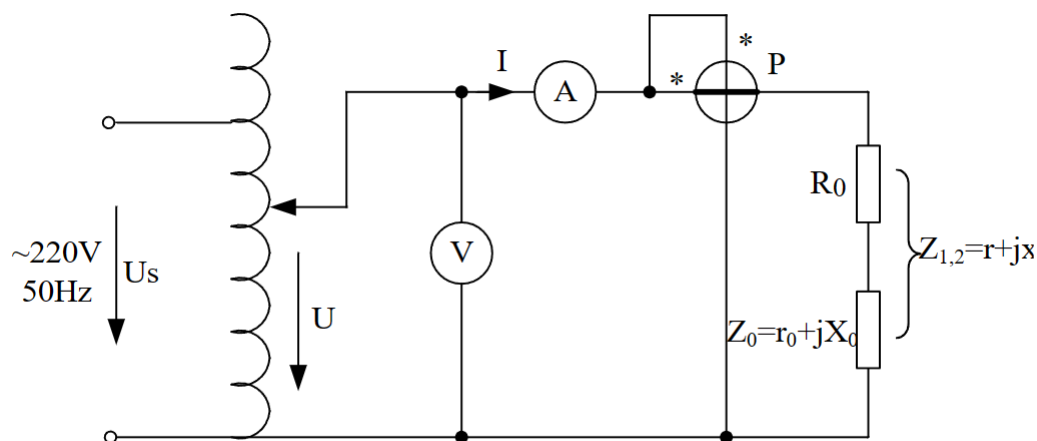
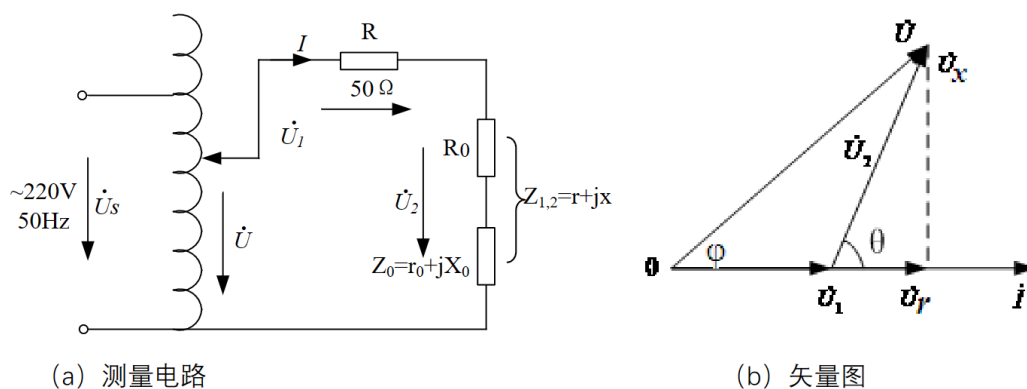


图 2 三表法测量电路

三电压表法：三电压表法通过电压表分别测出电压 U 、 U_1 和 U_2 ，然后根据这三个电压向量构成的三角形矢量图和 U_2 分解的直角三角形矢量图，从中可以求出元件阻抗参数。三电压表法的优点是操作简单，仪器少，受外界干扰小，适用于测量变化快的电阻或电抗的元件。电压比法的缺点是精度低，灵敏度低，不适用于测量很小或很大的电阻或电抗的元件。



(a) 测量电路

(b) 矢量图

图 1 三电压表法

(3) 理论计算分析实验内容 (3) 中 $Z_1 + Z_2$ (Z_1 串联 Z_2)、 $Z_1 // Z_2$ (Z_1 并联 Z_2) 时，电路的性质（容性电路还是感性电路）。

$$Z_1 = 10 \Omega + jL (114 \text{mH}) \quad Z_2 = 100 \Omega + jC (10 \mu\text{F})$$

$$Z_1 + Z_2 = R_1 + 2\pi fLj + R_2 + \frac{1}{2\pi fCj}$$

$Z_1 + Z_2$:

$$Z_1 + Z_2 = 10 + 2 * 3.14 * 50 * 114 * 10^{-3}j + 100 + \frac{1}{2 * 3.14 * 50 * 10 * 10^{-6}j} = 110 + -282.67j$$

所以对于 Z_1 串联 Z_2 为容性电路

$$Z_1 // Z_2 = (R_1 + 2\pi fLj) // (R_2 + \frac{1}{2\pi fCj})$$

$Z_1 // Z_2$:

$$Z1 \parallel Z2 = \frac{(10 + 2 * 3.14 * 50 * 114 * 10^{-3}j) * (100 + \frac{1}{2*3.14*50*10*10^{-6}j})}{(10 + 2 * 3.14 * 50 * 114 * 10^{-3}j) + (100 + \frac{1}{2*3.14*50*10*10^{-6}j})} = 13.612 + 38.37j$$

所以对于 Z1 并联 Z2 为感性电路

(4) 复习功率因数概念，试列出负载功率因数改变（提高、减小）的方法。

功率因数是指交流电路有功功率对视在功率的比值，它反映了电能的利用效率。功率因数越接近 1，说明电能利用效率越高，电网损耗越小。功率因数越低，说明电能利用效率越低，电网损耗越大。

提高功率因数的方法有：

- 1，提高设备的负载率，避免轻载。（成本高）
- 2，在设备上并联电容器，提高功率因数。

减小功率因数的方法有：

- 1，减少电阻负载率，降低电路的电抗，使电路的功率因数接近 0。
- 2，在感性电路增加电感负载率，增大电路的感抗，使电路功率因数滞后，接近 0。
- 3，在容性电路增加电容负载率，增大电路的容抗，使电路功率因数超前，接近 0。
- 4，在电路中引入非线性元件，如整流器、变频器等，产生谐波失真，降低电路的功率因数。

三、实验内容

四、实验使用仪器设备（名称、型号、规格、编号、使用状况）

五、实验总结

六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

《电子技术基础实验教程》，李晓峰等编著，高等教育出版社

《电子技术基础》，王晓东等编著，清华大学出版社

《电子技术基础实验指导书》，北京航空航天大学电子信息工程学院