復旦大學 2

实验六 交流电路元件参数的测量 实验报告

姓名 陈力 谌达 专业 电工 年级 二 班 组 2 日期 2013.9.26 评阅人

实验记录:

一 实验目的

1 掌握交流电路中R.L.C参数的基本测试方法。

2 熟悉正确使用调压器、交流电压表、交流电流表的接线方法与误差分析。

二 实验原理

1. 测量电阻、电感、电容的近似处理

(1) 在频率不高的情况下往往忽略元件分布电容和分布电感的影响，而在频率较高的时候往往忽略元件电阻的作用。

(2) 在某种情况下可以把分布参数的作用等效为一集中参数来加以考虑。

2 交流电路参数的测试方法

(1) 元件参数仪器测试法

如用万用表测电阻，阻抗，用电桥测电感、电容以及用各种专用参数仪器进行测量

(2) 元件参数"实际"测试法

元件加上实际工作时的电压或电流通过计算得到等效参数。这种方法具有实际意义，对线性、非线性元件都适用。例如测试变压器的等效参数必须在额定电压或额定电流下进行，测试铁心线圈参数也应在实际工作电压或电流下进行，因为这些参数都与电压或电流大小有关。

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

3本实验测量方法

采用电压、电流表法和仅用电压表法来实验测量含有电感、电阻及电容组成的电路的等值参数。

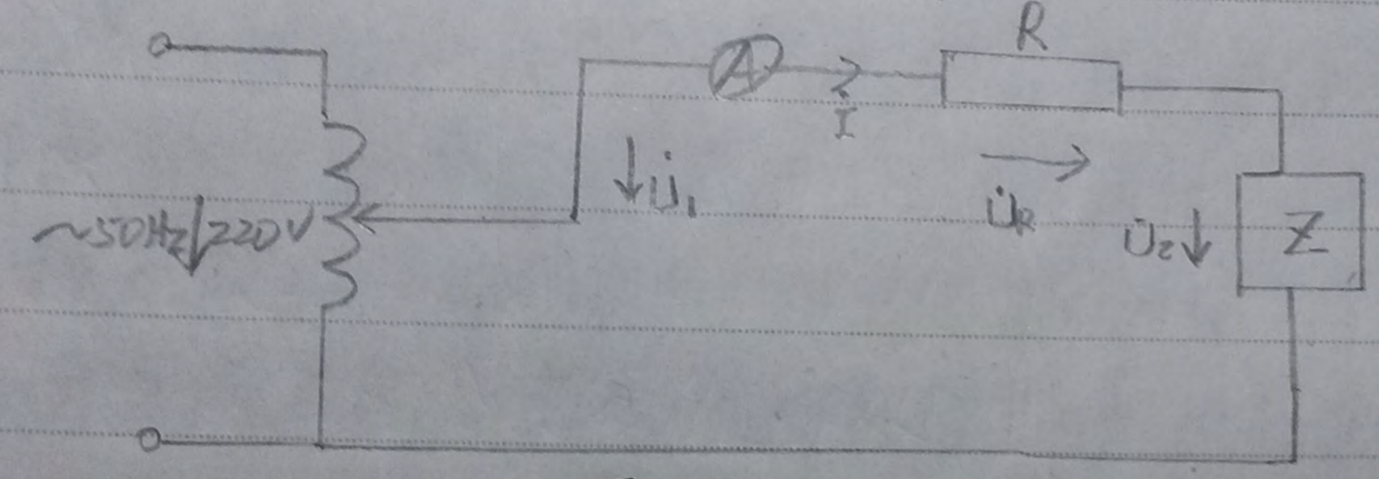


图1

实验线路如图1所示，Z为某一待测的两端网络，R为一外加电阻，其电阻值大小与精度与测量结果误差无关。用电压表分别测量出U_1、U_R及U_2，用电流表读出I即可按比例画出电路相量图，若Z为电感元件则相量图如图2所示。

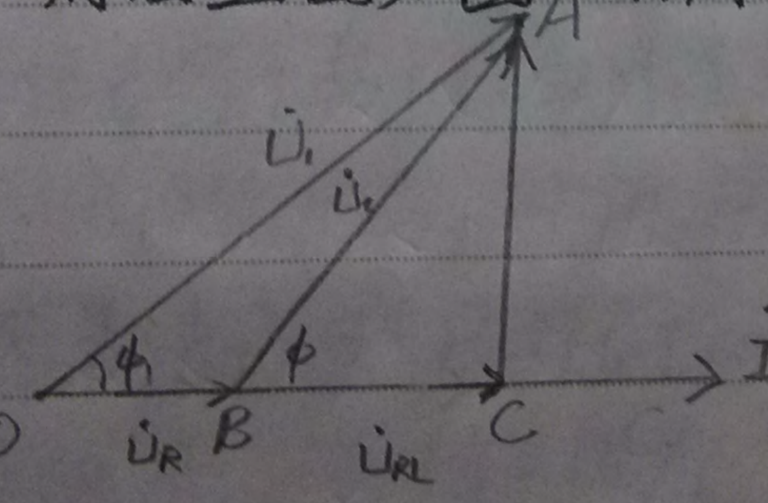


图2

取电流为参考相量，U_1 U_R及U_2组成一个闭合三角形$\triangle OAB$ 且有

$\dot{U}_1 = \dot{U}_R + \dot{U}_2$ 由余弦定理 $\cos\varphi = (U_1^2 + U_R^2 - U_2^2)/(2U_1U_R)$

$\dot{U}_2 = \dot{U}_{RL} + \dot{U}_L$ 且构成一个直角三角形$\triangle BAC$，U_{RL}为电感线圈内部电阻上的电压降分量

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录:

由图可知U_{RL}及U_L为

$U_{RL} = U_1\cos\phi - U_R$　　$U_L = U_1\sin\phi_1$

于是可得$R_L = U_{RL}/I$　　$L = U_L/(\omega I) = U_L/(2\pi f \cdot I)$

同理，如果被测元件为一个电容或 R.L.C 组合的一端口网络，也一样可求出它们的等值参数。

负载元件的功率因数为 $\cos\phi = U_{RL}/U_2$

由图2所示相量关系中可求得$\cos\phi$也可直接由U_1、U_2、U_R计算得到

由于 $\cos(180^\circ - \phi) = \frac{U_2^2 + U_R^2 - U_L^2}{2U_2U_R}$

$\therefore \cos\phi = \frac{U_1^2 - U_2^2 - U_R^2}{2U_2U_R}$

在图1中如果加串联电阻R的阻值预先已知，则图中电流表可省略，线路电流可直接由欧姆定律$I = U_R/R$求出，其余计算方法与二表法相同。

如果在图1中去掉电流表，并用电压表测量得U_1、U_R、U_2后即可求所有参数：

负载有功功率 $P = U_2 I\cos\phi = \frac{U_1^2 - U_2^2 - U_R^2}{2R}$

负载阻抗 $|Z| = U_2/I = U_2/\frac{U_R}{R} = RU_2/U_R$

负载电阻分量 $r = \frac{P}{I^2} = \frac{U_1^2 - U_2^2 - U_R^2}{2R} \Big/ (U_R/R)^2$

负载感抗分量 $X_L = \sqrt{\left(\frac{RU_2}{U_R}\right)^2 - \left[\frac{R(U_1^2 - U_2^2 - U_R^2)}{2U_R^2}\right]^2}$

负载电感量 $L = \frac{R}{2\pi f U_R}\sqrt{U_2^2 - \left(\frac{U_1^2 - U_2^2 - U_R^2}{2U_R}\right)^2}$

负载无功功率 $Q = U_2 I\sin\phi = U_2 I\sqrt{1 - \cos^2\phi} = \frac{U_2U_R}{R}\sqrt{1 - \left(\frac{U_1^2 - U_2^2 - U_R^2}{2U_2U_R}\right)^2}$

復旦大學

_____ 实验报告

姓名 _____ 专业 _____ 年级 _____ 班 _____ 组 _____ 日期 _____ 评阅人 _____

实验记录:

三实验内容

1 用电压表测量图3中一端口网络得等值参数

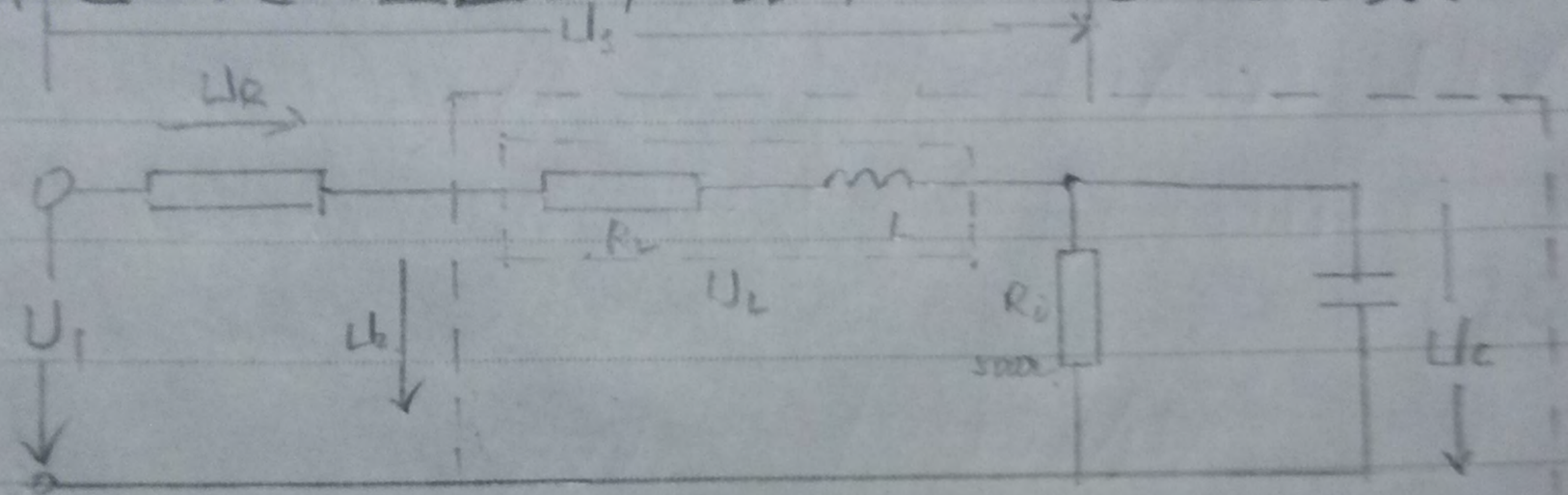


图 3

图3中L为电感元件采用30W荧光灯中的镇流器，R_i为等效线圈电阻

$R_i=500\Omega$，$C=3\mu F$，$5\mu F$，$7\mu F$电容三种情况。

实验线路如图1，测量前应根据元件参数和仪表量限来适当选择网络输入电压U_1，一般可使$U_1=50V$

2 用电压表法测量上述同一网络的等值参数，线路中外接串联电阻$R=500\Omega$，由于荧光灯镇流器是带铁心的非线性电感元件，其电感量随所加电压而变。

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

四 实验结果

	测试						计算		
电容	U_1(V)	U_2(V)	U_3(V)	U_R(V)	U_L(V)	U_C(V)	R_L	L	C
3UF									
5UF	50.0	30.0	43.0	23.0	31.0	17.0	506.1Ω	2.15 H	5.8×10^{-6}F
7UF									

五 数据处理

$$\cos\phi_1 = (U_1^2 + U_R^2 - U_2^2)/(2U_1U_R)$$

$$= 0.926$$

$$I = \frac{U_R}{R} = 0.046A$$

$$R_L = U_{RL}/I = \frac{U_1\cos\phi - U_R}{I} = 506.1\Omega$$

$$L = U_L/(wI) = \frac{U_1\sin\phi_1}{2\pi f \cdot I} = 2.15\,H$$

$$I_i = \frac{U_C}{R_i} = \frac{17}{500}A = 0.034A$$

$$I_C = \sqrt{I^2 - I_i^2} = 0.031A$$

$$X_C = \frac{U_C}{I_C} = 548.4$$

$$C = \frac{1}{wX_C} = \frac{1}{2\pi f X_C} = 5.8\times10^{-6}F$$

六 误差分析

~~电阻误差~~ $\frac{506.1-500}{500} = 1.22\%$

电容误差 $\frac{5.8\times10^{-6} - 5\times10^{-6}}{5\times10^{-6}} = 16\%$

_____ 实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

可能的误差原因：

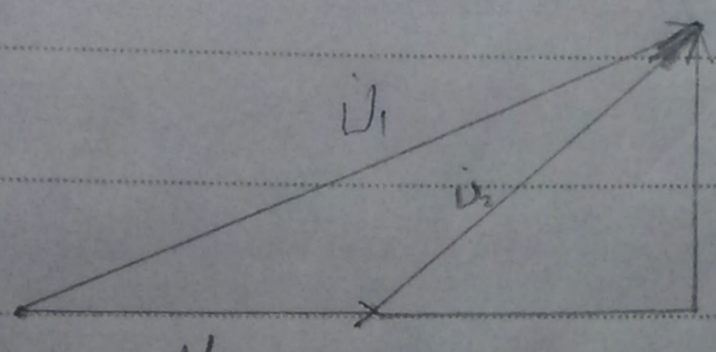
线路中存在较大电阻

电压表读数时存在不准确因素

输入电压有小幅晃动

七 实验结果

1. RL电压相量图



2 电路的等效阻抗

(1) 通过R.C.L参数计算

$$Z = R + R_L + jwL + \frac{R_i \frac{1}{jwC}}{R_i + \frac{1}{jwC}}$$

$$= 1279.6 + 423.2i$$

(2) 通过 U_1, U_2, U_R 计算

$$\phi_1 = \arccos \frac{U_1^2 + U_R^2 - U_2^2}{2U_1 U_R} = 22.23^\circ$$

$$Z = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}} = 1361.3 + 556.4i$$

实部相对(2)相差 6.0%

虚部相对(2)相差 23.9%

復旦大學

实验报告

姓名 专业 年级 班 组 日期 评阅人

实验记录：

八 实验体会

本次实验通过测定电路各部分的电压计算而得电路各元件的参数，我们逐渐熟悉了电路的接线与电压测定的方法，学会了测定电阻、电容、电感的方法。

实验中由于对设备不够了解，在操作过程中遇到了不少困难，但在老师的悉心指导与我们的认真学习，细致分析下，我们最终顺利完成实验。