

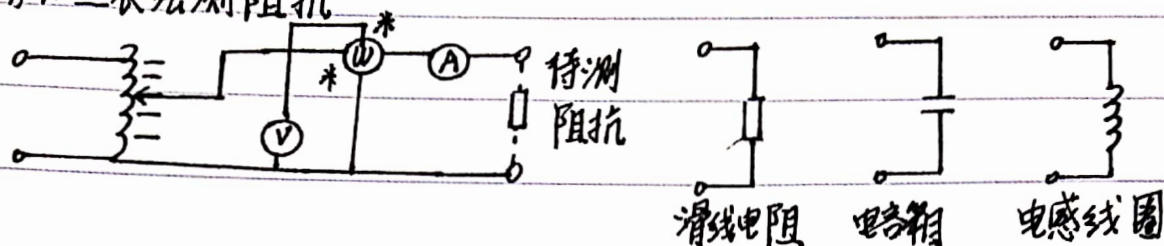


清华大学

ex2 预习报告

张鹤清 计84 2018011365

任务1. 三表法测阻抗



分别

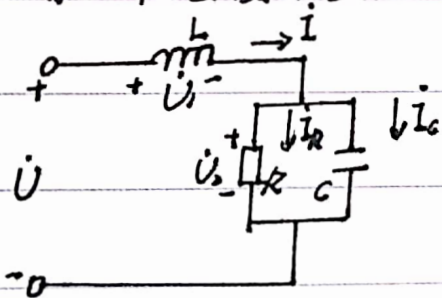
实验方法: 将滑线电阻、电感线圈及电容箱接入实验电路, 调节 I , 使 I 分别为 0.8A 和 1.0A, 测量对应的电压 U 和功率 P .

对于电阻 $R = \frac{P}{I^2}$

对于电感 $R_L = \frac{P}{I^2}$, $X_L = \sqrt{(\frac{U}{I})^2 - R_L^2}$, $Z = R_L + jX_L$, $L = \frac{X_L}{2\pi f}$

对于电容 $|Z| = \frac{U}{I}$, $X_C = \sqrt{Z^2 - \frac{P^2}{I^4}}$, $C = -\frac{1}{2\pi f X_C}$

任务2. 相量图的画法.



实验方法: 将上述滑线电阻、电感线圈及电容箱

组成左图电路, 令 $I = 0.8A$ 和 $I = 1.0A$, 测量 P , U , U_2 .

总阻抗 $|Z| = \frac{U}{I}$, $\varphi = \cos^{-1} \frac{P}{UI}$

交流电路参数的测定 终结报告

2018011365 计 84 张鹤潇

一、 数据处理与分析

任务1. 三表法测阻抗

表 1 电阻 $R \approx 160\Omega$ 的阻抗测定

I (A)	U (V)	P (W)	R (Ω)	R 平均值 (Ω)
0.80	133.1	106.1	165.8	166.4
1.00	167.0	167.0	167.0	

表 2 电感线圈 $L \approx 500\text{ mH}$ 的阻抗测定

I (A)	U (V)	P (W)	R_L (Ω)	X_L (Ω)	L (H)	R_L 平均值 (Ω)	X_L 平均值 (Ω)	$ Z \angle \phi$
0.80	126.7	9.8	15.3	157.6	0.50	15.3	157.7	$158.4 \angle 84.5^\circ$
1.00	158.5	15.3	15.3	157.8	0.50			

表 3 电容箱 $C \approx 16\mu\text{F}$ 的阻抗测定

I (A)	U (V)	P (W)	$ Z $ (Ω)	X_C (Ω)	C (μF)	X_C 平均值 (Ω)	C 平均值 (μF)
0.80	154.9	0.1	193.6	-193.6	16.4	-194.2	16.4
1.00	194.7	0.2	194.7	-194.7	16.3		

测得电阻 $R = 166.4\Omega$; 电感线圈的等效参数 $R_L = 15.3\Omega$, $X_L \approx 157.7\Omega$, $L = 0.50\text{ H}$;
电容的等效参数 $R_C = 0.18\Omega$, $X_C = -194.2\Omega$, $C = 16.4\mu\text{F}$.

任务2. 相量图的画法

表 4 R、L、C 串并联电路参数测定

I (A)	U (V)	U_2 (V)	P (W)	$ Z $ (Ω)	ϕ ($^\circ$)	$ Z $ 平均值 (Ω)	ϕ 平均值 ($^\circ$)
0.80	108.9	102.5	72.5	136.1	33.7	136.4	33.5
1.00	136.7	128.7	114.3	136.7	33.3		

测得 $|Z| = 136.4\Omega$, $\phi = 33.5^\circ$.

以 $I=1\text{A}$ 时测得的 $\dot{U}_2 = 128.7 \angle 0^\circ\text{ V}$ 为参考相量,

$$\dot{I}_R = \frac{\dot{U}_2}{R} = 0.773 \angle 0^\circ\text{ A}$$

$$Z_C = R_C + jX_C = 194.2 \angle -90^\circ\Omega$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_2}{Z_C} = 0.663 \angle 90^\circ \text{ A}$$

故 $\dot{I}_{\text{计算}} = \dot{I}_R + \dot{I}_C = 1.02 \angle 40.6^\circ \text{ A}$, 而 $|\dot{I}|_{\text{实测}} = 1.00\text{A}$, $|\dot{I}|_{\text{实测}} \approx |\dot{I}_R + \dot{I}_C|_{\text{计算}}$.

$$\dot{U}_1 = \dot{I}_{\text{计算}} Z_L = 161.6 \angle 125.1^\circ \text{ V}$$

故 $\dot{U}_{\text{计算}} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 = 137.0 \angle 74.8^\circ \text{ A}$, 而 $|\dot{U}|_{\text{实测}} = 136.7\text{V}$, $|\dot{U}|_{\text{实测}} \approx |\dot{U}_1 + \dot{U}_2|_{\text{计算}}$.

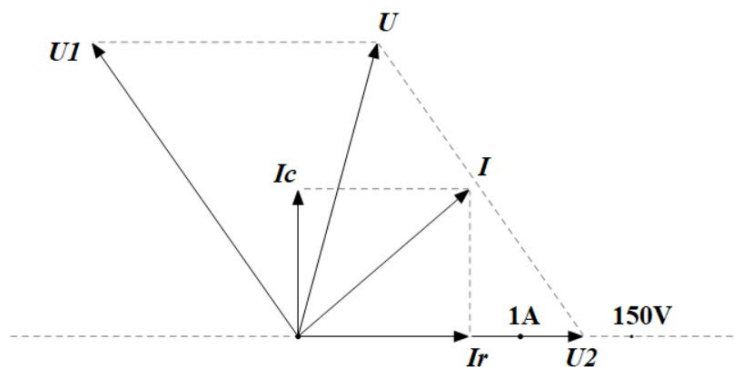


图 1 R、L、C 串并联实验相量图

二、 误差分析

由任务 1 测量结果, 可得 $Z = R_L + jX_L + \frac{R(jX_C)}{R+jX_C} = 134.1 \angle 33.8^\circ \Omega$.

与任务 2 测量结果比较:

$$|Z| \text{ 的相对误差} = \frac{|Z|_{\text{实测}} - |Z|_{\text{计算}}}{|Z|_{\text{实测}}} = 1.67\%$$

$$\phi \text{ 的相对误差} = \phi_{\text{实测}} - \phi_{\text{计算}} = -0.3^\circ$$

实验误差来源, 包括系统误差:

- 电参数测量仪测量精度带来的误差;
- 导线电阻带来的误差。

偶然误差:

- 测量仪读数时示数不稳定造成的误差;
- 测量电压时, 表笔接触不良或接入电路位置不同造成误差
- 测量电流时, 电流钳接反或测量的位置不同引起误差。

三、 思考题

1. 如果调压器的输入输出端接反了, 会发生什么情况?

答: 如果输入输出端接反了, 则调压器由降压变为升压, 接入实验电路的电压过大, 可能损坏仪器或引发危险; 在测量结束, 断开电路前将调压器归零时, 会导致电源短路, 十分危险。

2. 如何根据 I, U, P 的实验结果直接计算电感线圈的并联等值电路的参数?

答: 设电感线圈并联等值电路由纯电阻 R 和纯电感 jX 组成。

由 I, U, P 的实验结果, 根据 $|Z_L| = \frac{U}{I}, R_L = \frac{P}{I^2}, X_L = \sqrt{|Z_L|^2 - R_L^2}$, 可以计算出 $Z_L = R_L + jX_L$ 。

又由 $Z_C = \frac{R \times jX}{R + jX} = \frac{RX^2 + jXR^2}{R^2 + X^2}$, 可知 $R_L = \frac{RX^2}{R^2 + X^2}, X_L = \frac{XR^2}{R^2 + X^2}$, 联立解出 $R = \frac{R_L^2 + X_L^2}{R_L}, X = \frac{R_L^2 + X_L^2}{X_L}$, 代

入 R_L, X_L 的表达式, 化简得 $R = \frac{U^2}{P}, X = \frac{U^2}{\sqrt{U^2 I^2 - P^2}}$ 。

3. 如何判断被测阻抗是感性还是容性?

- 可以升高电源频率, 测量元件的阻抗。如果阻抗升高, 表明元件为感性; 如果降低则为容性。
- 可以用示波器测量元件两端的电压和电流, 观察相位关系。若电压相位领先电流则是表明元件为感性, 反之则为容性。

4. 对纯电阻, 电感和电容元件, 如何简化测量方式?

答: 直接测量元件两端的 $U, I, |Z| = \frac{U}{I}$ 。

对纯电阻 $R = |Z|$; 对纯电感 $X_L = |Z|$; 对纯电容 $X_C = -|Z|$ 。

四、 实验结论

1. 由电容箱, 电感线圈的有功功率不为 0, 可知其也具有一定的电阻。
2. 若用阻抗 $Z = R + jX$ 刻画电阻, 电感, 电容对交流电的阻碍作用, 则:
 - 对于纯电阻, 电压与电流同相位, 阻抗 $Z = R$;
 - 对于感性元件, 电压相位领先于电流, $X > 0$;
 - 对于容性元件, 电流相位领先于电压, $X < 0$ 。
3. 用相量法表示的交流电路参数 $\dot{U}, \dot{U}_1, \dot{U}_2$ 及 $\dot{I}_R, \dot{I}_C, \dot{I}$ 的合成满足平行四边形法则。

五、 实验总结

通过本次实验, 我学习了交流电路元件和仪表的基本使用方法, 如数字电参数测试仪, 自耦调压器等; 也在推导公式、处理数据、绘制相量图的过程中加深了对相量法、复阻抗、

容性感性等概念的理解。复阻抗和相量的引入使我们可以通过测量 I 、 U 、 P 等参数求解电路，而不必处理微分方程。

在实验中，需要注意不要把调压器的输入输出端接反了。每次重新接线时，要先将调压器归零，再断开电源，最后改接线。注意实验安全。

因为实验前的预习准备比较充分，实验过程进行的比较顺畅，在以后的实验中也要努力保持。

孙志宇

桌号: 15

组员: 张鹤潇 2018011365 邢阳 2018011359

仪器: 空心电感箱 15022895

调压器 T-13.

十进电容箱 03005939

数字电参数测量仪 DCY-1204 12006778.

滑线电阻

任务1:

$R = 160 \Omega$

I(A)	U(V)	P(W)	R(Ω)	R平均(Ω)
0.80	133.1	106.1		
1.00	167.0	167.0		

$L = 500 \text{ mH}$

I(A)	U(V)	P(W)	$R_L(\Omega)$	$X_L(\Omega)$	L(H)	$X_L(\Omega)$ 均值	$R_L(\Omega)$ 均值	$ Z \angle \varphi$
0.80	126.7	9.8						
1.00	158.5	15.3						

$C = 16 \mu\text{F}$

I(A)	U(V)	P(W)	$ Z (\Omega)$	$X_C(\Omega)$	C(μF)	$X_C(\Omega)$ 均值	C(μF) 均值
0.80	154.9	0.1					
1.00	194.7	0.2					

任务2:

I(A)	U(V)	$U_2(\text{V})$	P(W)	$ Z (\Omega)$	$\varphi(^{\circ})$	$ Z (\Omega)$ 均值	$\varphi(^{\circ})$ 均值
0.80	108.9	102.5	72.5				
1.00	136.7	128.7	114.3				

开始时间: 16:50

结束时间: 17:04