



## HIT实验交流群

扫一扫二维码，加入群聊。

## 电路实验 B

### 一、实验题目：正弦电流电路

二、实验目的：掌握正弦电流电路元件参数及相关量的测量方法；掌握交流法测量耦合电感同名端及开路互感电压法测量互感系数的方法；研究串联谐振电路的特点；掌握 Fluke 434 三相电能质量分析仪在单相电路中的使用方法。

三、实验选择仪器与模块名称：Fluke 434 型三相电能质量分析仪、数字万用表、模块化电路实验装置。

四、实验预习思考问题解答：(1) B (2) A (3) C (4) A (5) A (6) A (7) AC (8) D

### 五、实验过程：

#### 1. 基本任务

(1) 经检测，14V 50Hz 交流电源输出稳定，三相电能质量分析仪工作正常。

#### (2) 测量电路中电阻元件参数及相关量

按照图1连接电路。其中电源为交流14V、50Hz，电阻箱电阻  $R=300\Omega$ ，电容  $C=8\mu F$ ，电感箱电感  $L=500mH$ ， $R_L$  经万用表测得为  $114.9\Omega$ 。连接好之后使用三相电能质量分析仪的单相测量方式测量  $300\Omega$  电阻元件的电压、电流、二者相位差。测量  $R$  的有功功率、视在功率与无功功率。计算电阻参数，数据记录见表1。电阻与电流关系相量图见图2。功率关系见图3。

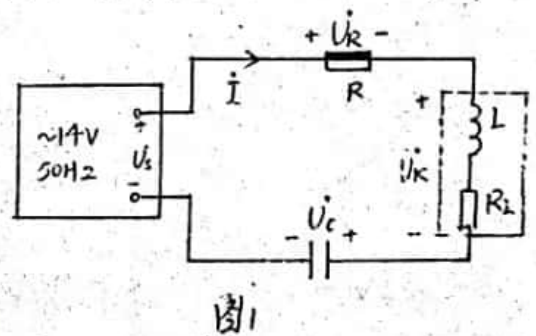


图1

测量值(电阻)		
电压 $V_A/V$	电流 $A_A/A$	相位差 $\phi_A/V(^{\circ})$
7.7	0.026	1
有功功率(W)	视在功率(VA)	无功功率(VAR)
0.2	0.2	0
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	
303.85	303.85	

表1

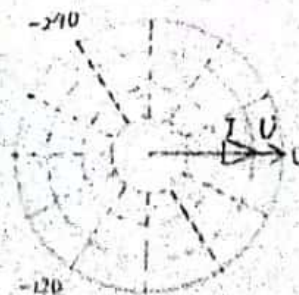


图2

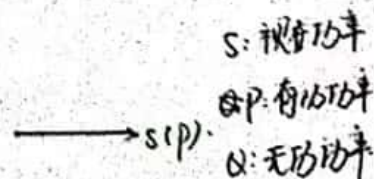
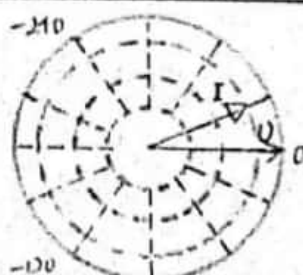


图3

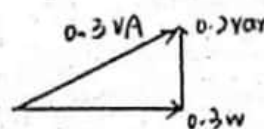


测量值(端口)		
电压 $V_A$	电流 $A_A$	相位差 $\phi_{A-V} (^{\circ})$
12.6	0.026	31
有功功率 $(W)$	视在功率 $(VA)$	无功功率 $(var)$
0.3	0.3	0.2
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	
484.62	443.79	

表4



(a) 电压与电流相量图



(b) 功率关系相量图

图6

可以看出, 端口电流相位超前电压相位  $31^{\circ}$ , 即电路呈现容抗性质。

## 2. 研究任务

### (1) 谐振电容 $C_0$ 的测量

按照图1连接实验电路。电源采用交流14V, 50Hz固定电源, 电感箱电感  $L=100mH$ , 对应电阻值经万用表测得为  $178.0\Omega$ , 电阻箱  $R=100\Omega$ , 已知电路谐振时端口电压与电流同相位且电流最大。

首先计算电容理论值  $C_0$ , 即  $\omega L = \frac{1}{\omega C_0}$ ,  $\omega = 2\pi f$ , 得  $C_0 = \frac{1}{4\pi f^2 L} = 10.13\mu F$ 。

实验中并联2个4μF电容, 1个2μF电容, 1个0.1~1μF可调电容与1个0.01~0.1μF可调电容, 调节旋钮值, 当分析仪上显示  $\phi_{A-V} (^{\circ}) = 0$  时, 记录此时  $C_0 = 10.15\mu F$ 。

### 2) 电压、电流有效值的测量

谐振时, 用三相电能质量分析仪的单相测量方式测量各电压有效值, 记录于表5。

电流 $I$	电源电压 $U_s$	电感电压 $U_L$	电容电压 $U_C$
0.046A	12.8V	16.4V	14.3V

表5

[思考问题] 谐振时电感电压与电容电压约为电源电压  $\times$  品质因数

### (2) 谐振时电路电流达到最大

### 3) 端口电压与电流相位关系的测量

调节电容, 在谐振电容小于谐振电容, 电容大于谐振电容不同时刻测量输入电压与电流相位关系, 并判断阻抗性质, 见表6。

时刻	输入电压与电流相位差	阻抗性质
谐振	$\phi_{A-V} = 0^{\circ}$	电阻
$C < C_0$ ( $C=8\mu F$ )	$\phi_{A-V} = 19^{\circ}$	感抗
$C > C_0$ ( $C=12\mu F$ )	$\phi_{A-V} = -8^{\circ}$	容抗

表6



(2) 耦合电感的研究. 研究同名端的测量及互感系数的测量方法.

1) 交流法测量同名端

如图7所示. 原边串联电阻, 阻值为  $1k\Omega$ . 将两线圈  $1'$  和  $2'$  串联. 在  $1-1'$  加  $14V$ ,  $50Hz$  交流电源. 使用分析仪表相测量方式分别测量  $U_1$ ,  $U_2$  和  $U_{12}$  的有效值. 如表7

$U_1/V$	$U_2/V$	$U_{12}/V$
4.3	8.0	12.3

表7

由  $U_1 + U_2 = U_{12}$  得出  $1$  与  $2'$  端为同名端

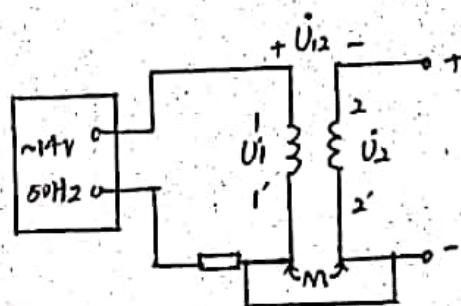


图7

[思考问题] a. 因为变压器产生互感, 感应电压正极应与输入电压正极处于同名端. 若  $1$  与  $2$  同名端则  $U_{12} = U_1 - U_2$ ; 若  $1$  与  $2'$  同名端, 则  $U_{12} = U_1 + U_2$ .

b. 无影响

2) 互感系数的测量

使用互感电压法测量互感系数. 电路如图8所示.  $500$  匝做原边,  $1000$  匝做副边. 原边串联  $800\Omega$  电阻. 当在  $1-1'$  加  $14V$  交流电压,  $2-2'$  端即可产生互感电压  $U_2 = j\omega M I_1$ . 当电压表内阻足够大时, 可认为测出电压值即为互感电压  $U_2$ .  $M = \frac{U_2}{\omega I_1}$ . 如表8

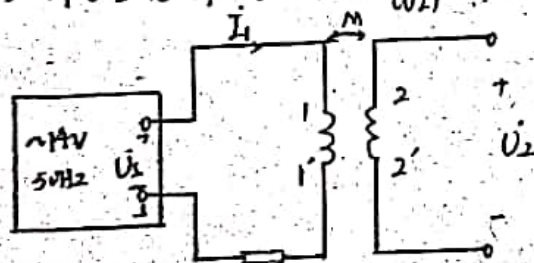


图8

$I_1/A$	$U_2/V$	$M$
0.014	10.0	2.27

表8

$$M = \frac{U_2}{\omega I_1} = \frac{U_2}{2\pi f I_1} = 2.27$$

六. 实验总结与体会.

结论: 纯电阻无功功率为0, 纯电抗有功功率为0. 谐振时电压与电流同相位且电流值最大.

体会: 熟悉了对 Fluke 434 三相分析仪的使用方法, 加深了对电阻, 电抗, 三种功率, 谐振电路的理解, 对变压器与互感也加深了学习.



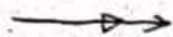
# 正弦电流电路 (B) 原始数据记录

## 基本任务

1) 测量电路中电阻元件参数及考量。

测量值 (电阻)		
电压 $V_A$	电流 $I_A$	相位差 $\phi_{A-V} (^{\circ})$
7.9V	0.026A	1
有功功率 (W)	视在功率 (VA)	无功功率 (Var)
0.2	0.2	0
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	
313.85	313.85	

电阻上电压与电流相量图:



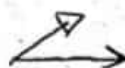
三个功率关系的相量图:

(5)

测量值 (电阻)		
电压 $V_A$	电流 $I_A$	相位差 $\phi_{A-V} (^{\circ})$
12.6V	0.026A	21°
有功功率 (W)	视在功率 (VA)	无功功率 (Var)
0.3	0.3	0.2
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	

端电压与电流关系相量图:

三个功率关系相量图



## 2. 研究任务

(1) 1) 测得电感值  $R_L = 178.0 \Omega$  理论值  $G_0 = \frac{1}{4\pi f L} = 10.13 \mu F$   
 谐振电容  $C_0 = 10.15 \mu F$

(3) 测量电路中元件参数及相关考量:

测量值 (电容)		
电压 $V_A$	电流 $I_A$	相位差 $\phi_{A-V} (^{\circ})$
10.5V	0.030A	90
有功功率 (W)	视在功率 (VA)	无功功率 (Var)
0	0.3	0.3
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	
350	0	

电容上电压与电流相量图:



三个功率关系的相量图:

消振时	电流 $I$	电源电压 $U_s$	电容电压 $U_C$	电感电压 $U_L$
	0.046A	12.8V	16.4V	14.3V

不同频率	输入电压与电流相位差/度	电路阻抗性质
消振	$\phi_{A-V} = 0^{\circ}$	电阻
$C < C_0 (8 \mu F)$	$\phi_{A-V} = 19^{\circ}$	感抗
$C > C_0 (12 \mu F)$	$\phi_{A-V} = -8^{\circ}$	容抗

(2) 1) 有效值:	$U_1/V$	$U_2/V$	$U_{12}/V$
	4.3	8.0	12.3

同名端: 1与2端

2) $I_1/A$	$U_2/V$	$M$
0.014	10.0	2.27

$M = \frac{U_2}{I_1} = \frac{U_2}{2\pi f I_1} = 2.27$

## (4) 电感参数测量

测量值 (电感)		
电压 $V_A$	电流 $I_A$	相位差 $\phi_{A-V} (^{\circ})$
5.1V	0.027A	-53
有功功率 (W)	视在功率 (VA)	无功功率 (Var)
0.1	0.1	0.1
$ Z /\Omega$	$R/\Omega$	

教师签字:

