

# 南昌大学物理实验报告

课程名称： 大学物理实验

实验名称： 交流电桥

学院： 信息工程学院 专业班级： 自动化 153 班

学生姓名： 廖俊智 学号： 6101215073

实验地点： 基础实验大楼 座位号： 20

实验时间： 第 10 周星期四上午 9 点 45 开始

## 一、实验目的：

- 1、了解交流电桥的特点和平衡调节的方法。
- 2、使用交流电桥测量电容及其损耗。
- 3、使用交流电桥测量电感及其品质因数。

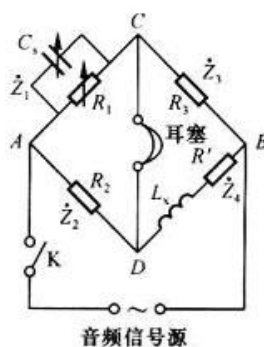
## 二、实验原理：

在交流电路中，四个桥臂一般是由交流电路元件如电阻、电感、电容组成；电桥的电源通常是正弦交流电源；交流平衡指示仪的种类很多，适用于不同频率范围。频率为 200Hz 以下可采用谐振式检流计；音频范围可采用耳机作为平衡指示器；音频或更高的频率可采用电子指零仪器；也有可用电子示波器或交流毫安表作为平衡指示器。

### 1、测量电感

电路图如右图，各阻抗

$$\begin{cases} \dot{Z}_1 = R_1 / (1 + j\omega C_s R_1) \\ \dot{Z}_2 = R_2 \\ \dot{Z}_3 = R_3 \\ \dot{Z}_4 = R' + R_X + j\omega L_X = R + j\omega L_X \end{cases}$$



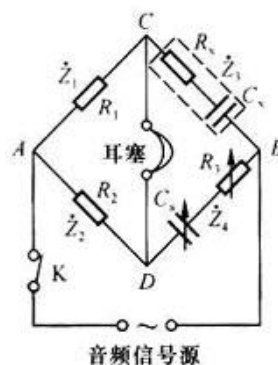
$$\text{平衡时有} \begin{cases} L_X = R_2 R_3 C_s \\ R = R' + R_X = R_2 R_3 / R_1 \end{cases}$$

### 2、测量电容

电路图如右图，各阻抗

$$\begin{cases} \dot{Z}_1 = R_1 \\ \dot{Z}_2 = R_2 \\ \dot{Z}_3 = R_X + \frac{1}{j\omega C_X} \\ \dot{Z}_4 = R_s + \frac{1}{j\omega C_s} \end{cases}$$

$$\text{平衡时有} \begin{cases} C_X = \frac{R_2}{R_1} C_s \\ R_X = \frac{R_1}{R_2} R_s \end{cases}$$



三、实验内容和步骤：

(1) . 电容的测量  
按照实验原理图完成导线的连接，并将频率调到 1000Hz;  
分别将 Cn 和 Ra 调到 1uF, 1kΩ, 0.1uF, 100Ω, 0.01uF, 10Ω,调整 Rn, Rb 的阻值，使指针的偏转到达一个最小值，分别记录 Rn, Rb 的大小;  
(2) . 电感的测量  
按照实验原理图完成导线的连接，并将频率调到 100Hz;  
分别将 Cn 和 Ra 调到 1uF, 1kΩ, 0.1uF, 10kΩ, 0.01uF, 100kΩ,调整 Rn, Rb 的阻值，使指针的偏转到达一个最小值，分别记录 Rn, Rb 的大小;

四、数据处理

(1) . 电容的测量

	Cn (uF)	Ra(Ω)	Rb(Ω)	Rn(Ω)	Rc(Ω)	Cx(uF)
第一次	1	1000	1038	0.3	0.289	1.038
第二次	0.1	100	1034	2.3	0.222	1.034
第三次	0.01	10	1030	2.3	0.022	1.030

$$R_c = \frac{R_a}{R_b} R_n \qquad C_x = \frac{R_b}{R_a} C_n$$

由上述两式得  $R_{c1}=0.289\Omega$  ,  $C_{x1}=1.038\mu F$ ;  
 $R_{c2}=0.222\Omega$  ,  $C_{x2}=1.034\mu F$ ;  
 $R_{c3}=2.233\Omega$  ,  $C_{x3}=1.030\mu F$ ;

所以;

$$\overline{C_x} = (C_{x1} + C_{x2} + C_{x3}) / 3 = 1.034\mu F$$

(2) .电感的测量

	Cn (uF)	Ra(KΩ)	Rb(Ω)	Rn(Ω)	Rc(Ω)	Lx(H)
第一次	1	1	28	9362.3	2.99	9.362
第二次	0.1	10	17	9367.3	18.15	9.367
第三次	0.01	100	6	9369.3	64.09	9.369

$$L_x = R_a R_b C_n$$

$$R_c = \frac{R_b}{R_n} R_a$$

由上式得  $R_{c1}=2.99\Omega$  ,  $L_{x1}=9.362H$   
 $R_{c1}=18.15\Omega$  ,  $L_{x2}=9.367H$   
 $R_{c1}=64.09\Omega$  ,  $L_{x3}=9.369H$ ;

$$\overline{L_x} = (L_{x1} + L_{x2} + L_{x3}) / 3 = 9.366H$$

## 五：注意事项

音频信号源的输出电压约有二十伏，电桥平衡时，阻抗以几十欧到几千欧为好，阻值过大，电桥收敛性差，阻值过小，调节粗燥，元件发热，精度低。

（2）平衡电桥的过程中，电阻箱调节都应从几百欧开始，左右试探，比例臂配合调。

（3）平衡指示器在电桥不平衡时应取灵敏度较低的档，用晶体管毫伏表时应取量程较大的档。接近平衡时再选用高灵敏度量程

## 五：误差分析：

- 1、仪器测数不稳定
- 2、估读时误差过大

## 六：思考题：

1、利用下面两个图求出  $L_x$  和  $R_x$  的有关公式，此电路在调平衡时是否方便？

答：对于第一个图有  $L_x = \frac{R_1}{R_2} L_s$ ， $R_x = \frac{R_1}{R_2} R - R_3$ ，对于第二个图有  $L_x = \frac{C_1 R_2 R_3}{R_1^2 C_1^2 \omega + 1}$ ， $R_x = \frac{R_1 C_1^2 R_2 R_3 \omega^2}{R_1^2 C_1^2 \omega^2 + 1}$ 。

从图中来看，这两个电路在调平衡时都不是很方便，因为电桥的各个臂的阻抗差距比较大，不容易匹配，同时在同一个臂中使用两个二阶元件容易造成互相干扰。

2. 本实验中所用的平衡指示器是否足够灵敏？如果选用灵敏度比它高或低的平衡指示器，后果如何？

答：不灵敏；灵敏度更低的会使在很大范围内电桥都平衡，误差很大；而灵敏度更低的也不行，在离平衡较远时，电压过大。

## 七、附上原始数据；



1. 电阻

1000 Hz

$C_n$	$R_a$	$R_n$	$R_b$
1 $\mu F$	1 k $\Omega$	0.3 $\Omega$	1038 $\Omega$
0.1 $\mu F$	100 $\Omega$	2.3 $\Omega$	1034 $\Omega$
0.01 $\mu F$	10 $\Omega$	2.3 $\Omega$	1030 $\Omega$

2. 电感

200 Hz

$C_n$	$R_a$	$R_n$	$R_b$
1 $\mu F$ <del>1 <math>\mu F</math></del>	1 k $\Omega$	9362.3 $\Omega$	28 $\Omega$
0.1 $\mu F$ <del>0.1 <math>\mu F</math></del>	10 k $\Omega$	9367.3 $\Omega$	17 $\Omega$
0.01 $\mu F$ <del>0.01 <math>\mu F</math></del>	100 k $\Omega$	9369.3 $\Omega$	6 $\Omega$

廖俊智

自动化153班

6101215073

2023





