

实验四 交流串、并联电路研究

一、实验目的

- 1、研究串联电路各部分电压关系及串联谐振。
- 2、研究并联电路各支路电流关系及并联谐振。
- 3、电路功率因数提高的方法。

二、仪器设备

- | | |
|---------------|-----|
| 1、函数发生器 | 一台 |
| 2、双踪数字示波器 | 一台 |
| 3、交流数字电流表、电压表 | 各一只 |
| 4、电阻、电容、电感元件 | 若干 |

三、实验简介

1、串联电路

当交流电加在 R 、 L 、 C 串联电路上，则各元件上通过相同电流。由于电感、电容的阻抗均为频率的函数，且电感电压超前电流 90° 、电容电压滞后电流 90° ，所以，当改变电路参数或改变交流电的频率时，若满足 $\dot{U}_L = -\dot{U}_C$ ，则电容和电感的作用相互抵消，电路呈电阻性，这时电路中阻抗最小、电流最大，即电路出现串联谐振。本实验是通过调整交流电的频率实现谐振的。

实际电路中，因元件为非理想元件，特别是电感元件包含有一定量的电阻，一般将电感元件看成一个电阻与理想电感串联的形式，这时测得的电感两端电压包含有电阻电压分量，称其为 \dot{U}_{rL} 。显然 \dot{U}_{rL} 超前电流小于 90° ，但只要 \dot{U}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{U}_C$ 时，电路同样出现谐振。此时 $I = \frac{U}{R+r}$ （ r 为电感元件中所含的电阻）。

2、并联谐振

电路中当交流电加在 L 、 C 并联电路两端，由于两元件电压相同，流过电感的电流 \dot{I}_L 与流过电容的电流 \dot{I}_C 分别滞后和超前电压 90° ，即 \dot{I}_L 与 \dot{I}_C 相位相反。当改变电路参数或改变电源频率，满足 $\dot{I}_L = -\dot{I}_C$ 时，电路出现并联谐振。

实际电路中，由于电感元件含有电阻，称流过电感的电流为 \dot{I}_{rL} ，显然 \dot{I}_{rL} 滞后电压小于 90° ，但只要 \dot{I}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{I}_C$ 时，电路同样出现谐振。这时电路

呈阻性，从端钮看，表现在阻抗最大，电流最小。

3、功率因数的提高

实际使用的电器多为感性负载，如电机、日光灯等。感性负载可等效成理想电感与理想电阻串联的形式，其功率因数较低。提高功率因数的方法通常是在感性负载上并联一个适当大小的电容。

四、实验内容及步骤

1、串联谐振

(1) 实验电路如图 4-1 所示。具体在实验台上连线方法参照前面实验，即借助测试孔和电流插座，这样，接线和测量都很方便。

(2) 调节函数发生器的输出电压为正弦波，保证 a、b 两端电压有效值为 5V。

按表 4-1 逐步改变频率，并保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，记下不同频率时的电流，填入表 4-1 中。

提示：这里“5V”由示波器或交流电压表测得，不是函数发生器的显示 U_{p-p} 值。

本次实验的所有电压、电流均以交流电压表、电流表读数为准。

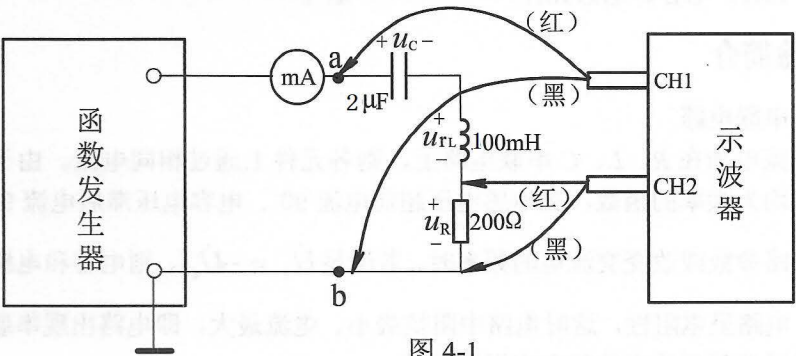


图 4-1

(3) 根据 u 、 i 波形同相方法寻找谐振频率 (200 Ω 电阻波形与电流波形同相)。

按表 4-1 规定的频率调节函数发生器的输出频率，观察波形，确定谐振频率，并记录谐振时的电流。

表4-1

读 数	$f(\text{Hz})$	200	300	$f_o =$	300	400	500
	$I(\text{mA})$						
计 算	$ Z (\Omega)$						

(4) 在谐振时，测出 U_R 、 U_L 、 U_C 各值，填在表 4-2 中。

表4-2

f	U	I_o	U_R	U_{RL}	U_C
f_o	5V				

2、并联谐振

- (1) 实验电路如图 4-2 所示。具体在实验台上连线方法参照前面实验，即借助测试孔和电流插座。

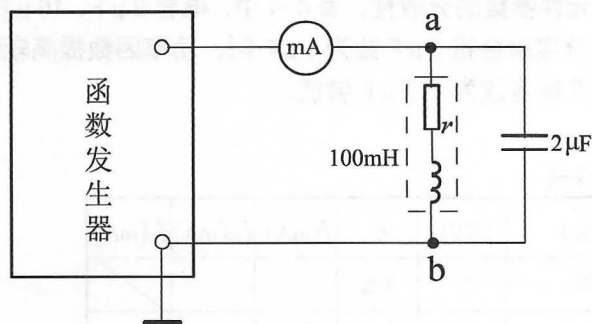


图 4-2

- (2) 根据并联谐振时，阻抗最大，电流最小方法寻找谐振频率。

调节函数发生器的输出电压为正弦波，按表 4-3 逐步改变频率，并保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，记下不同频率时的电流，填入表 4-3 中。注意寻找谐振频率。

表4-3

读 数	$f(\text{Hz})$	200	250	$f_o =$	350	400
	$I(\text{mA})$					
计 算	$ Z (\Omega)$					

3、功率因数的提高

- (1) 实验电路如图 4-3 实线部分。在实验台上连线方法如图 4-4 所示。

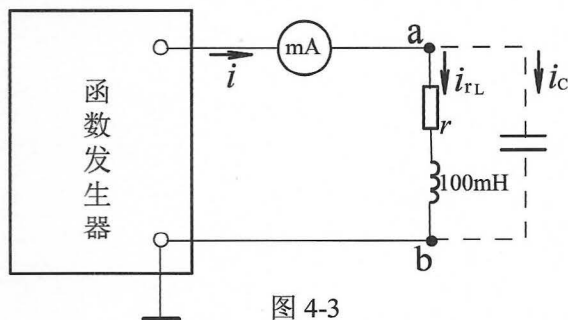
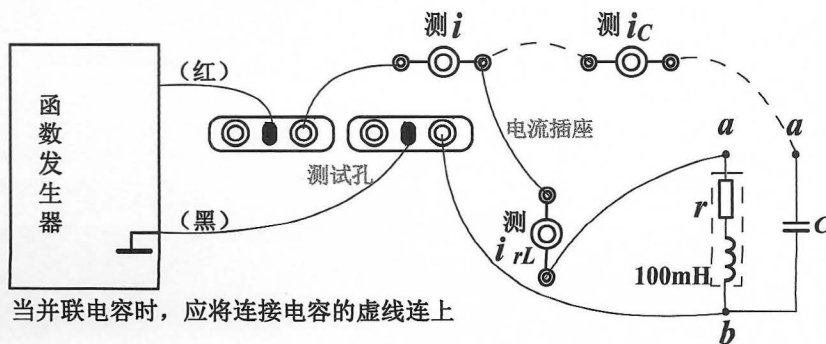


图 4-3



当并联电容时，应将连接电容的虚线连上

图 4-4

(2) 调节函数发生器的输出电压为正弦波，保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，完成表 4-4 规定的各项测量数据。

提示：由于实验台元件参数的分散性，表 4-4 中，电容 $2\mu\text{F}$ 、 $10\mu\text{F}$ 仅为参考值。例如，有部分实验台将 $2\mu\text{F}$ 改为 $1\mu\text{F}$ 时，功率因数提高较明显。同样，也可将 $10\mu\text{F}$ 电容改为 $4.7\mu\text{F}$ 尝试。

表4-4

$f(\text{Hz})$	$U(\text{V})$	C	$I(\text{mA})$	$I_{\text{N}}(\text{mA})$	$I_{\text{C}}(\text{mA})$
200	5	未接			
200	5	$2\mu\text{F}$			
200	5	$10\mu\text{F}$			

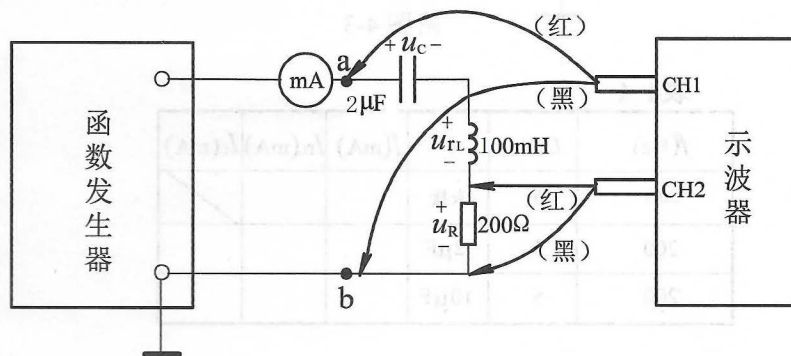
实验报告

专业_____ 班号_____ 组号_____ 实验日期_____

姓名_____ 同组人_____ 指导教师_____

一、实验原理图及数据

1. 串联谐振原理图及数据



附图 4-1

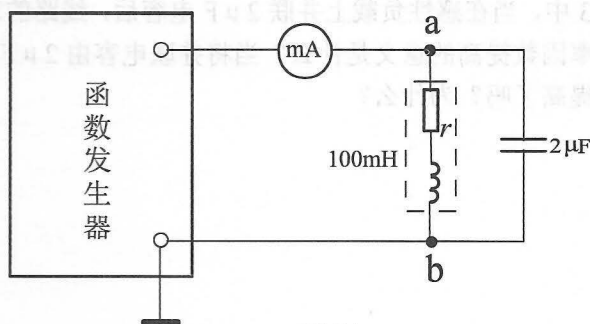
表4-1

读 数	$f(\text{Hz})$	200	300	$f_o =$	400	500	600
	$I(\text{mA})$						
计 算	$ Z (\Omega)$						

表4-2

f	U	I_o	U_R	U_{RL}	U_C
f_o	5V				

2. 并联谐振原理图及数据

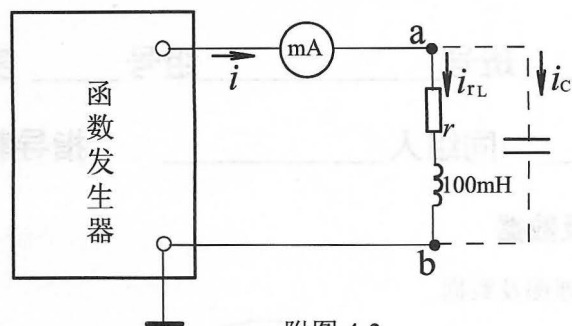


附图 4-2

表4-3

读 数	$f(\text{Hz})$	200	250	$f_o =$	350	400
	$I(\text{mA})$					
计 算	$ Z (\Omega)$					

3. 功率因数的提高原理图及数据



附图 4-3

表4-4

$f(\text{Hz})$	$U(\text{V})$	C	$I(\text{mA})$	$I_{rL}(\text{mA})$	$I_c(\text{mA})$
200	5	未接			
200	5	$2\mu\text{F}$			
200	5	$10\mu\text{F}$			

二、实验报告要求

1. 完成所有表格中规定的的数据。
2. 根据表 4-2 的数据，画出串联谐振时各电压相量图并计算电感元件中所含的电阻 r 之值。
3. 画出串联谐振时串联支路总电压和电流波形图。
4. 思考并回答如下问题：
 - (1) 串联谐振、并联谐振电路各有什么特点？
 - (2) 串联谐振时 I 最大，这时串联电路的总电压和电流从波形上看是否同相？
 - (3) 在图 4-3 中，当在感性负载上并联 $2\mu\text{F}$ 电容后，线路的功率因数是否提高了？功率因数提高的意义是什么？当将并联电容由 $2\mu\text{F}$ 改为 $10\mu\text{F}$ 时，功率因数提高了吗？为什么？

实验五 三相电路研究

一、实验目的

- 1、三相负载作星形接法时电路中各电压、电流的研究及中线的作用。
- 2、用两表法测试三相三线制电路功率（仅以负载接成星形为例）。
- 3、三相负载作三角形接法时电路中各电压、电流的研究。

二、仪器设备

- | | |
|--------------|----|
| 1、三相电路实验负载挂件 | 一块 |
| 2、对称可调三相交流电源 | 一台 |
| 3、多功能交流数字表 | 二只 |
| 4、电流插头 | 一个 |

三、实验简介

1、实验负载挂件

实验负载挂件为三相负载，其中A相、B相负载完全相同，如图5-1(a)所示。C相负载如图5-1(b)所示。

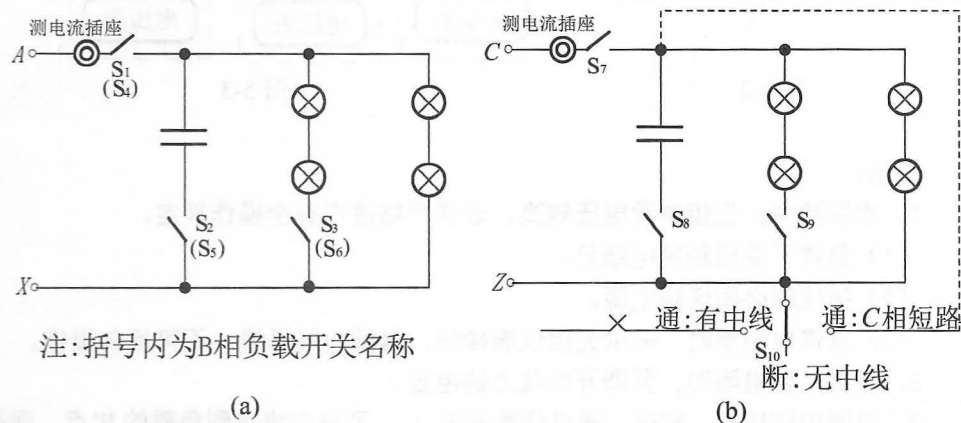


图 5-1

当改变负载上的开关状态（通、断）时，可使三相负载对称（例如，让各相负载灯全亮），也可使负载不对称（有些相负载灯全亮，另些相则不然）；可使负载为阻性（让电容断开），也可使负载为容性（让电容合上）；还可使负载为星形时有中线、无中线等等。

2、电源及负载的连接方式

本实验中，电源均采用星形连接。负载有星形、三角形两种连接方式。

当负载为星形连接时，可以有中线——即三相四线制；也可以无中线——即三相三线制。三相四线制与三相三线制间的切换，通过中线上的开关状态实现。当负载为

三角形连接时，只有三相三线制。

3、两表法测试三相三线制电路的总功率

从理论上说，在三相三线制中无论负载接成何种形式，都可以用两个功率表测得三相负载总功率。本实验仅仅是在负载为星形接法且为阻性负载情况下进行测试。

四、实验内容及步骤

1. 将三相电源接成星形

(1) 断开三相调压器开关，将三相调压器手柄旋转到 0V 位置。

(2) 按图 5-2 原理图接线。图 5-2 在实验台上接线方法如图 5-3 所示。

提示：本实验各项内容电源均按星形接法

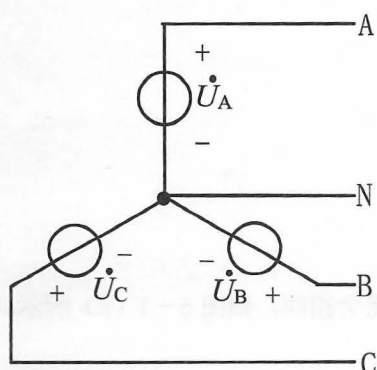


图 5-2

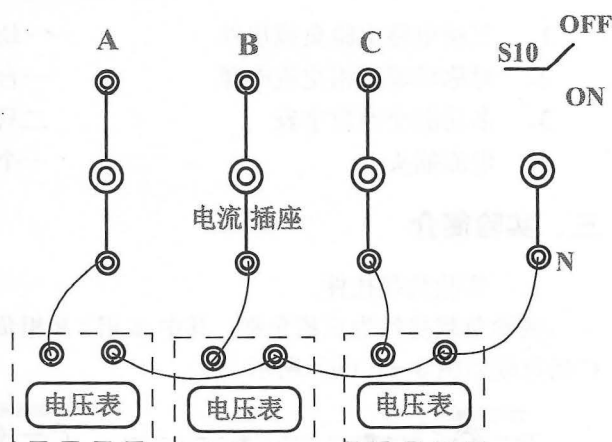


图 5-3

提示：

1、本实验中，三相电源电压较高，必须严格遵守安全操作规定。

(1) 身体不要接触带电部分。

(2) 接线时必须切断电源。

(3) 在带电测量时，必须先插仪表插线，再插电路插线，不可反向操作。

2、负载为纯电阻时，要断开负载上的电容。

3、电源中线接在“N”端，通过切换开关 S_{10} ，可将中线连到负载的 N' 点，而不是将中线直接接到负载的 N' 点。

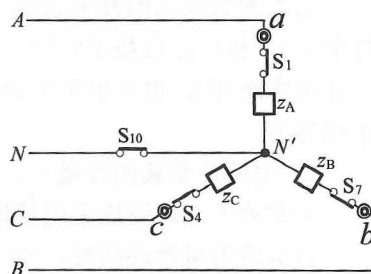
2. 负载为星形接法

(1) 三相电源仍处于断开状态。

(2) 图 5-4 为原理电路。图 5-4 在实验台上的接线方法如图 5-5 所示。

(3) 合上三相调压器开关，按 RESRT 键，用交流多功能表测量电源线电压，通过调节手柄，使线电压为 220V。

(4) 按表 5-1 所示的各要求测试对应



数据。

图 5-4

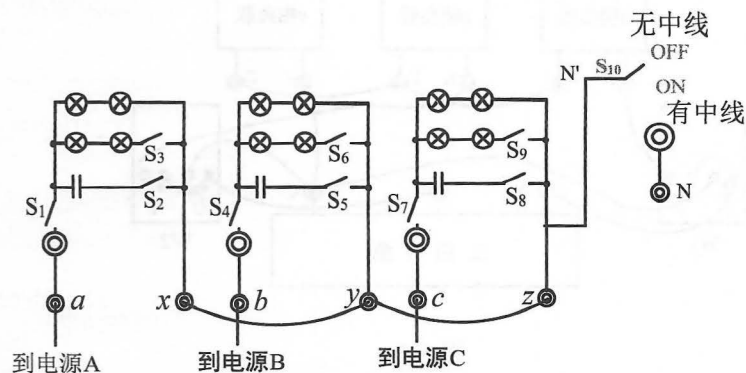


图 5-5

表5-1 负载为星形接法

数 值 负 载 连 接		读 数										计 算	
		U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_A	I_B	I_C	$I_{NN'}$	U_{BC}/U_{BY}	P
对称 (各相灯全亮)	有中线												
	无中线												
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)	有中线												
	无中线												

2. 两表法测功率

- (1) 断开三相调压器开关，电源接法保持不变，负载接法保持不变但断开中线 $N-N'$ 。
- (2) 按图 5-6 所示原理电路连线。图 5-6 在实验台上的连线方法如图 5-7 所示。
- (3) 合上三相调压器开关，按表 5-2 所示的各要求测量对应功率。

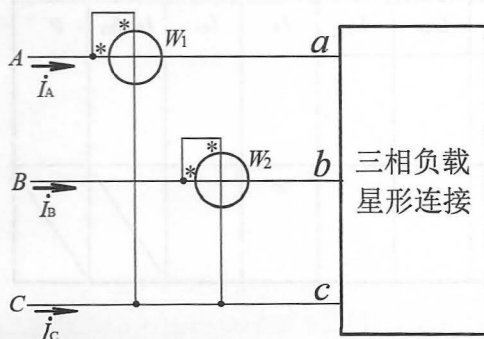


表5-2 负载为星形接法

数 值 负 载 连 接		读 数		计 算
		P_1	P_2	P
对称 (各相灯全亮)				
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)				

图 5-6

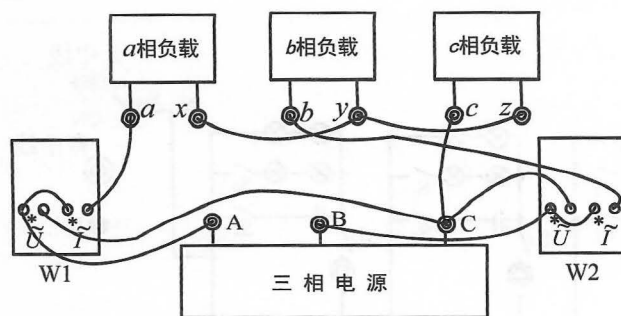


图 5-7

3、负载为三角形接法

- (1) 断开三相调压器开关，电源接法保持不变，拆下功率表，中线仍断开。
- (2) 负载按图 5-8 所示的原理电路连线。图 5-8 在实验台上的连线方法如图 5-9 所示。
- (3) 按表 5-3 所示的各要求测试对应数据。

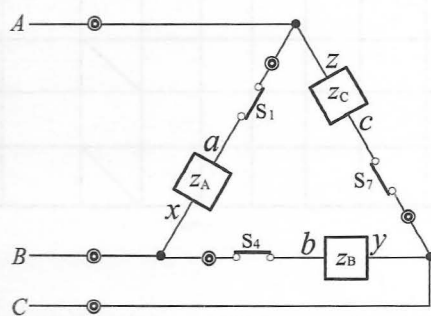


图 5-8

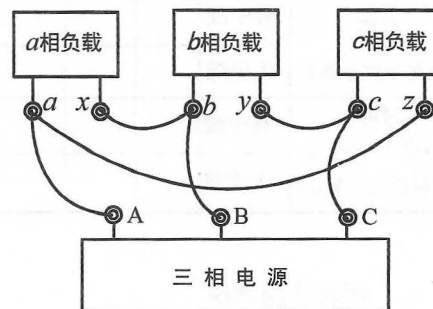


图 5-9

表5-3 负载为三角形接法

数 值 负载连接	读 数								计 算	
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_B	I_{BY}	I_B/I_{BY}	P
对称 (各相灯全亮)										
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)									/	/

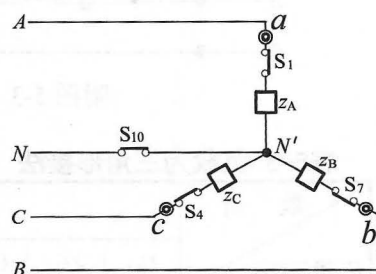
实验报告

专业_____ 班号_____ 组号_____ 实验日期_____

姓名_____ 同组人_____ 指导教师_____

一、实验原理图及数据

1. 负载为星形接法原理图及数据

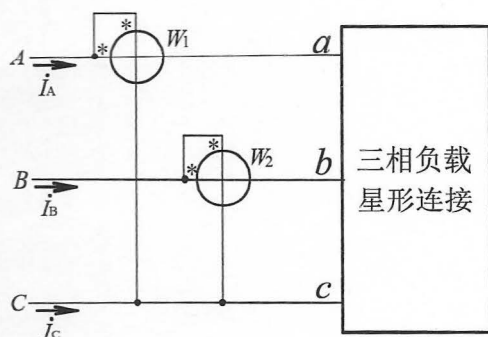


附图 5-1

表5-1 负载为星形接法

数 值		读 数										计 算	
负 载 连 接		U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_A	I_B	I_C	$I_{NN'}$	U_{BC}/U_{BY}	P
对称 (各相灯全亮)	有中线												
	无中线												
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)	有中线												
	无中线												

2. 两表法测功率原理图及数据

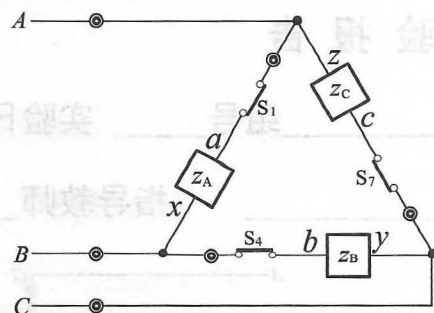


附图 5-2

表5-2 负载为星形接法

数 值		读 数		计 算
负 载 连 接		P_1	P_2	P
对称 (各相灯全亮)				
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)				

3. 负载为三角形接法原理图及数据



附图 5-3

表5-3 负载为三角形接法

数 值 负载连接	读 数								计 算	
	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}	I_B	I_{BY}	I_B/I_{BY}	P
对称 (各相灯全亮)										
不对称 (A相灯全亮, B, C相各熄二盏灯)									/	/

二、实验报告要求

1. 整理并完成表 5-1、表 5-2、表 5-3 的各项数据。

2. 思考并回答如下问题：

(1) 负载为星形接法时，中线的作用是什么？

(2) 负载为三角形时，当负载对称时，线电流与相电流有何关系？