

专业: 工程力学(强基)姓名: 黄于翀学号: 3210105423日期: 2023年4月11日地点: 东三-208桌号 F6

# 浙江大学实验报告

课程名称: 电工电子学 指导老师: 白志红 成绩: \_\_\_\_\_实验名称: 三相交流电路 实验类型: 验证性 同组学生姓名: 何智勇

## 一、实验目的和要求

1. 学习三相交流电路中三相负载的连接方法。
2. 了解三相四线制中线的作用。
3. 掌握三相电路功率的测量方法。

## 二、实验内容和原理

三相电源带负载时,三相负载有星形联结和三角形联结两种连接方式。根据每相负载的阻抗是否相同,三相负载有对称负载和不对称负载两种类型。 $U_l$ 、 $I_l$  分别为线电压和线电流,  $U_p$ 、 $I_p$  分别为相电压和相电流,当三相对称负载作星形联结时,具有关系式

$$U_l = \sqrt{3}U_p, I_l = I_p$$

当三相对称负载作三角形联结时,具有关系式

$$U_l = U_p, I_l = \sqrt{3}I_p$$

星形有中线,负载端不对称,负载端三相电压对称,各相负载仍能正常工作。星形无中线,负载端不对称,负载端三相电压不对称,各相负载不能正常工作,甚至发生损坏。对于星形不对称负载,必须有中线,即采用三相四线制供电,才能保证负载正常工作。不对称负载作三角形联结时,各相负载仍能正常工作。三相四线制对称负载的电路,可用一个瓦特表测出单相功率。三相四线制不对称负载的电路,采用三瓦特表法,各相负载功率之和即为三相总功率。

对于三相三线制电路,不论电路对称与否,均可采用两瓦特表法来测量电路的总功率,如下图所示。根据图中瓦特表的连接,两瓦特表读数之和为

$$W_1 + W_2 = \frac{1}{T} \int_0^T (i_U u_{UW} + i_V u_{VW}) dt$$

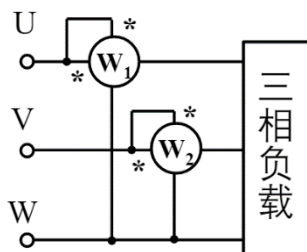
假设负载为三角形联结,则有

$$\begin{aligned} i_U u_{UW} + i_V u_{VW} &= (i_{UV} - i_{WU}) u_{UW} + (i_{VW} - i_{UV}) u_{VW} = i_{WU} u_{WU} + i_{VW} u_{VW} - i_{UV} (u_{WU} + u_{VW}) \\ &= i_{WU} u_{WU} + i_{VW} u_{VW} + i_{UV} u_{UV} = p_{WU} + p_{VW} + p_{UV} \end{aligned}$$

故

$$W_1 + W_2 = \frac{1}{T} \int_0^T (p_{WU} + p_{VW} + p_{UV}) dt = P$$

即两瓦特表所测得的功率的和等于三相电路的总功率。



## 三、主要仪器设备

实验电路板、电工电子综合实验台、三相交流电源(220V)、交流智能仪表、数字式万用表、单掷刀开关、电流插头、插座。

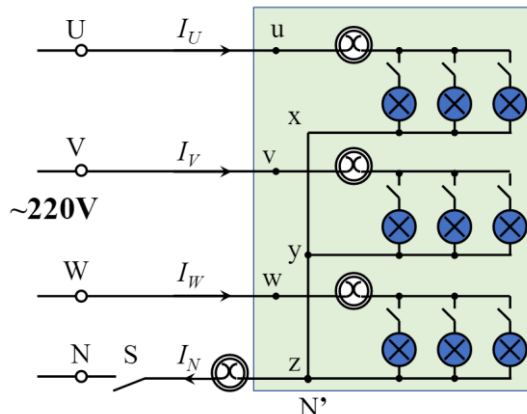
## 四、操作方法和实验步骤

## 1.三相负载星形联结

按下图接线，图中每相负载采用三只白炽灯，电源线电压为 220V。

(1) 测量三相四线制电源的线电压和相电压，记入下表。

(2) 按下表内容完成各项测量，并观察实验中各白炽灯的亮度。表中对称负载时为每相开亮 3 只灯；不对称负载时为 U 相开亮 1 只灯，V 相开亮 2 只灯，W 相开亮 3 只灯。



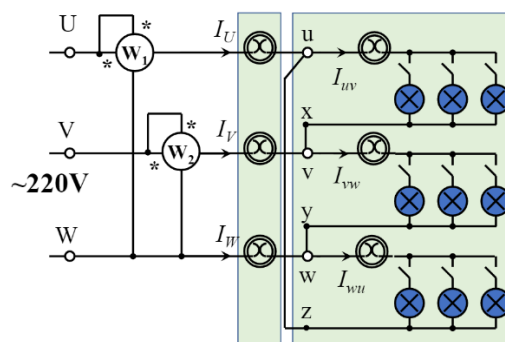
$U_{UV}/V$	$U_{VW}/V$	$U_{WU}/V$	$U_{UN}/V$	$U_{VN}/V$	$U_{WN}/V$

装  
订  
线

测量值 负载情况		相电压			相电流			中线电流	中线电压
		$U_{UN'}/V$	$U_{VN'}/V$	$U_{WN'}/V$	$I_U/A$	$I_V/A$	$I_W/A$	$I_U/A$	$U_{N'N}/V$
对称负载	有中线								/
	无中线							/	
不对称负载	有中线								/
	无中线							/	

## 2.三相负载三角形联结

按下图接线。接好实验电路后，按下表内容完成各项测量，并观察实验中白炽灯的亮度。表中对称负载和不对称负载的开灯要求与上表相同。



测量值 负载情况		线电流/A			相电流/A			负载电压/V			功率/W	
		$I_U$	$I_V$	$I_W$	$I_{UV}$	$I_{VW}$	$I_{WU}$	$U_{UV}$	$U_{VW}$	$U_{WU}$	$P_1$	$P_2$
对称负载												
不对称负载												

## 五、实验数据记录和处理

## 1.三相负载星形联结

$U_{UV}/V$	$U_{VW}/V$	$U_{WU}/V$	$U_{UN'}/V$	$U_{VN'}/V$	$U_{WN'}/V$
220.4	219.4	219.8	127.5	126.3	127.2

## 2. 三相负载星形联结时电压、电流测量

测量值 负载情况		相电压			相电流			中线电流	中线电压
		$U_{UN'}/V$	$U_{VN'}/V$	$U_{WN'}/V$	$I_U/A$	$I_V/A$	$I_W/A$	$I_U/A$	$U_{N'N}/V$
对称负载	有中线	125.5	124.6	125.2	125.9	125.9	125.9	8.50m	/
	无中线	126.1	124.8	125.9	125.7	125.7	125.7	/	1.8
不对称负载	有中线	127.7	125.6	125.7	0.086	0.164	0.248	0.136	/
	无中线	167.6	143.0	80.5	0.096	0.177	0.205	/	48.3

## 3. 三相负载三角形连接时电压、电流及功率的测量

测量值 负载情况		线电流/A			相电流/A			负载电压/V			功率/W	
		$I_U$	$I_V$	$I_W$	$I_{uv}$	$I_{vw}$	$I_{wu}$	$U_{uv}$	$U_{vw}$	$U_{wu}$	$P_1$	$P_2$
对称负载		0.556	0.559	0.560	0.324	0.322	0.319	212.5	212.3	212.2	103.5	106.0
不对称负载		0.394	0.295	0.475	0.113	0.215	0.319	214.9	216.1	217.4	81.6	60.5

## 六、实验结果与分析

## 1.对称负载星形联结时相电压和线电压之间的数值关系

$$U_{UV}/U_{UN'}=1.741; U_{VW}/U_{VN'}=1.737; U_{WU}/U_{WN'}=1.728$$

对称负载三角形联结时相电流和线电流之间的数值关系

$$I_{uv}/I_U=0.582; I_{vw}/I_V=0.594; I_{wu}/I_W=0.570$$

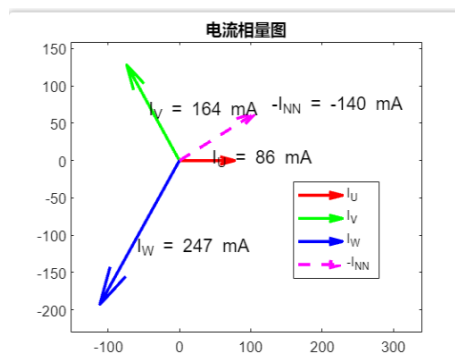
而 $\sqrt{3}\approx 1.732$ ,  $1/\sqrt{3}\approx 0.577$ 。可以看出对称负载星形联结时相电压和线电压之间的数值关系近似于 $\sqrt{3}$ , 对称负载三角形联结时相电流和线电流之间的数值关系近似于 $1/\sqrt{3}$ 。

因此我们可以近似地认为：

$$U_L = \sqrt{3}U_p$$

$$I_L = \sqrt{3}I_p$$

## 2.不对称负载星形联结三相四线制（有中线）的电流相量图



不对称负载中，中线的作用是使三相负载电压保持对称，防止部分电器功率过大烧坏。

## 3.根据三角形联结电压、电流数据计算对称、不对称负载三角形联结时的三相总功率

$$\text{对称时: } P=P_{uv}+P_{vw}+P_{wu}=U_{uv}I_{uv}+U_{vw}I_{vw}+U_{wu}I_{wu}=204.9W; \quad P_1+P_2=209.5W$$

$$\text{不对称时: } P=P_{uv}+P_{vw}+P_{wu}=U_{uv}I_{uv}+U_{vw}I_{vw}+U_{wu}I_{wu}=140.1W; \quad P_1+P_2=142.1W$$

三相总功率与两功率表测得的功率之和近似相等。

## 七、讨论、心得

三相交流电路实验是电工电子学科中的一项基础实验，通过实验我理解了三相电路的组成、工作原理以及相应的测量方法。通过实验，我意识到需要注意安全问题，正确接线，避免触电。