

电工及电子实验

(一)

电工实验部份



上海交通大学电工学教研组

1979.12.

前 言

实验技能训练是“电工学”及“电子技术”课程教学的重要方面，学员们通过实验课教学，除了能在感性认识的基础上加深理解和巩固课堂上所教的理论知识外，还应该掌握一些常用仪器及仪表的使用，并具有独立进行科学实验的能力和熟练的操作技能。这些基本技能训练对于培养科技人才来说是必不可少的。在经过一个阶段的实验课基本训练以后，学员们除了能够进行实际操作以外，还应该能够根据理论知识判别实验结果的正确性，能够判别线路工作是否正常以及能够具有检查和排除故障的能力。

为了把课堂教学与实验训练二者有机地结合起来，并加强实践性教学环节，今后把电工实验单独设课，实验课程系统及内容与电工学、电子技术相互配合，但具有一定的独立性和灵活性，以适应实验室的条件。为此我们重新编写了实验指导书，作为实验课的主要教材。指导书第一部份为电路及电机部份，共包括实验 21 次，实验中所用的仪器仪表使用方法作为实验附录，放在第一次使用该仪器的实验后面，以便学员使用参考。

每次实验的内容基本上是根据课内计划学时为二学时安排的，一部份实验中还列入了某些加选内容*。在排课时考虑到学员的熟练程度有所差异，实验过程中可能有异常及故障，所以每次实验要安排三学时。在课外平均预习时间为一小时，完成实验报告约需一小时，总共每次实验课内外平均时数为五小时。

在本书中共编入电路基础部份实验十四次，在教学计划时数内，学员应完成其中七次实验，可以加选四次，并建议实验一、二、（三或四）、五、八、九、十一为必做实验。电机及控制部份实验七次，学员应完成其中四次实验，可以加选二次，并建议实验十五、十七、十八、二十一为必做实验。

根据教学要求，在各次实验内容中不要求学员设计实验线路，而侧重于了解已知线路的工作原理，训练正确的试验与调试方法。在期终考查时，教师可以根据平时实验内容拟出考查要求，由学员自拟线路及操作步骤独立完成，也可以由教师指定某一加选实验，由学员独立完成。

限于我们的业务水平和教学经验，本书的编写中一定存在不少缺点，特别是本书还不能够做到对学员进行系统的实验技能训练以及有关常用的测试原理、测试技术的教学工作。因此，请各位使用者对本书中所存在的问题提出宝贵的意见，以便在重新修订时加以改正。

“电工及电子实验”教学小组

1979.12

电工及电子实验规则

1. 接通电源前，必须由教师检查线路。
2. 注意人身安全，严禁带电改接线路。
3. 爱护仪器仪表，遵守使用规则，防止设备事故。
4. 不要随意动用与实验无关的设备。
5. 发生事故及设备故障，均需由指导教师处理。
6. 保持环境整洁，不要随地吐痰，实验室内严禁吸烟。
7. 实验结束，拆除线路，做好整理工作。
8. 对于违反操作规程及玩弄仪器设备而造成事故或损坏器材者，除予以批评教育外，并视情节轻重责令书面检查、停止实验、以至赔偿部份或全部损失等处理。

实验工作法

实验课与理论课程均列入教学计划,规定为学员必修的课程,期终同样须要参加考试和考查,计算成绩及学分。轻视实验课程,以致于不遵守教学纪律及实验室规则,马虎从事,甚至发生事故等等都是不允许的。为了使每一个学员能在实验课之前对于实验课的上课方式及要求有所了解,进一步提高实验效果,有必要向大家介绍一下电工及电子实验课的进行方式。

一、实验课的组织

电工及电子实验课的内容是在教师指导下由学员独立完成规定的实验操作,以熟悉仪器仪表的使用及基本操作技能,并且通过实验总结,进一步掌握实验内容,把实验中所得到的感性知识与理论知识结合起来,使学员对电工、电子技术基本概念的理解进一步深化,以达到融会贯通,加深印象,熟练运用的目的。所以实验课与理论课的关系是相辅相成、有机结合,但是又是各有特点的,二者之间既不是割裂的又不是从属的。

实验课还包括少量必须的讲课,总学时不超过 10 小时,讲课内容为进行实验所必须的有关测量原理及仪表使用知识等,有一部分内容已包括在实验附录内。

实验课每次安排一小班,分 16 组,每组 2~3 人。由于进行实验时必须二人很好合作,所以学员班级在分组时必须注意到同组学员应学习能力相当,而且能互相协作。对于学习上有一定困难的小组,则由教师在实验中予以较多的帮助。在第一次实验时应把分组名单交给教师,分组名单排定后不要随意变动。

每次实验需要经过预习、熟悉设备、接线、通电操作、观察读数、整理数据、编写报告等环节,学员对每一个环节都必须重视,不可偏废。

每学期实验进度在开学第一周内通知学员,此外在实验室的黑板上排出本周及下周的实验进度,如实验进度略有更改,请学员们注意黑板通知。

每一小班由实验课教师二人负责指导,指导教师负责在刚上课时检查学员预习情况,讲解实验内容及仪器使用方法、检查接线,检查实验结果,处理和解答学员在实验中所出现的问题,指导学员正确的实验操作方法,批改实验报告及对学员的实验能力进行考核和评定。

二、实验课的预习

学员应该在实验课之前进行认真预习,预习内容包括复习有关教学内容,阅读实验指导书,做到明确实验目的与内容,熟悉实验线路图及大致操作步骤,对实验指导书中所提出的具体要求做好准备,并写好实验提纲(内容包括实验目的,仪器名称规格,实验步骤

的名称, 线路图, 操作注意事项, 记录数据表格及计算公式), 这一实验提纲就是实验报告的一部分。在预习中发现疑难问题可以要求指导教师在实验课中讲解。

教师在实验课开始时根据指导书要求检查学员的预习情况, 如发现学员预习不充分或没有完成实验提纲, 应暂停本次实验而另外安排时间补做。

三、熟悉设备与接线

教师讲解以后, 学员首先根据指导书查对仪器, 注意其型号规格是否一致, 然后再熟悉第一次使用的仪表设备的接线端、刻度、各旋钮的位置及作用、电源开关位置以及确定所用仪表的量程及极性等等。

在接线前, 应根据实验线路合理布置仪表及实验器材, 以便于读取数据及操作, 便于接线及查对, 做到整齐美观, 而且应避免电感线圈过于靠近电表, 造成电表读数不准。

接线时应该注意选择适当长度及直径的导线, 不要选用过长或过细的导线, 并注意检查导线与接线叉或鳄鱼夹、香蕉插头的连接是否良好。接线柱要旋紧, 插头要插准插紧, 以保证接触良好, 最好用不同颜色的线以区别不同的线路。电子仪器的接地线应该联在一起, 否则容易引入干扰讯号, 电子仪器的输入输出讯号线一律用屏蔽电缆线, 一般用红色夹子表示讯号接线端, 黑色表示地线端。

小组的成员都应参加接线, 分工接完后, 相互校对, 再请教师检查通过, 在改接线路时应力求改动量最小, 避免拆光重接。

在通电前还应该注意仪表的零位是否正确, 电子仪器各旋钮应调在什么位置, 自耦变压器及电位器电刷是否调在零位, 稳压电源输出电压档级是否正确等等, 以避免通电瞬间发生事故。

学员在预习的基础上应逐步培养默记线路图、熟练地按图接线及查线的能力。接线要按回路逐个进行, 不易遗漏。需要用导线直接压接在螺丝下的场合, 应注意不能使线头露出过长, 否则容易引起碰线事故。

接线是实验的基本技能之一, 准确、迅速、合理地接线是考核实验能力的重要内容。

四、通电操作及读数

学员不得擅自通电, 必须在教师同意以后才能接通电源。通电操作时必须二人都集中注意力观察电路的变化, 如有异常应立即断开电源, 检查原因。此外同组的人员必须互相配合, 防止一人还在接线时, 另一人就去合闸, 否则容易发生人身事故。

通电后首先应对线路的工作状态进行必要的检查和调整, 然后再在实验所要求的条件下进行观测或读数。读数时应弄清仪表的量程及每一格所代表的数值, 并注意针影重合, 以避免读数误差。而且仪表应按其规定位置放置, 否则要产生附加误差。

仪表读数的有效数字是与仪表本身的固有误差相联系的, 例如 0.5 级电表的最大相对误差是量程的 $\pm 0.5\%$, 即是读数精度仅能达到标尺的 $\pm 1/200$ 所以读数位数不能太多, 凡是低于量程的 $1/200$ 的尾数是无效的。当然在读数时亦不能粗略, 把位数读得太少。

读取数据应由二人配合, 一人读数, 一人察看及记录, 读数未完成时不能更改线路或更改工作状态。

每一实验步骤的读数完成后可以暂不拆线，而根据理论概念粗略地判断一下数据的正确性，或是可以作一个曲线的草图，或是进行简单的计算，若有错误可以立即重新测定。实验完毕之后，应该由指导教师检查实验结果，然后再开断电源拆除接线，整理好仪器设备离开实验室。

五、整理实验结果与编写报告

整理实验结果是实验的重要环节，通过整理及编写报告可以系统地理解实验教学中所得到的知识，建立清晰的概念。实验结果有数据、波形曲线、现象等。整理数据一般是进行计算、描绘曲线、整理波形及现象，找到其中典型的、能说明问题的特征，并找到条件（参数）与结果之间的联系，从而说明电路的性质。

整理数据时必须注意到误差的判别，一般因为测量装置不准，测量方法不完善以及测量者的缺点所造成的误差称为“系统误差”，例如仪表级别不高、零点未经校正、仪表内阻对被测电路的影响、以及测量者读数时总是偏高或偏低等等，这种误差具有一定的规律，通过引入校正值和采用正确、合理的测量方法，是可以避免或得到一定的修正。而在测量过程中由于各种偶发的因素如外界的干扰，温度的变化等等造成的误差称为偶然误差，偶然误差使测量结果忽大忽小，即使在同样的测量条件下以同样仔细的程度进行多次重复测量，其结果亦不完全一致，但由于它服从统计规律，一般可以用求取其算术平均值的方法来确定其实际数值。

至于因为实验者粗心大意，仪器损坏以及读数错误产生的误差称疏失误差，含有疏失误差的测量结果应该抛弃。

作关系曲线可以把二个物理量之间的函数关系形象地表示出来，曲线应作在方格纸上，其尺寸不应小于 8×8 厘米，作图应充分利用幅面。坐标轴起点不一定从零开始，坐标轴的标度应该是 $1、2、2.5、5、\times 10^n$ 倍。以便于直接读数。曲线图的布置不要偏于一边或一角，图形不过分偏平或窄长。在点点子时，要用 $\times$ 、 $\triangle$ 或 $\circ$ 标志把点子圈起来，每根曲线用一种符号表示，实验曲线应该是平滑的，并应尽量使各点平均地分布在曲线二边，不能简单地把各点连成折线（特殊要求除外）。

波形的描绘应该在实验观测时进行，应力求真实，注意坐标的均匀及表示出波形的特征，必要时可用箭头标注说明。所绘出的波形尺寸以实验报告所要求的为准。

实验报告做在专门的实验练习本上，开始应写出实验名称、实验日期、组别、同组者姓名。内容包括预习时所作的实验提纲，以及回答指导书中所提出的问题，要求文字简要。最后学员可对实验过程或实验结果进行讨论或提出意见。

实验报告应在实验结束后尽速做好，这样做由于印象较深易于整理实验结果。实验报告最迟于下一次实验时交给指导教师。

六、实验的安全操作

安全用电是实验中始终需要注意的，由于电路、电机实验都是用市电进行，而一般 $80 \sim 90$ 伏的电压作用于人体就可以产生生命危险，所以在操作中应注意以下各点。

1) 在电路通电情况下，不要用手接触电路中不绝缘的金属导线或连接点，如需改接

线路,应在断开电源时进行。电源线应在最后连接,拆线时应最早拆电源线。

2) 接通电源应该在指导教师检查接线以后进行,改接线路亦需经教师检查。

3) 接通电源必须通知同组学员,以防止因不注意而触电。

4) 接线要整理好,不要钩住电机转轴、衣扣或其他移动物品。

5) 不得用电流表及万用表的电阻、电流档去测量电压,功率表的电流线圈亦不容许并联在电路中。

6) 电烙铁在使用时应妥善放在散热支架上,以防止烫坏物品。

7) 电机转轴转动时,防止其他物品卷入,特别防止发辫、手套、围巾等物卷入轴内。禁止用手或脚来使电机制动。测量转速时,亦应特别小心。

8) 所有接线的联接应十分牢固,防止实验过程中线头脱落造成碰线,短接,或直流电机磁场线圈断开造成飞车。

9) 所有实验器材都应按规定平放桌上,防止使用不当而摔坏。

10) 在规定需要接地的场合,必须妥善接地,在不能接地的地方,不允许接“地线”,特别是在用三眼插头的示波器观测波形时,对讯号地线的联接应审慎从事。

目 录

前言	
电工及电子实验规则	
电工及电子实验工作方法	
实验一 直流电路	1
附 1-1 MF-30 型万用电表的使用	4
实验二 直流网络定理	5
附 2-1 JWY-30 B 型直流稳压电源的使用	9
实验三 电感线圈的研究	10
附 3-1 单相调压变压器的使用	13
实验四 日光灯交流电路的研究	14
附 4-1 日光灯的原理及元件的作用	16
实验五 三相负载的星形联接	18
实验六 三相负载的三角形联接	21
实验七 直流双口网络	24
实验八 通用示波器的使用	28
附 8-1 ST-17 A 型示波器的使用	33
实验九 $R-C$ 网络的频率响应	38
附 9-1 XD-7 型低频信号发生器的使用	44
附 9-2 DA-16 型晶体管毫伏表的使用	46
实验十 $R-L-C$ 网络的频率响应	48
实验十一 $R-C$ 网络的矩形脉冲响应	54
实验十二 $R-L$ 及 $R-L-C$ 网络的暂态响应	59
实验十三 电感及电容参数的测量	66
附 13-1 QS-18 A 型万能电桥的使用	70
附 13-2 QBG-3 型 Q 表的使用	71
实验十四 补偿法测量及电位差计的使用	73
附 14-1 UJ 31 型直流电位差计的使用	76
附 14-2 AC 15 型直流复射式检流计的使用	78
附 14-3 标准电池及标准电阻的使用	79
实验十五 单相变压器	81
实验十六 控制电器的研究	85
实验十七 磁力启动器控制线路的研究	90
附 17-1 兆欧表的原理和使用	93
实验十八 正反转控制线路的研究	95

实验十九 时间原则联锁控制线路的研究.....	98
实验二十 行程开关控制线路的研究	101
实验二十一 直流并激电动机	105

实验一 直流电路

预 习 要 求

1. 阅读指导书, 了解电流表、电压表在电路中的正确接法, 并熟悉实验内容。
2. 根据电路中给定的电源电压及灯泡功率, 估算电路电流值, 预选电流表量程。
3. 阅读附录 1-1, 记住使用万用表的注意事项。

一、实验目的

1. 学习基本电量的测量方法及正确使用电表。
2. 了解白炽灯灯丝电阻随温度变化的规律。
3. 了解输电线电阻对负载端电压的影响。

二、实验内容说明

1. 测定白炽灯伏安特性

金属导体的电阻随温度而变化, 只有在导体本身的温度变化小, 以及导体材料的电阻温度系数小的情形下, 电阻值才能近似看作不变。而各种电阻炉、白炽灯、碘钨灯等电阻电热负载通电前后, 温度变化剧烈, 热态电阻值为冷态时的数倍, 所以大功率电热负载在冷态时的通电启动电流数倍于额定电流, 启动过程又较长, 在实际工作中应予以注意。

白炽灯泡端电压与电流间的关系可用伏安特性表示, 测定伏安特性的线路如图 1-1 所示, 图中滑线电阻接成电位器, 改变滑动电刷位置即能在 0~220 伏之间调节输出电压。

2. 输电线电阻的影响

所有用电负载如电灯、电机等都只有在额定电压下运行才能正常工作, 负载端电压允许波动范围应为额定电压的 $\pm 10\%$, 否则负载不能正常工作。由于供电线路存在电阻, 通电时具有电压损失, 当负载电流变动时, 使线路电压降发生变化, 导致负载端电压波动, 影响负载工作。在负载对端电压稳定度要求较高的场合, 应采取稳压措施。

在图 1-2 的实验线路中, 滑线电阻 R 模拟供电线电阻, 当 $R=0$ 时, 负载端电压与电源电压相等, 而且支路 2 的通断对端电压 U_1 没有影响。当 $R \neq 0$ 时, 负载端电压低于电源电压, 而且线路电阻 R 的电压降随总电流变化, 因此支路 2 的通断将对端电压 U_1 产生影

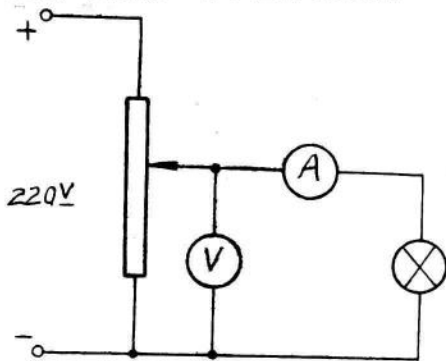


图 1-1

响, 使灯泡亮度变化。

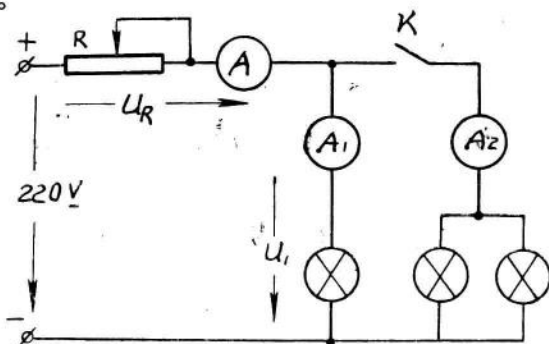


图 1-2

三、实验仪器设备

- | | | |
|----------|---------------------------------|-----|
| 1. 直流电流表 | C 32-mA 型 0-100-200-500-1000 mA | 3 只 |
| 2. 直流电压表 | C 31-V 型 0-75-150-300-600 V | 1 只 |
| 3. 万用电表 | MF-30 型 | 1 只 |
| 4. 滑线电阻 | RXH-A 14 型 207Ω 1.45 A | 1 只 |
| 5. 灯泡接线板 | 220V 60 W $\times 4$ 只 | 1 块 |

四、实验步骤

1. 测定白炽灯伏安特性

(1) 按图 1-1 线路接线, 接线时注意电位器的二固定端应接电源, 滑动端及电源负端接负载。并注意塑料接线不要靠在电阻上, 防止电阻烫坏接线, 造成事故。如果电源与负载接反如图 1-3, 则在滑动端下移时, 因输入二端间电阻很小, 使电阻丝因电流过大而烧断。

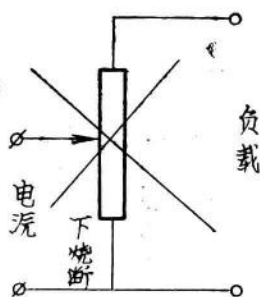


图 1-3

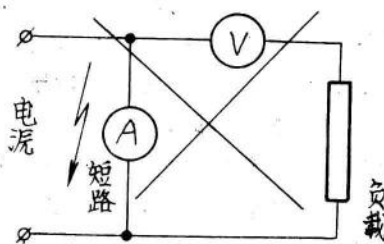


图 1-4

电流表必须与负载串联, 若错接成并联如图 1-4, 因电流表内阻极小而造成仪表短路事故, 使电流表因电流过大而烧坏。

电压表必须与负载并联, 若错接成串联, 则因电表内阻极大而使负载不能正常工作。

电表接入电路前, 应根据线路电流方向及估算值确定其“+”“-”极性 & 选择适当的量程。

(2) 调节电位器电刷使灯泡端电压 U 为下表所列数值, 读取电流 I 值记入表内, 并在

坐标纸上作出伏安特性曲线。

U (伏)	0	10	20	40	60	80	110	140	180	220
I (安)										

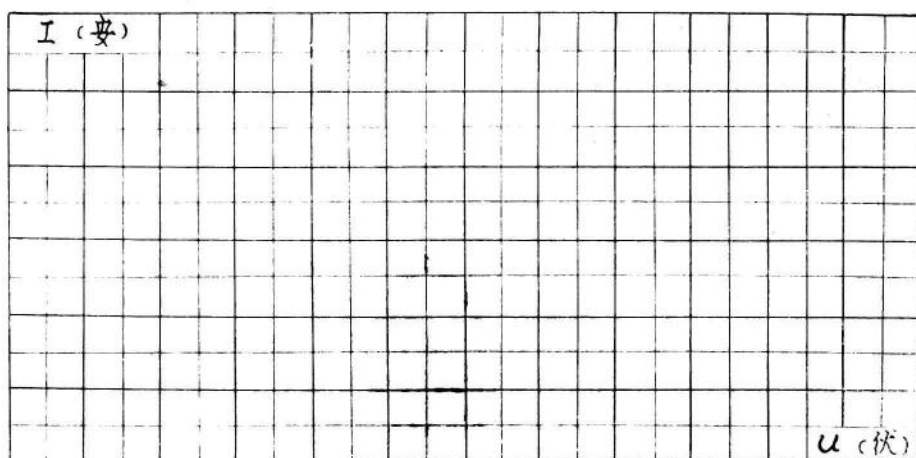


图 1-5

2. 输电线电阻的影响

按图 1-2 接线，合上开关 K ，在 $R=0$ 及 $R \approx 40$ 欧（约滑线电阻总阻值的 20%）时，读取电流 I 、 I_1 、 I_2 及电压 U 、 U_R 、 U_1 记入下表，并断开开关 K ，观察断开支路 2 对负载电流、端电压及灯泡亮度的影响。

	总电流 I (安)	支路 1 电流 I_1 (安)	支路 2 电流 I_2 (安)	电源 电压 U (伏)	线路 压降 U_R (伏)	负载 电压 U_1 (伏)	支路 2 断开后的变化情况			
							I	I_1	U_1	灯泡 亮度
$R=0$										
$R \neq 0$										

3. 断开电源及拆线后，用万用电表测量白炽灯冷态电阻值。[万用电表测量电阻前，除把旋钮拨到电阻档外，还须将测试棒短接，调节调零旋钮，使指针偏转到满标（ $R=0$ ）位置；然后再将测试棒接到被测电阻二端，读取电阻值。切忌在被测电阻通电时测量电阻以及在电阻档时测量电压，以免损坏电表。]

白炽灯冷态电阻 _____ 欧

额定电压下白炽灯热态电阻计算值

$$R_{\text{灯}} = \frac{U_1}{I_1} \Big|_{R=0} = \frac{\text{ (伏) }}{\text{ (安) }} = \text{ _____ 欧}$$

五、实验报告

1. 比较白炽灯泡在通电前后的电阻变化，并说明原因。

实验二 直流网络定理

预 习 要 求

1. 明了叠加原理, 等效发电机原理, 最大功率传输原理, Y形与 Δ 形连接等效互换的含义。
2. 阅读附录 2-1, 了解稳压电源的使用方法。
3. 了解实验过程, 熟悉接线图。

一、实验目的

1. 验证叠加原理和等效发电机原理。
2. 了解负载从电源获得最大功率的条件。
3. 验证 Y形与 Δ 形连接的等效互换。

二、实验内容说明

通过实验来学习线性电路的基本定理可以加深物理概念, 使抽象的原理具体化。

叠加原理是指在线性电路中, 几个电源共同作用时在电路的各部分所产生的电流和电压, 就等于这些电源分别作用时, 在电路的各部分产生的电流和电压的总和。

根据叠加原理, 在分析一个复杂的线性电网络时, 可以分别考虑各个电源的影响从而使问题简化。实验电路如图 2-1(a) 所示, 在 E_1 与 E_2 共同作用下的各支路电流, 应该是电路仅有 E_1 及仅有 E_2 作用时的各对应支路电流的代数和, 即在图 2-1(b) 与图 2-1(c) 二个电路中所测出的支路电流相加以后就等于图 2-1(a) 电路中的支路电流。由于实验中采用稳压电源, 电源内阻可近似看作为零。

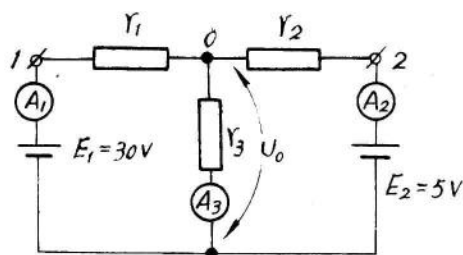


图 2-1(a)

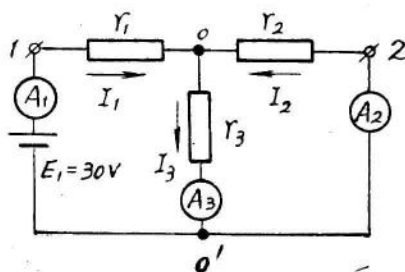


图 2-1(b)

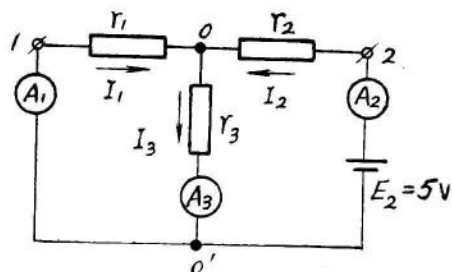


图 2-1(c)

等效发电机原理是指在线性电路中，任何一个有源二端网络可以等效地看作是一个电源，即可以用一个电动势 e_0 与电阻 r_0 串联的含源支路来代替。电势 e_0 等于网络输出端开路时的端电压 u_0 ，电阻 r_0 为网络的入端电阻，即在网络中所有电动势均被短接时的等效电阻。（图2-2）。

据此可以通过实验直接测定网络的 e_0 及 r_0 ，在某些情况下，因网络内电源具有一定内阻而无法把电势短接时，可以把含源二端网络输出端短接并测取短路电流 I_K ，则网络的入端电阻 r_0 可以求得为

$$r_0 = \frac{e_0}{I_K}$$

在电源电势及内阻一定的条件下，改变负载电阻将使负载电流、负载端电压及负载消耗功率发生变化（图2-3），当负载电阻与电源内阻相等时，负载电阻从电源获得最大功率。此种情况称为“匹配”。通常在讯号传输线路中，为了能从讯号源获得最大讯号功率，应使负载电阻数值满足“匹配”条件，即使负载电阻与讯号源内阻相等。在匹配情况下负载端电压仅为讯号源电势的一半，传输效率为50%。

三角形连接的电阻与星形连接电阻的等效互换亦可以通过实验证实。通过推演可得三角形连接变换成星形连接的公式

$$r_1 = \frac{r_{31}r_{12}}{r_{12} + r_{23} + r_{31}} \quad r_2 = \frac{r_{12}r_{23}}{r_{12} + r_{23} + r_{31}}$$

$$r_3 = \frac{r_{23}r_{31}}{r_{12} + r_{23} + r_{31}}$$

星形连接变换成三角形连接的公式为

$$r_{12} = r_1 + r_2 + \frac{r_1 r_2}{r_3} \quad r_{23} = r_2 + r_3 + \frac{r_2 r_3}{r_1} \quad r_{31} = r_3 + r_1 + \frac{r_3 r_1}{r_2}$$

满足上述关系的星形和三角形连接其外部性能应该是相同的，即在相同的电势作用下，各外部支路的电流电压分布是相同。

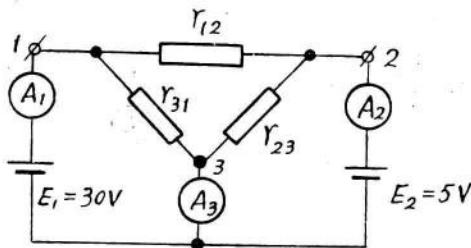


图 2-4

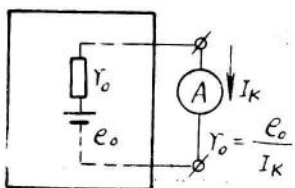
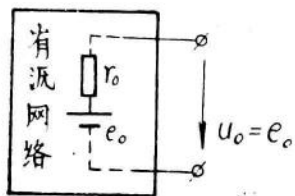


图 2-2

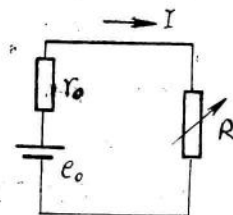


图 2-3

三、实验仪器设备

- | | | | |
|----------|------------|---------------------|-----|
| 1. 稳压电源 | JWY-30 B 型 | 30 V 1A/30 V 0.5 A | 1 台 |
| 2. 直流电流表 | C 32-mA 型 | 100-200-500-1000 mA | 3 只 |
| 3. 万用电表 | MF-30 型 | | 1 只 |
| 4. 接线板 | | | 3 块 |

四、实验步骤

1. 验证叠加原理

按图 2-1(a) 接线, 测电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及电压 U_0 。然后分别在图 2-1(b) 及图 2-1(c) 二种情况下, 测电流 I_1 、 I_2 、 I_3 及电压 U_0 , 把二种情况下的对应电流值代数相加, 验证是否与第一次测出的数值相同。

根据本实验中的电流、电压值计算出电阻 r_1 、 r_2 及 r_3 的数值, 并与实际电阻值相比较。

	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_0 (V)
图 2-1(a)				
图 2-1(b)				
图 2-1(c)				
叠加数值				

	r_1 (Ω)	r_2 (Ω)	r_3 (Ω)
计 算 式			
计 算 值			
实 际 值			

2. 验证等效发电机原理

(1) 按图 2-5(a) 接线, 其中电阻 r_2 二端用导线短接。把虚线方框部分看作需变换的含源二端网络。断开 2 端, 即 o 与 o' 间不接通电流表, 测出开路时的电压 U_0 。

(2) 把 o 与 o' 点通过电流表短接, 测取短路电流 I_K 。并求出入端电阻 r_0 与计算值相比较。

(3) 按图 2-5(b) 接线, 其中 r_1 与 r_3 并联作为 r_0 , 端 1 与 o' 间接入电压等于开路电压值 U_0 的电势。外部支路中电阻 r_2 不短接, 并与电流表 A_2 及电势 E_2 串联。通电测取电流 I_2 , 其结果是否与图 2-1(a) 线路中的 I_2 相同 (参见第一个表格中的数据)。

开路电压 $U_0 =$ _____ (V) 短路电流 $I_K =$ _____ (mA)

入端电阻 r_0 (计算值) $= \frac{r_1 \cdot r_3}{r_1 + r_3} =$ _____ Ω r_0 (实测值) $=$ _____ Ω

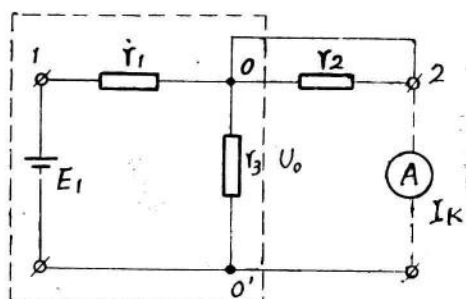


图 2-5(a)

外部支路电流 $I_2 =$ _____ (mA)

3. 最大功率传输条件

把图 2-5(b) 线路中的等效电源与电阻 R (在专用接线板上) 接成如图 2-3 所示的闭合回路。按下表所列数值改变电阻 R 的数值, 测取 R 的端电压 U 及电流 I 记入表内, 并计算负载功率 P 。并在坐标纸上作出 P 及 U 随 I 变化的曲线。

R (Ω)	0	5.1	16	51	160	510	∞
I (mA)							
U (V)							
P (mW)							

4. Δ 形与 Y 形连接的互换

(1) 根据 Y 形连接的电阻值计算出对应的 Δ 形连接的电阻值, 并与实际值相比较。

$$r_{12} = \text{_____ 欧}$$

$$r_{23} = \text{_____ 欧}$$

$$r_{31} = \text{_____ 欧}$$

(2) 按图 2-4 接线, 测量各支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 , 其数值是否与图 2-1(a) 电路中的数值相同

$$I_1 = \text{_____ 毫安}$$

$$I_2 = \text{_____ 毫安}$$

$$I_3 = \text{_____ 毫安}$$

五、实验报告

1. 根据实验结果说明叠加原理及等效发电机原理。

2. 根据实验结果说明最大功率传输条件。

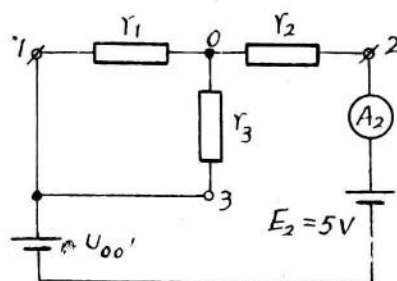


图 2-5(b)

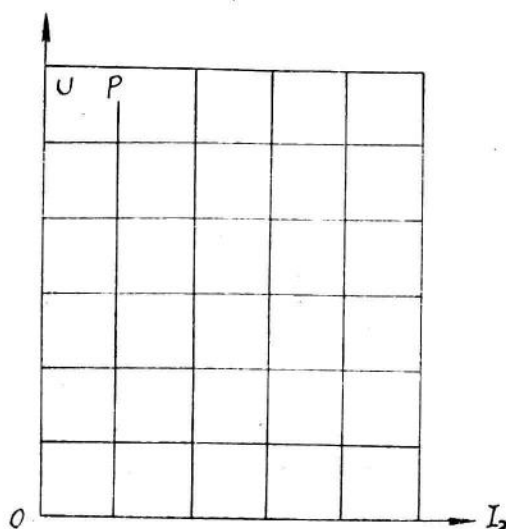


图 2-6