

普通高等教育规划教材

电工与电子技术实验

赵会军 王和平 主编

33

机械工业出版社
China Machine Press



普通高等教育规划教材

电工与电子技术实验

主编 赵会军 王和平
参编 刘 科 何其畏 钱 欣
主审 高 嵩



机械工业出版社

本书是根据“电工与电子技术实验”课程教学基本要求,结合编者多年教学、科研和生产实践经验编写的,主要包括基本实验、应用及设计性实验、综合性实验、趣味性小制作等内容。附录部分包括常用电路元件简介、半导体分立器件性能简介、常用集成电路简介、常用电工仪表简介等内容。本教材内容丰富,具有综合性、趣味性,突出动手能力和工程意识的培养。

本书为理工科非电类专业电工与电子技术实验教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验/赵会军,王和平主编.——北京:
机械工业出版社,2002.5
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-10210-X

I. 电… II. ①赵…②王… III. ①电工技术—实
验—高等学校—教材②电子技术—实验—高等学校—教
材 IV. ①TM-33②TN06

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第026760号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑:王保家 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟
封面设计:陈沛 责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年5月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·8印张·197千字

0 001—6 000册

定价:12.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527
封面无防伪标均为盗版

前 言

“电工与电子技术”是理工科非电专业的技术基础课程,“电工与电子技术实验”的主要任务是巩固和加深所学的理论知识,培养学生的动手能力和应用能力,使学生具有较强的实际操作能力和解决实际问题的能力。随着现代科学技术的飞速发展,电工与电子技术得到越来越广泛的应用,实验教学改革势在必行。本教材总结了近年来我们在实验课教学改革和科研工作的经验,对实验教学内容和方法进行了较大改革,减少了验证性实验,融入了新知识、新技术,为培养面向 21 世纪的新型人才奠定了良好的基础。

本书编写时参照了“电工与电子技术实验”教学基本要求,包括基本实验、应用及设计性实验、综合性实验、趣味性小制作等实验内容。附录部分编写了常用电路元件简介、半导体分立器件性能简介和管脚判别方法、常用集成电路简介、常用电工仪表简介等内容,可根据不同专业的教学要求选取实验内容。

本书由赵会军副教授、王和平高级实验师担任主编,高嵩副教授担任主审。其中实验十三、十四、二十二、二十三、二十四由刘科编写;实验一、六、十二、十六、十七、二十、二十一由钱欣编写;实验十、十一、十五、十八由何其畏编写;实验二、三、四、五、八、十九、二十五、二十六、附录四、电工实验须知由王和平编写;实验七、九、附录一、二、三由赵会军编写。赵会军、王和平负责全书的统稿、修改、定稿和绘图工作。

受编者学识水平和教学经验的限制,书中难免有疏漏和错误之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

实验须知 1

基本实验 4

实验一 常用元器件的测量及实验
电路的制作 4

实验二 戴维南定理 7

实验三 RL 串联电路及功率因数
的提高 11

实验四 RLC 串联谐振电路 14

实验五 三相电路 18

实验六 异步电动机的继电器-接触
器控制 22

实验七 常用电子仪器的使用 25

实验八 单管放大器的安装与调试 31

实验九 单管交流放大器的测量 33

实验十 阻容耦合多级放大器 37

实验十一 场效应晶体管放大器 41

实验十二 LC 振荡器 44

实验十三 运算放大器的线性应用 47

实验十四 运算放大器的非线性
应用 52

实验十五 直流稳压电源电路测量 55

实验十六 单相半波可控整流 58

实验十七 与非门电路的基本测试
与应用 61

实验十八 触发器及其应用 63

实验十九 计数、译码、显示电路 66

实验二十 数-模 (D/A) 转换 69

实验二十一 模-数 (A/D) 转换 72

应用及设计性实验 75

实验二十二 555 时基电路及其
应用 75

实验二十三 光耦合线性放大器 79

实验二十四 声控节日彩灯 82

实验二十五 触摸调光电路 85

实验二十六 硬币面值识别电路
设计 87

附录 89

附录一 常用电路元件简介 89

附录二 半导体分立器件性能简介和
管脚判别方法 95

附录三 常用集成电路简介 98

附录四 电工仪表简介 106

参考文献 124

实验须知

电工与电子技术实验课的目的是：进行实验基本技能的训练；巩固、加深并扩展所学到的理论知识；培养运用基本理论分析、处理实际问题的能力。通过该实验课的教学，应使学生在实验技能上达到如下要求：学会正确使用常用电工仪表、仪器和一些电工实验设备；按电路图连接实验线路和合理布线，能初步分析并排除故障；认真观察实验现象，正确读取数据并加以检查和判断，正确书写实验报告和分析实验结果；具有根据实验任务确定实验方案、设计实验线路和选择实验仪器设备的初步能力；正确运用实验手段来验证一些定理和结论；能运用所学知识处理一些实际问题，提高动手能力和应用能力。实验要求如下：

一、课前预习

实验能否顺利进行和收到预期的效果，很大程度上取决于预习准备的是否充分。因此，要求在预习时仔细阅读实验指导书和其他参考资料，明确实验的目的、任务，了解实验的基本原理以及实验电路、方法、步骤，清楚实验中要注意哪些现象，记录哪些数据和注意哪些事项，准备好记录表格。不预习者不得进行实验。

二、实验操作

(1) 实验前认真听取指导教师讲解实验内容和注意事项。

(2) 到指定实验台做实验。实验前先检查仪器设备的型号、规格、数量等是否与实验要求相符，然后检查各仪器设备是否完好，如有问题，及时向教师提出以便处理。不得随便动用与本实验无关的仪器设备。

(3) 实验电路走线、布线应简洁明了、便于测量，导线的长短粗细要合适、尽量短、少交叉，防止连线短路。接线片不宜过于集中于某一点，所有仪器设备和仪表，都要严格按照规定的接法正确接入电路（例如，电流表及功率表的电流线圈一定要串接在电路中，电压表及功率表的电压线圈一定要并接在电路中）。应正确选择测量仪表的量程，正确选择各个仪器设备的电流、电压的额定值，否则会造成严重事故。调压器等可调设备的起始位置要放在最安全处。电路接好后，本组要仔细复查。确定无误后，请指导教师检查批准，方可进行实验。

(4) 实验操作时同组人员要注意配合，尤其做强电实验时要注意：手合电源，眼观全局，先看现象，再读数据。将可调电源电压缓慢上调到所需数值。一有异常现象（例如有声响、冒烟、打火、焦臭味及设备发烫等）应立即切断电源，分析原因，查找故障。

(5) 读数前要弄清仪表的量程及刻度，读数时注意姿势正确，要求“眼、针、影成一线”。注意仪表指针位置，及时变换量程使指针指示于误差最小的范围内。变换量程要在切断电源情况下操作。

(6) 将所有数据记在原始记录表上，数据记录要完整、清晰，力求表格化，一目了然，合理取舍有效数字。要尊重原始记录，实验后不得涂改，养成良好的记录习惯，培养工程意识。交实验报告时，将原始记录一起附上。

(7) 完成实验后, 应该核对实验数据是否完整和正确, 确定无误后, 交指导老师审查并在原始记录上签字, 然后拆线 (先切断电源, 后拆线), 做好仪器设备、导线、实验台面及环境的清洁和整理工作。

三、实验报告

实验报告是实验工作的全面总结, 要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。报告要求文理通顺, 简明扼要, 字迹端正, 图表清晰, 结论正确, 分析合理, 讨论深入。实验报告采用规定格式的报告纸, 实验报告一般应包括如下几项:

- 1) 实验名称;
- 2) 实验目的;
- 3) 实验仪器及设备;
- 4) 实验原理;
- 5) 实验步骤及电路图;
- 6) 数据图表及计算;
- 7) 实验结果及误差分析;
- 8) 思考题回答。

对实验数据的处理, 要合理取舍有效数字。报告中的所有图表、曲线均按工程化要求绘制。波形曲线一律画在坐标纸上, 比例要适中, 坐标轴上应注明物理量的符号和单位。

四、有效数字的概念和处理规则

1. 有效数字的概念

在测量和数字计算中, 该用几位数字来代表测量或计算结果是很重要的, 它涉及到有效数字和计算规则问题, 不是取得位数越多愈准确。

在记录测量数值时, 该用几位数字来表示呢? 下面通过一个具体例子来说明。如图 0-1 所示一个 0~50V 的电压表在三种测量情况下指针的指示结果, 第一次指针指在 42~43V 之间, 可记作 42.5V。其中数字“42”是可靠的, 称为可靠数字, 而最后一位数“5”是估计出来的不可靠数字 (欠准数字), 两者合称为有效数字。通常只允许保留一位不可靠数字。对于 42.5 这个数字来说, 有效数字是三位。第三次指针指在 30V 的地方, 应记为 30.0V, 这也是三位有效数字。

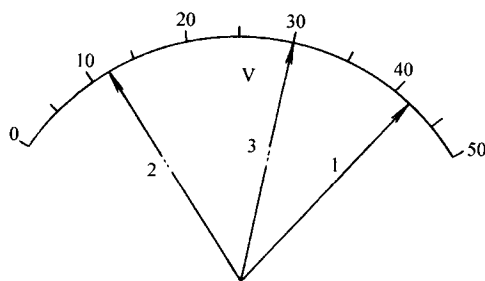


图 0-1 电压表指示情况

数字“0”在数中可能不是有效数字。例如, 42.5V 还可写成 0.0425kV, 这时前面的两个“0”仅与所用单位有关, 不是有效数字, 该数的有效数字仍为三位。对于读数末位的“0”不能任意增减, 它是由测量设备的准确度来决定的。

2. 有效数字的正确表示

(1) 记录测量数值时, 只保留一位不可靠数字。通常, 最后一位有效数字可能有 ± 1 个单位或 ± 0.5 个单位的误差。

(2) 有效数字的位数应取得与所用仪器的误差（准确度）相一致，并在表示时注意与误差量的单位相配合。大数值和小数值要用幂的乘积形式来表示。

例如，仪器的测量误差为 $\pm 0.01\text{V}$ ，而测量的数据为 3.212V ，其结果应取为 3.21V 。有效数字为三位。

又如，仪器测量误差为 $\pm 2\text{kHz}$ ，而测量数据为 6800kHz ，这里最后一位有效数字与误差单位是配合的，有效数字为四位。也可表示为 6.800kHz 和 $6800 \times 10^3\text{Hz}$ ，但不能表示为 6.8MHz 和 6800000Hz 。

(3) 在所有计算式中，常数（例如 π 、 e 等）的有效数字的位数可以没有限制，在计算中需要几位就取几位。

(4) 表示误差时，一般只取一位有效数字，最多取两位有效数字。例如， $\pm 1\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 。

3. 有效数字的运算规则

处理数字时，常常要运算一些精度不相等的数值。按照一定运算规则计算，既可以提高计算速度，也不会因数字过少而影响计算结果的精度。常用规则如下：

(1) 加减运算时，各数所保留的小数点后的位数，一般取与各数中小数点后位数最少的相同。例如 13.6 、 0.056 、 1.666 相加，小数点后最少位数是一位（ 13.6 ），所以应将其余二数修约到小数点后一位，然后相加，即

$$13.6 + 0.1 + 1.7 = 15.4$$

为了减少计算误差，也可以在修约时多保留一位小数，即

$$13.6 + 0.06 + 1.67 = 15.33$$

其结果应为 15.3 。

(2) 乘除运算时，各因子及计算结果所保留的位数，一般与小数点位置无关，应以有效数字位数最少的项为准。例如 0.12 、 1.057 和 23.41 相乘，有效数字位数最少的是二位（ 0.12 ），则

$$0.12 \times 1.06 \times 23.41 = 2.98$$

基本实验

实验一 常用元器件的测量及实验电路的制作

一、实验目的

- (1) 学会用万用表测电阻、电解电容、二极管、三极管等元件。
- (2) 熟悉直流稳压电源的使用。
- (3) 用给定的元件按电路图组装实用电路。

二、实验仪器及设备

- | | |
|----------------|-----|
| (1) 直流稳压电源 | 1 台 |
| (2) 万用表 | 1 只 |
| (3) 面包板 | 1 块 |
| (4) 多谐振荡器组件及工具 | 1 套 |

三、实验原理与说明

- (1) 要求电路在面包板上分布合理、美观，在元件不交叉的条件下尽量少用连接导线。使电路一目了然，便于检查及测量。
- (2) 元件要根据电路图上的要求从给定的元件中正确选择。
- (3) 弄清如何按电路图正确合理地连接实验电路。实验电路如图 1-1 所示。

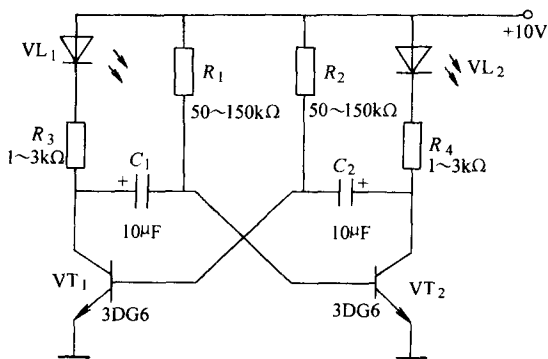


图 1-1 多谐振荡器电原理图

四、实验步骤

(1) 认识各种元器件，观察外形。学习如何用标记判断三极管的电极位置，如何用色标来判断电阻的量值。

(2) 用万用表测量各元件，判断好坏、性能及电极位置。

(3) 在面包板上组装电路。面包板如图 1-2 所示，中间有一道槽，把面包板分为上下两部分，A、B、C、D、E 为五个连通的插孔，这样的插孔共有 65 列，各列相互绝缘。在边上有一横排插孔，共 11 组，每组有 5 个插孔，其中，从左至右 1~4 组是连通的，5~7 组是连通的，8~11 组也是连通的。下半部分与上半部分完全相同，但互相独立。(注：不同的面包板可能不同，使用时可通过测量确定连通情况)

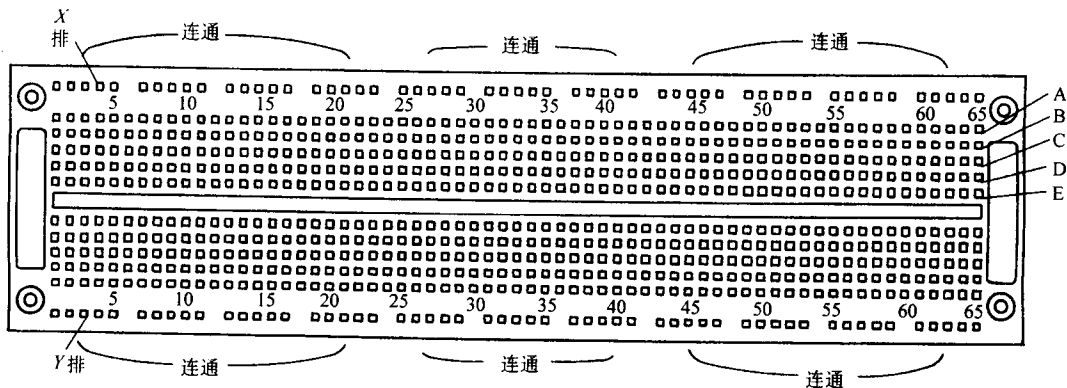


图 1-2 面包板图

元件可插入板上孔内，按照电路图合理分布。各连接点上接在一起的元件可插入同一列的孔中。不同列中应接于同一点的元件用导线连通。

五、实验结果与数据

如元件选择判断无误，电路接线正确，当接通直流电源后，两个发光二极管将一明一暗交替闪烁。

六、注意事项

本实验直流电源由 JWY—30C 直流稳压电源提供。JWY—30C 直流稳压电源面板如图 1-3 所示。使用操作如下：

把仪器后面的交流电源输入线的插头插入 220V 单相工频交流电源插座。打开面板上的电源开关，这时电源指示灯亮。该仪器有两组独立的直流电压，分别通过 3A、1A 两组端钮输出。标有 3A 的一对端钮可提供最大电流为 3A，电压为 0~30V 连续可调的直流电。标有 1A 的一对端钮可提供最大电流为 1A，电压为 0~30V 连续可调的直流电。使用时注意电源极性，一般红接线柱为正极，黑接线柱为负极。

两组独立的电源均有自己的输出电流监测电流表，但两组独立电源共用一块 0~30V 的电压表来监测输出电压的大小。电压表通过电压指示开关接到被监测的一组电源输出端，来观测其直流电压的量值（但无论接入与否对各组输出电压无影响）。电压指示开关掷向 3A 一

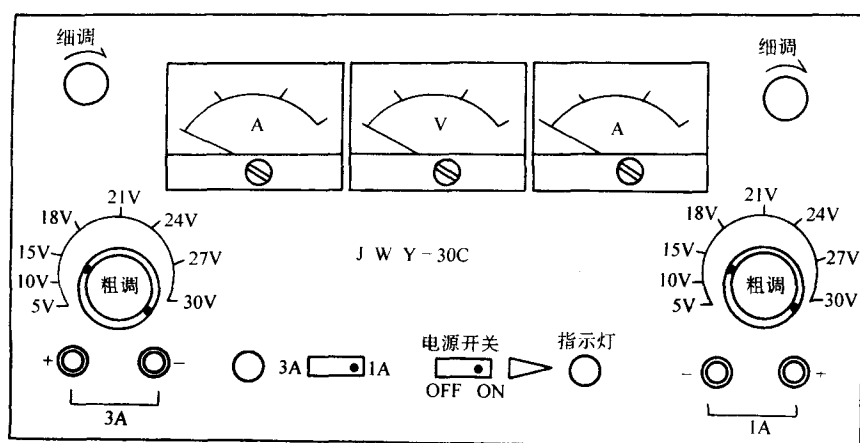


图 1-3 JWY-30C 直流稳压电源面板

侧时，监测的是 3A 一组的输出电压；掷向 1A 一侧时，监测的是 1A 一组的输出电压。

输出电压的选择方法是把需要使用一组电源的粗调开关掷向所需要的直流电压范围。例如，需要 12V 电压，粗调开关掷向 15V；需要 20V 电压，粗调开关掷向 21V。然后调节细调旋钮使输出电压达到所需的值。调节时的电压监测，当精度要求不高可用仪器自身的电压表来监测。如精度要求高，可外接高精度电压表来监测。

该仪器的两组电源，既可以独立使用，也可以串联使用。

七、思考题

如果要改变两个发光二极管交替闪烁的周期，需要改变电路中的哪些参数？

实验二 戴维南定理

一、实验目的

- (1) 加深对戴维南定理的理解。
- (2) 学习线性有源二端网络等效参数的测量方法。
- (3) 通过实验证明负载上获得最大功率的条件。

二、实验仪器及设备

- | | |
|--------------|-----|
| (1) 双路直流稳压电源 | 1 台 |
| (2) 可变电阻箱 | 2 只 |
| (3) 直流毫安表 | 1 只 |
| (4) 直流电压表 | 1 只 |
| (5) 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理与说明

1. 戴维南定理

任何一个线性有源二端网络，对其外部电路而言，总可以用一个理想电压源和电阻相串联的有源支路来代替。其理想电压源的电压等于原网络端口的开路电压 U_{OC} ，其电阻等于原网络中所有独立电源为零值时的入端等效电阻 R_i ，如图 2-1 所示。

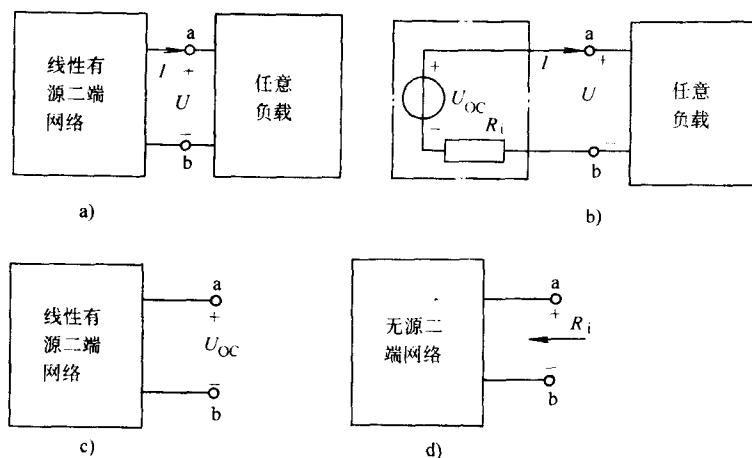


图 2-1 戴维南等效电路原理

2. 戴维南定理适用范围

应用戴维南定理时，被变换的二端网络必须是线性的，可以包含独立电源或受控电源，但是与外部电路之间除直接相联外，不允许存在其他任何耦合，如通过受控电源的耦合或者是

磁的耦合（互感耦合）等。外部电路可以是线性或非线性的。

3. 二端网络开路电压 U_{OC} 和入端电阻 R_i 的测量

对于已知的线性有源二端网络，其开路电压和入端等效电阻 R_i 可以从网络中计算得出，也可以通过实验的方法测出。测量的方法有：

(1) 开路电压 U_{OC} 的测量 当入端等效内阻 R_i 和电压表内阻 R_V 相比可以忽略不计时，可以直接用电压表测量开路电压，本实验采用此方法。

(2) 有源二端网络入端电阻 R_i 的测量

1) 将网络内所有电压源的电压及电流源的电流均设为零，在二端网络端钮 a、b 处施加一个已知电压 U ，测出端钮 a、b 处的电流 I ，则入端电阻 $R_i = U/I$ ，如图 2-2a 所示。

2) 分别测出有源二端网络的开路电压 U_{OC} 和短路电流 I_{SC} ，则 $R_i = U_{OC}/I_{SC}$ ，如图 2-2b 所示。

3) 两次电压法。测出有源二端网络的开路电压 U_{OC} 以后，在端钮处接一负载电阻 R_L （已知阻值），然后再测负载电阻的端电压 U_{RL} ，因

$$U_{RL} = \frac{U_{OC}}{R_i + R_L} R_L$$

则入端等效电阻为

$$R_i = \left(\frac{U_{OC}}{U_{RL}} - 1 \right) R_L$$

4) 半偏法。如图 2-3 所示，将有源二端网络中所有电源均置零，然后在端钮处外加一给定电压 U ，调节电阻 R ，若电流表读数为当 R 等于零时的一半，则电阻 R 的阻值即为所求的入端电阻 R_i 。也可以改用电压表测量 R 两端电压，调节电阻 R ，若电压表读数为电源电压的一半，则电阻 R 的阻值即为所求的入端电阻 R_i 。

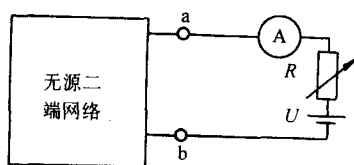
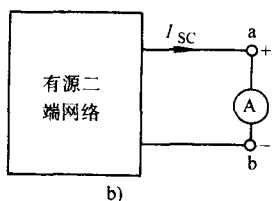
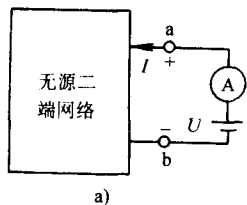


图 2-2 伏安法、开路电压和短路电流法求 R_i

图 2-3 半偏法求 R_i

4. 最大功率输出

在电子技术中，常常希望负载电阻上获得最大的功率，如何选择负载电阻的大小使之获得功率最大，就成为一个极其重要的实际问题。图 2-4 是一个简单的串联电路，其中 R_s 为电源 U_s 的内阻， R_L 为可变负载电阻，负载电阻 R_L 上得到的功率 P 为

$$P = I^2 R_L = \left(\frac{U_s}{R_s + R_L} \right)^2 R_L$$

为求得 P 的最大值，将功率 P 对 R_L 求导，于是

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{(R_s + R_L)^2 - 2(R_s + R_L)R_L}{(R_s + R_L)^4} U_s^2 = \frac{R_s^2 - R_L^2}{(R_s + R_L)^4} U_s^2$$

令上式等于零，则 $R_L = R_s$ ，负载上获得的功率最大

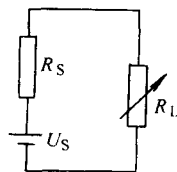


图 2-4 求负载最大功率

$$P_{\max} = \frac{U_S^2}{(R_S + R_L)^2} R_L = \frac{U_S^2}{4R_S}$$

结论:负载上获得最大功率的条件是负载电阻 R_L 等于电源内阻 R_S , 满足该条件时, 我们就说负载电阻与电源内阻是匹配的, 或称最大功率匹配。

四、实验步骤

1. 测定线性有源二端网络的外特性(即伏安特性) $U=f(I)$

实验电路如图 2-5 所示, 图中 R_L 为可变电阻箱, a、b 以左为被测有源二端网络, 接通电源后调节电阻箱 R_L 的数值分别为表 2-1 中所列各值, 记录相应的电流、电压于表 2-1 中, 计算各种负载下获得的功率。

2. 验证戴维南定理

(1) 图 2-5 所示电路, 接通电源后, 测量 a、b 端的开路电压 U_{oc} 。测量结果记录于表 2-2 中。

(2) 在前面介绍的四种求有源二端网络入端内阻的方法中, 选择一种求出 R_i 。测量结果记录于表 2-2 中。

(3) 用 U_{oc} 和 R_i 按图 2-1b 组成戴维南等效电路, 代替图 2-5 电路, 将 R_L 仍调为表 2-1 中所列数值, 记录相对应的电压、电流数值于表 2-3 中, 验证戴维南定理。

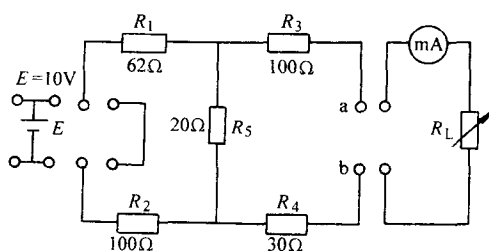


图 2-5 实验电路

五、实验结果与数据

表 2-1 测定线性有源二端网络的外特性

R_L/Ω	90	100	110	120	130	140	150
I/mA							
U/V							
$P=I^2R_L$							
$P=UI$							

表 2-2 戴维南等效电路

等效电源的电动势 U_S	$U_S = U_{oc} =$	
等效电源的内阻 R_S	伏安法	$R_S =$
	开路电压、短路电流法	$R_S =$

表 2-3 验证戴维南等效电路

R_L/Ω	90	100	110	120	130	140	150
I/mA							
U/V							
$P=I^2R_L$							
$P=UI$							

六、注意事项

实验中应设法减少仪表内阻对测量结果的影响。

七、思考题

解释半偏法求 R_i 的原理。在求有源二端网络等效电路中 R_i 时, 如何理解“原网络中所有独立电源为零值”? 实验中怎样使独立电源置零?

实验三 RL 串联电路及功率因数的提高

一、实验目的

- (1) 学习和掌握用实验方法分析阻抗的串联和并联电路。
- (2) 进一步掌握功率表的使用方法。
- (3) 了解提高功率因数的方法。

二、实验仪器及设备

- | | |
|--------------|-----|
| (1) 单相调压器 | 1 台 |
| (2) 日光灯组件 | 1 套 |
| (3) 可变电容箱 | 1 只 |
| (4) 测量插板及插头 | 1 套 |
| (5) 交流电流表 | 1 只 |
| (6) 交流电压表 | 1 只 |
| (7) 低功率因数功率表 | 1 只 |

三、实验原理与说明

本实验所用交流负载为日光灯，日光灯电路由灯管、镇流器、起辉器三部分组成，如图 3-1 所示。

日光灯的起燃过程：在图 3-1 中，当 220V、50Hz 正弦交流电源接通的瞬间，电压全部加在起辉器动、静触头上，起辉器氖泡内气体导电产生热量，使动触头受热伸展，与静触头接触，这时流过灯丝的电流增大，灯丝发热后发射电子，同时灯管内水银受热蒸发。氖泡内动、静触头接触后，氖泡内气体放电停止，动触头冷却收缩与静触头脱离，使电路瞬时切断，此时由于电路电

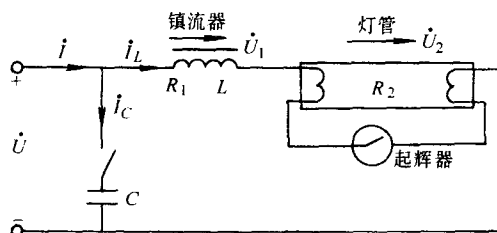


图 3-1 RL 电路提高 $\cos\varphi$ 实验原理图

流突变，镇流器两端感应出了瞬时的高压，这一高压加在日光管两端，使得日光灯管内的电子运动速度加快。高速运动的电子碰撞管内的氩气分子，使氩气电离导电。氩气导电后产生热量，使管内水银加速蒸发，水银分子受电子、离子的碰撞也参与导电，此时除放出一些可见光外，还辐射出大量的紫外线。管壁上的荧光粉，在紫外线激发下就发出近似日光的可见光来。

灯管起燃后，可以近似地看作电阻性负载，它与镇流器串联，镇流器也有一定的电阻，但在此电路中可以将其忽略，而将其看作电感性元件。因此，我们将日光灯电路看成 RL 串联的交流电路，它的功率因数较低。

对于这样一个低功率因数的感性负载，可以在其两端并联电容器来提高功率因数。

镇流器线圈可视为电阻 R_1 与电感 L 串联，它的复阻抗为 $Z_1 = R_1 + j\omega L$ ；灯管可视为纯电阻元件，它的复阻抗为 $Z_2 = R_2$ 。整个日光灯的等效复阻抗为

$$\begin{aligned} Z &= Z_1 + Z_2 \\ &= (R_1 + R_2) + j\omega L \\ &= R + j\omega L \end{aligned}$$

测得 U 、 I_L 和 P （日光灯吸收的总功率），可计算出日光灯的等效参数 R 、 L 、 $|Z|$ 和它的功率因数 λ_1 ($\lambda_1 = \cos\varphi_1$)。计算公式自拟。

测得 U_2 、 I_L ，可计算出灯管的等效参数 $Z_2 = R_2$ 。

日光灯并联电容器后，日光灯自身的所有电压、电流、功率、功率因数都没有变化，但电路的总电流 I 减小，电路的总功率因数提高为

$$\lambda_2 = \cos\varphi_2 > \cos\varphi_1$$

已知 C ，可得 $\cos\varphi_2$ ；反之，已知 $\cos\varphi_2$ ，可求得 C 。

四、实验步骤

(1) 按图 3-2 接线，为了测量方便，采用了电流测量插板。本实验中电压表、电流表和功率表不要接死在电路中。将电流表及功率表的电流接线柱接上插头，插入电流插座板上的相应插座，则电流表和功率表的电流线圈即被串入电路之中。测完后，将电流插头拨出，再用短路插头插入恢复接通电路。电压表及功率表的电压接线柱采用表笔，可靠接触在所需测量的位置。

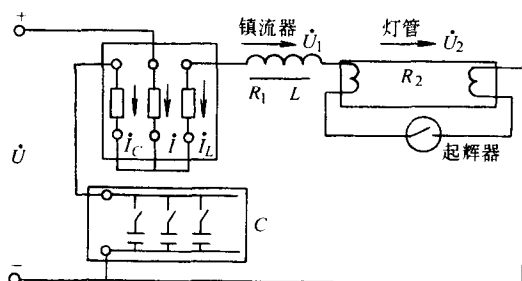


图 3-2 RL 电路提高 $\cos\varphi$ 实际接线图

(2) 将调压器输出电压调到 220V，测量日光灯电路的电压 U 、电流 I 、功率 P ，镇流器电压 U_1 、功率 P_1 ，灯管电压 U_2 、电流 I_L ，功率 P_2 。由公式 $\cos\varphi_1 = P / (UI)$ 计算出 $\cos\varphi_1$ 。

(3) 接入电容 C ，按表 3-1 进行测量。

(4) 由公式

$$C = \frac{P}{\omega U^2} (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

计算出欲达到的 $\cos\varphi_2$ （可取 0.9 左右）时电容 C 的值，重复步骤 (2)。

将各次测量数据及计算数据填入表 3-1 中。