



电工 电子实验

李振军 主编

中国纺织出版社

电工电子实验

李振军 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书为专科电类、机电类专业的电工基础、电子技术实验用教材,包括电工学、模拟电子技术、数字电子技术、电机拖动及综合实验五部分。其内容详实丰富,且注重学生基本技能和综合应用能力的培养,能较好地满足学生实践技能培养的需要。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验/李振军主编. - 北京:中国纺织出版社, 1999.8

ISBN 7-5064-1555-0/TM·0006

I.电… II.李… III.①电工技术-实验-教材②电子技术-实验-教材 IV.TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 31867 号

责任编辑:李东宁	特约编辑:王 颖	责任校对:陈 红
责任设计:李 然	责任印制:刘 强	

中国纺织出版社出版发行

地址:北京东直门南大街 6 号

邮政编码:100027 电话:010-64168226

中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销

1999 年 8 月第一版第一次印刷

开本:787×1092 1/32 印张:5 插页:1

字数:112 千字 印数:1—4000 定价:10.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

随着科学技术的飞速发展,电能在工业、农业、交通、运输及日常生活中的应用越来越广泛,尤其是随着计算机的广泛应用,工业自动化程度日趋提高,办公自动化日益普及,对电工电子技术提出了更新更高的要求。特别是近年来随着高等教育改革的不断深入,对学生的素质教育、理论实践技能的培养显得尤为突出,为此特编写《电工电子实验》教材,以满足对学生实践技能的培养。

《电工电子实验》为专科电类、机电类专业电工基础、电子技术实验用教材,其它非电类专业也可根据需要进行选做部分实验。该实验教材包括电工学、模拟电子技术、数字电子技术、电机拖动及综合实验五部分,内容详实丰富,既注重学生基本技能的培养,又注重学生综合应用能力的培养,能较好地满足不同层次学生、不同类型专业的需求。

本教材由河南纺织高等专科学校李振军主编,侯文明主审。第一、六部分由吴惠云编写,第二、三部分由李振军编写,第四、五部分由王士辰编写。

本教材在编写过程中得到河南纺织高等专科学校主管教学的副校长许瑞超女士和课程教材建设委员会的大力支持,并对教材编写提出了宝贵建议,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,书中难免存在问题和不妥之处,恳请读者不吝赐教。

六 编 者

01151/01

目 录

第一部分 电工学实验

- 实验一 常用电工仪器设备及其使用 (1)
- 实验二 克希荷夫定律及叠加原理 (5)
- 实验三 戴维南及诺顿定理 (8)
- 实验四 RLC 串联电路及其谐振 (10)
- 实验五 感性负载及功率因数的提高 (12)
- 实验六 三相交流电路 (15)
- 实验七 变压器同铭端及其测试 (19)
- 实验八 RC 网络过渡过程及微积分
电路 (20)

第二部分 模拟电子技术实验

- 实验一 常用电子仪器设备及其使用 (26)
- 实验二 单相桥式整流及稳压电路 (30)
- 实验三 单管共射放大电路 (34)
- 实验四 两级放大电路 (38)
- 实验五 运算放大器的基本应用 (42)
- 实验六 运算放大器的非线性应用 (47)

实验七	晶闸管及其整流电路	(51)
实验八	集成稳压电路	(54)
实验九	正弦波振荡电路	(57)
实验十	功率放大器	(61)

第三部分 数字电子技术实验

实验一	集成逻辑门电路	(65)
实验二	触发器及其应用	(69)
实验三	555 时基电路及其应用	(74)
实验四	计数器及编码器的使用	(78)
实验五	译码器及显示电路	(83)
实验六	加法电路及数据选择器	(88)
实验七	移位寄存器	(91)
实验八	A/D、D/A 转换器及其使用	(96)

第四部分 低压电器控制线路

实验一	常用低压电器认识实验	(101)
实验二	三相异步电动机的直接起动 ..	(112)
实验三	三相异步电动机的正反转 控制	(114)
实验四	三相异步电动机的 Y- Δ 起动	(117)

第五部分 综合实验

- (实验一) 三相异步电动机的顺序控制 (121)
- (实验二) 家用调光台灯电路 (123)
- (实验三) 晶体管无触点位置开关 (127)
- (实验四) 简易自动定时控制器 (129)

第六部分 常用电工电子仪器设备

- (一、万用表 (132)
- (二、直流稳压电源 (136)
- (三、晶体管毫伏表 (136)
- (四、低频信号发生器 (139)
- (五、示波器 (140)
- (六、ZH-12 电子实验装置简介 (150)

参考文献

第一部分

电工学实验

电工学部分实验包括常用电工仪器设备及其使用、克希荷夫定律及叠加原理、戴维南及诺顿定理、RLC 串联及其谐振、感性负载及功率因数的提高、三相交流电路、变压器同铭端及其测试、RC 网络过渡过程及微积分电路等 8 个实验项目,通过这 8 个实验项目的学习,既能验证同学们所学的定理定律,又能巩固同学们所学的知识,尤其是还能使同学们学会常用电工仪器设备(万用表、直流稳压电源、电压电流表、低频信号发生器等)的使用,为做电子学实验打下良好基础。

在实验中,同学们应树立良好的科学态度和精神,既要相互协作,又要独立动手,切忌不动手去做实验。实验前应认真预习实验内容和实验设备使用说明,以确保通过实验达到提高实际操作技能的目的。

实验一 常用电工仪器设备及其使用

一、实验目的

学习常用电工仪器设备的使用方法。

二、实验设备

- | | |
|-------------------|-----|
| 1. MF—47 万用表 | 1 台 |
| 2. JWD—2 直流稳压电源 | 1 台 |
| 3. JXD—11 低频信号发生器 | 1 台 |
| 4. JY—16 毫伏表 | 1 台 |
| 5. 实验电路板 | 1 块 |

三、实验内容及步骤

1. 电阻测量 将万用表选择于电阻测量档位($R \times 10$ 或 $R \times 100$)上, 并将万用表测量表笔短接, 调节调零旋钮使表头指示为零, 再将表棒与被测电阻相连(注意不要用手捏着表棒与电阻), 此时万用表表头读数乘以相应档位的倍率即为被测电阻值。将被测电阻的标称值和测量结果填入表 1-1-1 中。

表 1-1-1 电阻测量表

电 阻 名 称	R_1	R_2	R_3
标称值			
实测值			
误 差			

2. 交流电压的测量 将万用表选择于交流电压档 $\bar{V}$, 并根据被测电压值的大小选择适当的量程, 而后将表笔置于被测试两端(若不知道被测量的大小, 应先将万用表电压量程置于最大进行测量), 此时可根据表头指示值与量程值求出实际被测值。

$$\text{实际值} = \frac{\text{表头指示值}}{\text{满刻度值}} \times \text{量程}$$

用万用表测量交流电源的电压值, 并将结果填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2 交流电压测量表

被测电压	U_{AO}	U_{BO}	U_{CO}	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}
测量值						

3. 直流电压的测量

(1) 直流稳压电源输出电压的调节方法: 该直流稳压电源采用 JWD—2 型稳压电源, 其面板示意图见图 6-1。

A 路输出电压的调节: 将电源开关接通, 表头显示开关置 A, 调节粗调旋钮, 而后调节细调(微调)旋钮, 使其满足要求即可。如将输出电压调为 15V, 可调粗调为 12V, 而后调节细调至输出为 15V 为止。

B 路输出电压的调节方法同 A 路的调节方法。

(2) 直流电压的测量方法: 将万用表选择于直流电压档 V, 并根据被测电压选择合适的量程, 而后将表笔置于待测两端, 根据交流电压测量方法中交流电压实际值的计算方法即可求出待测直流电压。

试分别将 A 路输出电压调至 5V、7V、9.5V 及 14V, 并用万用表进行测量。

4. 直流电流的测量 将万用表选择于直流电流档, 并根据被测电流的大小选择合适量程, 然后将万用表作为一个电流表串接于待测支路中, 让电流从万用表红表笔流入(红表笔接于万用表+端), 从黑表笔流出, 被测电流大小的计算方法与交流电压测量时的计算方法相同。

5. 低频信号发生器的使用

(1) 输出信号频率的调节: 低频信号发生器的粗调为 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 10^2$ 、 $\times 10^3$ 、 $\times 10^4$ 五档, 细调可通过微调实现。如将频率调为 3kHz, 可使粗调置于 $\times 10^2$, 调节细调旋钮使频率表头示数为 30, 此时输出信号的频率即为表头频率示数乘以粗

调所指的倍数, 频率为 $30 \times 10^2 = 3000\text{Hz}$ 。

(2) 输出正弦波信号幅度的调节: 信号源面板上的电压表头指示的值为正弦波输出信号的有效值, 其输出正弦波的幅度可以通过正弦幅度调节细调和衰减旋钮(0dB、20dB、40dB)结合实现。当衰减置于 0dB 时, 调节细调旋钮, 此时表头指示即为正弦波输出电压的有效值; 当衰减置于 20dB 时, 实际输出正弦波的电压的有效值为表头示数的 $\frac{1}{10}$ V; 当衰减置于 40dB 时, 实际输出正弦波的有效值为表头示数的 $\frac{1}{100}$ V。试调节正弦波的幅度输出调节旋钮, 使输出正弦信号为 2V、200mV 及 50mV, 且用毫伏表进行测量及用示波器观察波形。

(3) 输出方波信号的调节: 频率调节方法同正弦波, 幅度调节可通过调节幅度旋钮实现。试用示波器观察方波输出信号, 并观察输出信号的频率及幅度改变时的波形变化情况。

(4) 三角波信号的观察: 用示波器观察三角波信号的输出波形, 并通过示波器观察频率改变时的波形变化情况(三角波输出信号的幅度不可调节)。

6. 毫伏表的使用 在进行电压测量之前, 应将毫伏表接通 220 V 交流电源, 并根据被测电压的大小合理选择量程, 其可测电压范围为 0~300V, 用以测量频率为 20Hz~1MHz 的交流信号。在使用中, 毫伏表每换一次量程, 应先将测量用的表笔短接, 即对毫伏表进行调零, 而后才能进行测量。被测量的实际值大小的计算方法与万用表测量交流电压时的计算方法相同。

四、思考题

1. 仔细总结万用表进行电阻、电压及电流测量时的使用方法。

2. 总结低频信号发生器输出信号的频率及幅度的调节方法。
3. 总结毫伏表的使用方法。
4. 总结直流稳压电源输出电压的调节方法。

实验二 克希荷夫定律及叠加原理

一、实验目的

1. 验证克希荷夫电压、电流定律。
2. 验证叠加原理。
3. 巩固万用表及直流稳压电源的使用方法。

二、实验设备

- | | |
|------------------|-----|
| 1. MF—47 万用表 | 1 台 |
| 2. JWD —2 直流稳压电源 | 1 台 |
| 3. 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理

1. 克希荷夫定律

(1) 克希荷夫电压定律: 沿任一封闭回路绕行一周, 各电压之代数 sum 等于零, 即 $\sum U = 0$ 。

(2) 克希荷夫电流定律: 在电路中, 对于任一节点, 流入该节点的电流之代数 sum 为零, 即 $\sum I = 0$ 。

2. 叠加原理 在多个电源共同作用的线性网络中, 某一支路的电流或电压等于各电源单独作用时在该支路产生的电流或电压的代数 sum。

四、实验内容及步骤

1. 克希荷夫定律实验

- (1) 调节直流稳压电源的电压输出, 使其 A 路输出为

14V, B路输出为 9V, 调整后用万用表直流电压档测量其值无误后接于实验板上, 电路见图 1-2-1。

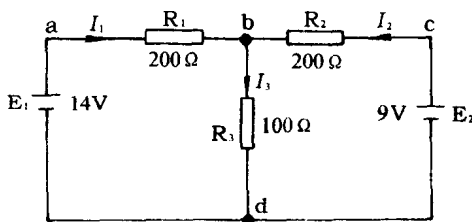


图 1-2-1 克希荷夫定律实验电路

(2) 测量 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{cd} 、 U_{bd} 、 U_{da} 填于表 1-2-1 中。

(3) 测量 I_1 、 I_2 、 I_3 填于表 1-2-1 中。

根据上述实验数据验证克希荷夫电压、电流定律的正确性。

表 1-2-1 克希荷夫定律实验数据表

被测量	U_{ab}	U_{bc}	U_{cd}	U_{da}	U_{bd}	I_1	I_2	I_3
测量值								
	$\sum U =$					$\sum I =$		

2. 叠加原理实验

(1) 依图 1-2-2(a) 接线, 测量在 E_1 、 E_2 共同作用下的 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} 及 I_{L0} , 并将结果填入表 1-2-2 中。

(2) 依图 1-2-2(b) 接线, 测量在 E_1 单独作用下的 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} 及 I_{L0} , 并将结果填入表 1-2-2 中。

(3) 依图 1-2-2(c) 接线, 测量在 E_2 单独作用下的 U_{R1} 、 U_{R2} 、 U_{R3} 及 I_{L0} , 并将结果填入表 1-2-2 中。

根据上述实验结果验证叠加原理的正确性。

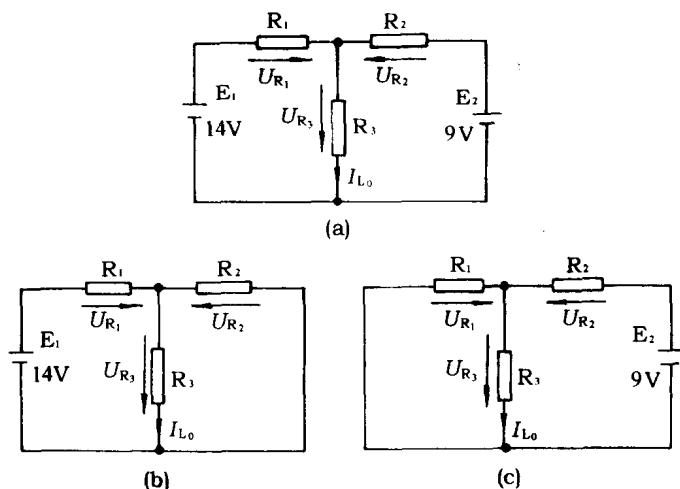


图 1-2-2 叠加原理实验电路图

在做叠加原理的实验过程中, E_1 和 E_2 分别单独作用时, 另一个电源不作用。对于不作用的电源, 应先将其从实验电路板上切断, 而后再在实验板上进行短接。

表 1-2-2 叠加原理实验数据表

被 测 量 \ 条 件	$E_1 = 14\text{V}$ $E_2 = 9\text{V}$	$E_1 = 14\text{V}$ $E_2 = 0\text{V}$	$E_1 = 0\text{V}$ $E_2 = 9\text{V}$
I_{L0}			
U_{R1}			
U_{R2}			
U_{R3}			

五、思考题

1. 根据表 1-2-1 分析 KCL、KVL 的正确性。
2. 根据表 1-2-2 分析叠加原理的正确性。

实验三 戴维南及诺顿定理

一、实验目的

1. 验证戴维南定理。
2. 验证诺顿定理。

二、实验设备

- | | |
|---------------|-----|
| 1. MF—47 万用表 | 1 台 |
| 2. JWD—2 直流电源 | 1 台 |
| 3. 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理

1. 戴维南定理 任何一个含源两端线性网络都可以用一个等效的电压源来替代。该电压源的电动势 E 等于负载开路(或称断路)时负载两端的端电压,内阻 r_0 等于将含源两端网络的电压源短路、电流源开路(各电源内阻保留)后从输出端(负载两端)看进去的等效内阻。

2. 诺顿定律 任何一个含源两端线性网络均可用一个电流源来替代。该电流源的电流 I_s 等于负载短路时的短路电流,内阻 r_0 等于从负载两端看进去将含源两端网络的电压源短路、电流源开路(各电源内阻保留)后的等效内阻。

四、实验内容及步骤

1. 戴维南定理实验 图 1-3-1 所示的电路,将 R_3 作为负载,其余部分可看作一个等效含源两端网络。

(1) 依图 1-3-1 所示电路接线,并将 R_3 支路断开,用万用直流电压档测量 b、d 间的电压,即为负载开路电压 U_{bd} (此电压即为等效电压源的电动势 E)。

(2) 将电源 E_1 及 E_2 均断开,并在实验电路板上将 a、d 和

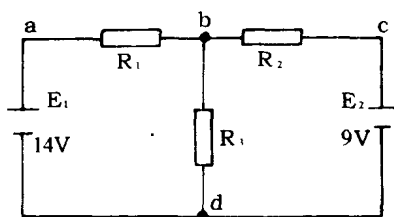


图 1-3-1 戴维南及诺顿定理实验电路

c、d 用导线短接,用万用表电阻档测量此时 b、d 间的电阻,此电阻即为戴维南等效电路的电源等效内阻 r_0 。

将上述实验结果填入表 1-3-1 中。

表 1-3-1 戴维南及诺顿定理实验数据表

实验项目 被测量 条件	戴 维 南 定 理				诺 顿 定 理			
	理 论		实 测		理 论		实 测	
	U_{bd}	r_0	U_{bd}	r_0	I_s	r_0	I_s	r_0
$E_1 = 14V$								
$E_2 = 9V$								

2. 诺顿定理实验 图 1-3-1 所示的电路,将 R_3 作为负载,其余部分可看作一含源两端网络。

(1)依图 1-3-1 所示电路接线,并将 R_3 支路短接,用万用表直流电流档测量此时的短路电流,该短路电流即为等效诺顿网络的电流值 I_s 。

(2)其等效内阻之测量方法同戴维南定理实验时的测量方法,即其步骤(2)。

五、思考题

1. 试将上述实验戴维南等效电路用电源互换的方法化作诺顿等效电路,比较和实验结果的异同。

2. 试将上述实验诺顿电路用电源互换的方法化作戴维南等效电路, 比较和实验结果的异同。

实验四 RLC 串联电路及其谐振

一、实验目的

1. 学习低频信号发生器及毫伏表的使用。
2. 学习谐振频率的测试方法。

二、实验设备

- | | |
|-------------------|-----|
| 1. JXD—11 低频信号发生器 | 1 台 |
| 2. JY—16 毫伏表 | 1 台 |
| 3. 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理

在 RLC 串联电路中, 当电路固有谐振频率 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

与外加电源频率 f 相等时, 电路处于谐振状态, 此时 $Z = R$, 电阻两端电压等于电源电压 U 。根据上述特征值可以判断电路是否处于谐振状态。

四、实验内容及步骤

1. 将低频信号发生器的输出电压调至 3V 左右, 且与电路的 A、B 端相接, 电路见图 1-4-1。

2. 根据电路参数估算谐振频率 f_0 (约为 2.2kHz)。

3. 调节低频信号发生器的频率, 使其在 2kHz 左右。

4. 将晶体管毫伏表接于电阻 R 两端 (选择 10V 量程), 调节低频信号发生器的频率微调旋钮, 反复改变频率, 当毫伏表读数为最大时, 表明此时的电路已处于谐振状态, 此时低频信号发生器的频率指示值即为电路的谐振频率。在确认 U_{AB}