

电工电子实验教程

李振声 吕以全 编著
徐钦民 李晓静

TM-33
L336

电工电子实验教程

李振声 吕以全 编著
徐钦民 李晓静

TM-33

L336

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是天津理工大学电工电子实验中心根据《高等学校工科电工技术、电子技术课程教学基本要求》编写的一本实验教材。

全书共分3篇,第1篇为电工技术实验,安排了8个电工实验和3个PLC实验;第2篇为电子技术实验,安排了21个模拟电路实验、22个数字电路实验,以及5个综合设计性实验;第3篇为EDA虚拟实验,安排了12个EDA虚拟实验。

本书可作为理工院校相关专业电工电子实验课教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验教程/李振声等编著. —北京:科学出版社,2009
ISBN 978-7-03-026150-2

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 TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218280 号

责任编辑:喻永光 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:叶 秋

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年1月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010年1月第一次印刷 印张: 23 1/2

印数: 1—6 000 字数: 460 000

定 价: 38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

《电工电子实验教程》是在《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》的基础上,以教育部(原国家教育委员会)颁布的《高等学校工科电工技术、电子技术课程教学基本要求》为依据编写的。

几年来,我校电工与电子技术课程组围绕实验教学的改革和创新,做了大量卓有成效的研究、探索与实践,也取得了一些非常优秀的教学成果。在实验教学的基础之上,开放实验室、扩充实验项目的内容,组织学生参加全国大学生电子设计竞赛、“挑战杯”全国大学生课外科技竞赛、全国大学生创新创业计划竞赛、飞思卡尔机器人大赛等活动,获得全国三等奖 1 项,市级一等奖 1 项、二等奖 2 项、三等奖多项,及几十项天津理工大学的各种奖项。本书的出版,总结了课程组过去的实验教学成功经验,是在优化实验教学内容、创新实验教学的方法和手段,培养大学生研究性学习的实验教学理念基础上编写的。

实验教学是高等学校教学过程中最为重要的一个教学环节,以培养大学生创新能力、提高大学生科研素质为目的。结合我校实验教学的实际情况,全书共分 3 篇。第 1 篇为电工技术实验,以浙江天煌科技实业有限公司、天津师范大学教学设备厂生产的实验装置为平台,安排了 8 个电工实验和 3 个 PLC 实验,由吕以全、徐钦民共同编写;第 2 篇为电子技术实验,以天津理工大学电工电子实验中心与清华大学教学设备厂联合研制的实验装置为平台,安排了 21 个模拟电路实验、22 个数字电路实验,以及 5 个综合性设计实验,由李振声编写;第 3 篇为 EDA 虚拟实验,以 EWB 软件为平台,安排了 12 个仿真实验内容,由李晓静编写。其中,电子技术的基础部分主要以单元实验电路为主,同时加强了实验的设计技能项目,主要要求学生掌握各种电路的测试方法和手段,提高学生综合处理和解决实际问题的能力。

本教材编写的过程中难免存在不妥之处,希望读者提出批评和改进的意见。

编 者

2009 年 7 月

目 录

第 1 篇 电工技术实验

第 1 章 电工技术	3
实验 1 叠加原理的验证	4
实验 2 戴维南定理的验证	13
实验 3 R, L, C 元件在正弦交流电路中的特性	23
实验 4 RLC 串联谐振	38
实验 5 一阶 RC 电路的过渡过程	48
实验 6 提高电路的功率因数	59
实验 7 三相电路的测量	68
实验 8 三相异步电动机的顺序控制	83
第 2 章 可编程器控制器	91
实验 1 PLC 基本指令的操作	92
实验 2 PLC 专用指令的操作	109
实验 3 三相异步电动机的控制	126

第 2 篇 电子技术实验

第 1 章 模拟电路	145
实验 1 常用电子仪器的使用	146
实验 2 单级放大电路	150
实验 3 两级放大电路	153
实验 4 负反馈放大电路	155
实验 5 射极跟随器	157
实验 6 差动放大电路	159
实验 7 比例求和运算电路	161
实验 8 积分与微分电路	163
实验 9 波形发生电路	165
实验 10 有源滤波器	167
实验 11 电压比较器	169
实验 12 集成电路 RC 正弦波振荡器	171
实验 13 集成功率放大器	173
实验 14 整流滤波与并联稳压电路	175
实验 15 串联稳压电路	177

实验 16 集成稳压器	180
实验 17 RC 正弦波振荡器	182
实验 18 LC 振荡器及选频放大器	184
实验 19 电流/电压转换电路	186
实验 20 互补对称功率放大器	187
实验 21 波形变换电路	188
第 2 章 数字电路	191
实验 1 门电路的逻辑功能及测试	192
实验 2 组合逻辑电路(半加器、全加器及逻辑运算)	195
实验 3 R-S,D,J-K 触发器	198
实验 4 三态输出触发器及锁存器	201
实验 5 时序电路	203
实验 6 集成计数器及寄存器	205
实验 7 译码器和数据选择器	208
实验 8 波形产生及单稳态触发器	210
实验 9 555 时基电路	212
实验 10 CMOS 门电路	216
实验 11 TS 门及 OC 门	218
实验 12 TTL 与 CMOS 的相互连接	221
实验 13 MSI 加法器	223
实验 14 竞争-冒险现象	225
实验 15 触发器的应用	227
实验 16 MSI 计数器	229
实验 17 施密特触发器	231
实验 18 单稳态触发器	233
实验 19 多路模拟开关	236
实验 20 数字定时器	239
实验 21 电压变换器	241
实验 22 4 路优先判决电路	242
第 3 章 综合性设计	245
实验 1 BTL 集成电路扩音板的设计	246
实验 2 简易开关型稳压电源的设计	252
实验 3 数字钟的设计	261
实验 4 智力竞赛抢答计时器的设计	271
实验 5 双路防盗报警器的设计	277

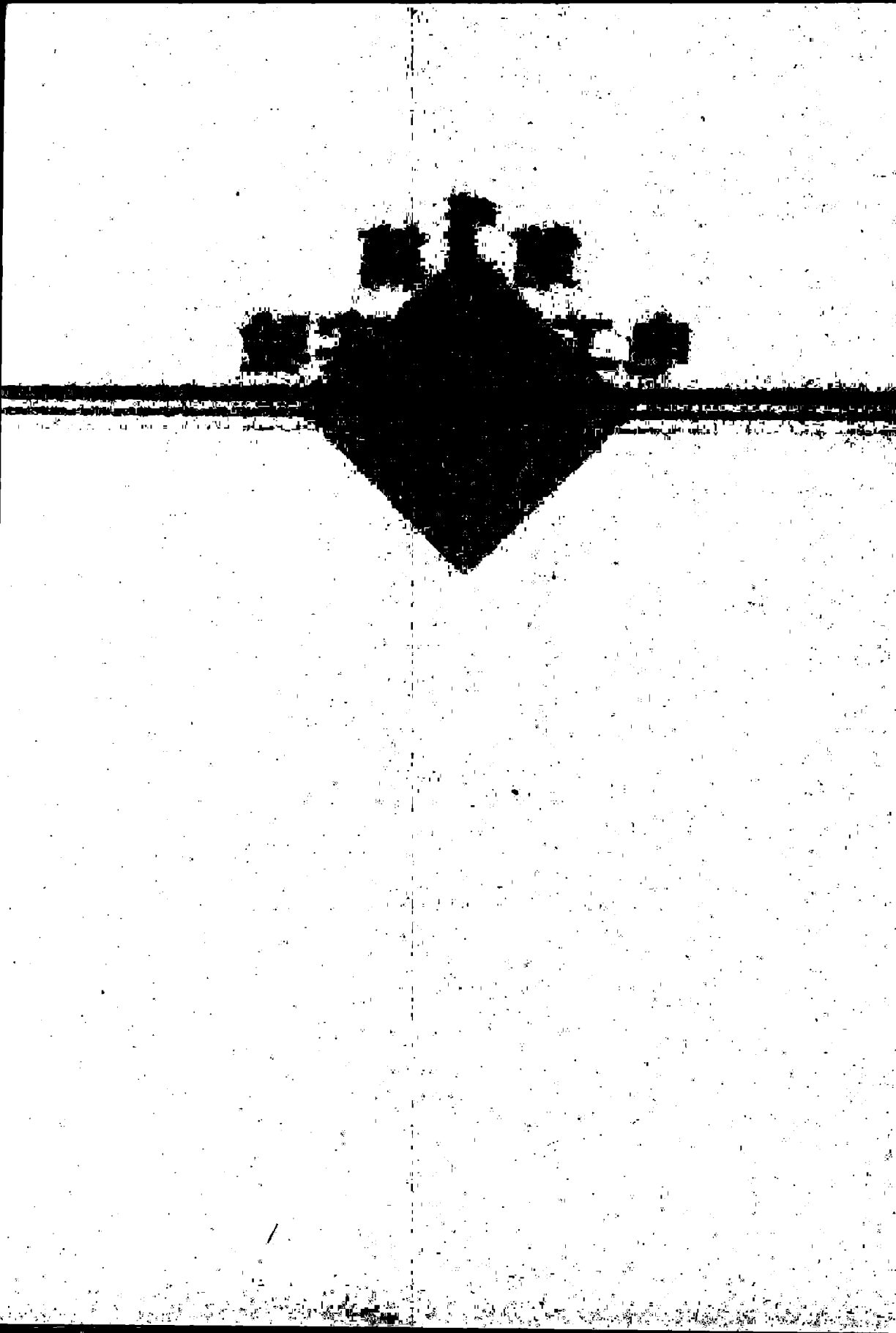
第 3 篇 EDA 虚拟实验

第 1 章 电工技术	285
实验 1 基尔霍夫定律	286
实验 2 叠加原理	291

实验 3 戴维南定理	294
实验 4 一阶电路的瞬态分析	298
实验 5 R, L, C 串并联电路的特性	303
实验 6 三相电路	313
第 2 章 电子技术	319
实验 1 单级共射极放大电路	320
实验 2 运算电路	328
实验 3 直流稳压电源	339
实验 4 门电路的逻辑功能与使用	345
实验 5 几种常用的组合逻辑电路	350
实验 6 计数器	356
附录 1 常用逻辑符号对照表	361
附录 2 部分集成电路引脚图	363
参考文献	367

第1篇

电工技术实验



第1章

电工技术

- 实验1 叠加原理的验证
- 实验2 戴维南定理的验证
- 实验3 R , L , C 元件在正弦交流电路中的特性
- 实验4 RLC 串联谐振
- 实验5 一阶 RC 电路的过渡过程
- 实验6 提高电路的功率因数
- 实验7 三相电路的测量
- 实验8 三相异步电动机的顺序控制

实验 1

叠加原理的验证

KHDG-1 高性能电工综合实验装置

实验目的

- 通过实验验证叠加原理。
- 通过实验加深对叠加原理的理解。

实验设备

- DG04 双路直流稳压电源 1 台。
- D31 直流毫安表 1 块。
- D31 直流电压表 1 块。
- DG05 直流电路单元板 1 块。
- 导线若干。

预习要求

- 实验前应认真复习叠加原理。
- 明确实验内容。

实验原理

叠加原理:在线性电路中,任意一条支路(或元件)上的电流或电压,都可以看作电路中各个独立电源(电压源或电流源)分别单独作用时(其余电压源短路、电流源开路),在此支路中所产生的电流或电压的代数和。

在图 1.1(a) 所示的电路中有两个电压源作用。根据叠加原理,其某个支路(或元件)中的电流(电压)等于图 1.1(b) 中电压源 U_A 单独作用和图 1.1(c) 中电压源 U_B 单独作用时该支路(或元件)电流(电压)的代数和。因此,有如下关系:

$$I_1 = I_1' - I_1''; I_2 = I_2'' - I_2'; I_3 = I_3' + I_3''$$

在图 1.2(a) 所示电路中,有 1 个电压源和 1 个电流源共同作用。根据叠加原理,其中某个支路(或元件)的电流(电压)等于图 1.2(b) 中电压源 U_s 单独作用和图 1.2(c) 中电流源 I_s 单独作用时该支路(元件)电流(电压)的代数和。因此,有如下关系:

$$I_1 = I_1' - I_1''; I_2 = I_2''; I_3 = I_3' + I_3''$$

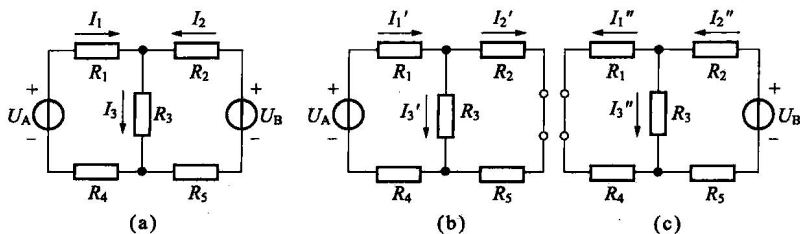


图 1.1

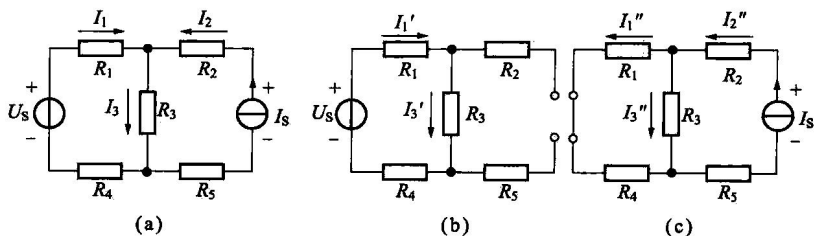


图 1.2

实验内容

叠加原理的验证实验在 KHDG-1 高性能电工综合实验装置上进行。该实验装置上安装了 DG04 直流稳压电源、恒流源板,如图 1.3 所示。两个直流稳压电源分别供给电路中的两个电源 U_A 和 U_B , U_A 和 U_B 并联作用于电路中。在实验装置上安装了 D31 直流电压、毫安、安培表板,如图 1.4 所示。应注意:测量直流电流时应该把直流电流表串联在电路中使用,我们采用测量插头保证使用直流电流表准确无误;测量直流电压时应该把直流电压表并联在电路中使用,我们采用测量表笔。在直流电路中使用直流电流表、直流电压表时均应该注意表的量程和极性。

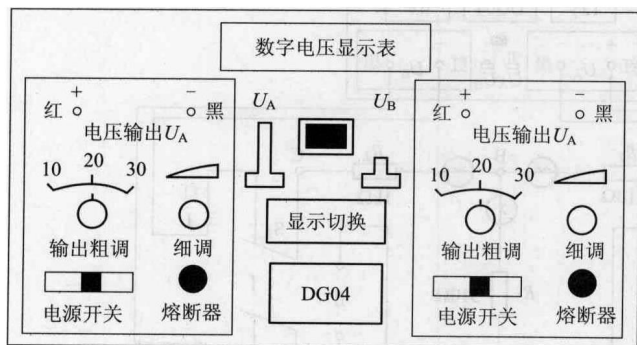


图 1.3

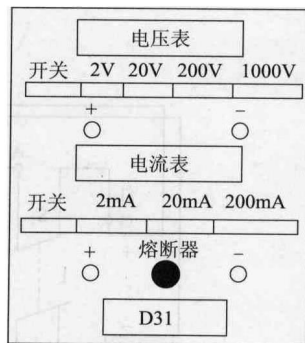


图 1.4

实验在 DG05 叠加原理接线板上进行接线,实验板上的换路开关 S_1 , S_2 分别控制两个电源是否作用于电路。实验电路中的 U_A 和 U_B 分别由实验台上的双路直流稳压电源(左路 E_1 电源和右路 E_2 电源)供给。

1. U_A 电源单独作用于电路

(1) 按照图 1.5 并参照图 1.6 接线。

(2) 启动电源总按钮开关, 合上双路直流稳压电源开关, 把左路稳压电源 U_A 调至 12V, 把右路电源 U_B 调至 6V。

(3) 在调整两路电压时, 先将左路调压的粗调波段开关拨到 20V 挡, 右路调压的粗调波段开关拨到 10V 挡, 再分别旋转调压细调旋钮, 使电压调到规定数值。调压时, 要注意观察电压表的指示。

(4) 双路直流稳压电源只有 1 块电压显示表, 依靠显示切换按钮来分别观察两路电源的电压。当显示切换按钮凸起时, 电压表显示左路电源电压 U_A ; 当显示切换按钮凹下时, 电压表显示右路电源电压 U_B 。

(5) 两路直流稳压电源调好之后, 关断电源停止总开关。

(6) 按图 1.5 所示的叠加原理实验电路, 在 DG05 叠加原理接线板上进行接线, $\odot$ 符号处为电流测量接插口。把双路直流稳压电源的左路电压 U_A 的 12 V 连接到 G 和 H 端子, 右路电压 U_B 的 6V 连接到 I 和 J 端子。红色接线端子为正极, 黑色接线端子为负极。

(7) 把左边换路开关 S_1 向左合, 合到 I 的位置接通 U_A 的 12 V 电源; 把右边换路开关

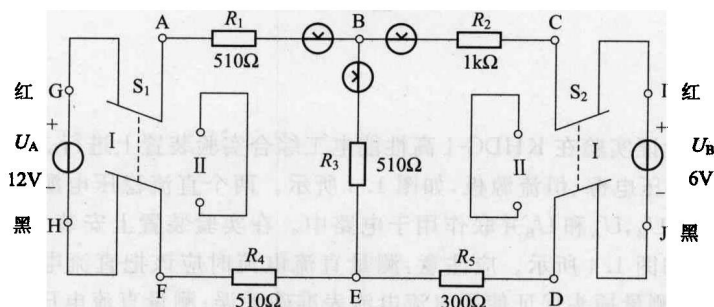


图 1.5

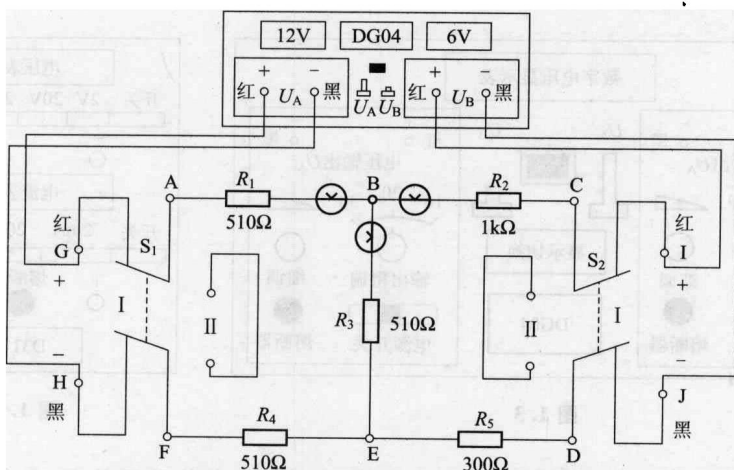


图 1.6

S_2 向左合到 II 的位置,使得 C,D 短路,使 U_B 脱离电路。这时, U_A 电源单独作用于电路中。

(8) 接线完成,自查并经实验指导老师检查无误后,进行下面的实验步骤。

(9) 按图 1.7(a)所示的方法进行测量。

(10) 如图 1.7(b)所示,用带插头的毫安表测量 R_1 支路电流 I_1' 。

(11) 如图 1.7(c)所示,用带插头的毫安表测量 R_2 支路电流 I_2' 。

(12) 如图 1.7(d)所示,用带插头的毫安表测量 R_3 支路电流 I_3' 。

(13) 把各支路所测得的结果分别记入表 1.1。

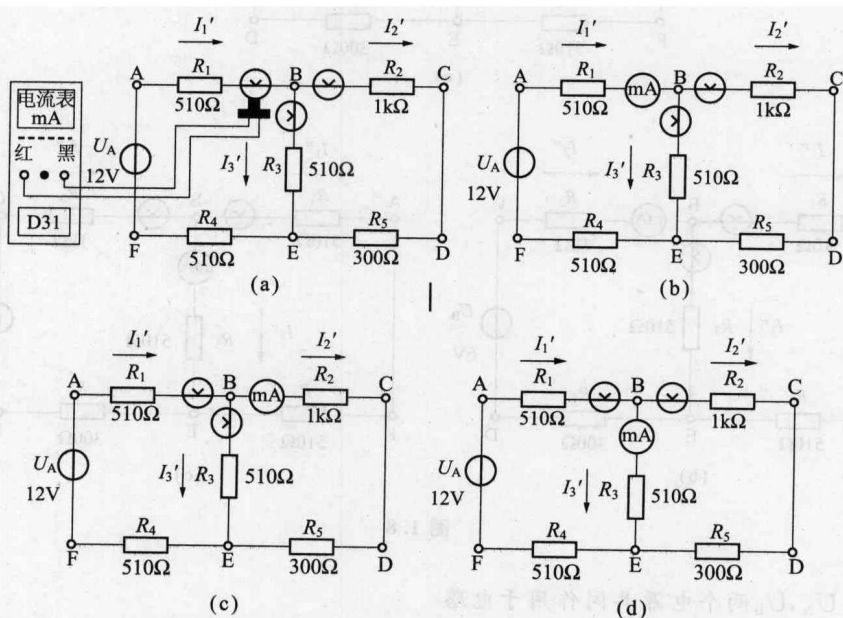


图 1.7

表 1.1

电源	电流(mA)	电流(mA)	电流(mA)
U_A 单独作用	$I_1' =$	$I_2' =$	$I_3' =$
U_B 单独作用	$I_1'' =$	$I_2'' =$	$I_3'' =$
代数和			
U_A 和 U_B 共同作用	$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$

2. U_B 电源单独作用于电路

(1) 把右路换路开关 S_2 向右合到 I 的位置,脱离 U_B 的 6V 电源;把左路换路开关 S_1 向右合到 II 的位置,使得 A,F 短路, U_A 脱离电路。这时, U_B 电源单独作用于电路中。

(2) 如图 1.8(a)所示,用带插头的毫安表测量 R_1 支路电流 I_1'' 。

(3) 如图 1.8(b)所示,用带插头的毫安表测量 R_2 支路电流 I_2'' 。

(4) 如图 1.8(c)所示,用带插头的毫安表测量 R_3 支路电流 I_3'' 。

(5) 把各支路所测得的结果分别计入表 1.1。

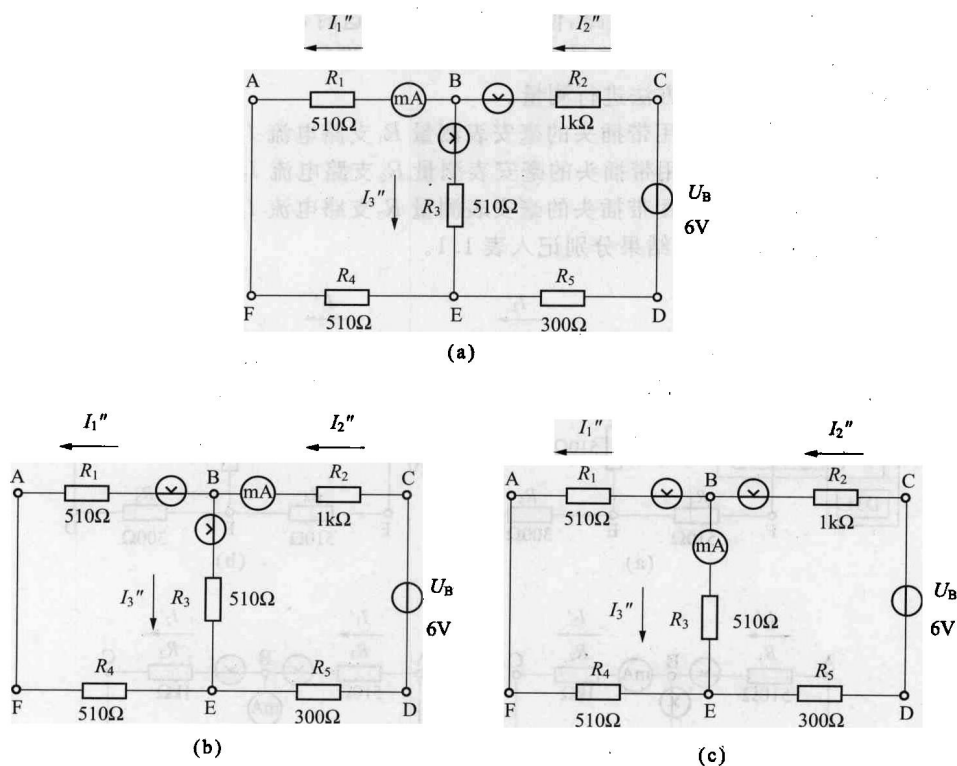


图 1.8

3. U_A, U_B 两个电源共同作用于电路

(1) 把左路换路开关 S_1 向左合、右路换路开关 S_2 向右合, 两个换路开关均合到 I 的位置, 分别接通 U_A 的 12V 电源和 U_B 的 6V 电源。这时, U_A 和 U_B 两个电源共同作用于电路中。

(2) 如图 1.9(a) 所示, 用带插头的毫安表测量 R_1 支路电流 I_1 。

(3) 如图 1.9(b) 所示, 用带插头的毫安表测量 R_2 支路电流 I_2 。

(4) 如图 1.9(c) 所示, 用带插头的毫安表测量 R_3 支路电流 I_3 。

(5) 把各支路所测得的结果分别记入表 1.1。

(6) 用以上的结果来验证叠加原理。

(7) 实验结束后, 首先关断双路直流稳压电源开关, 然后关断总停止按钮开关, 再拆除接线。

(8) 严禁带电接、拆线。

▶▶▶ 注意事项

(1) 测量直流电流时, 应该把直流电流表串联在电路中进行测量。为确保使用直流电流表无误, 我们采用电流插头插入电路中的电流插孔。

(2) 使用直流电流表应该注意量程和极性。

(3) 测量直流电压时, 应该把直流电压表并联在电路中进行测量。

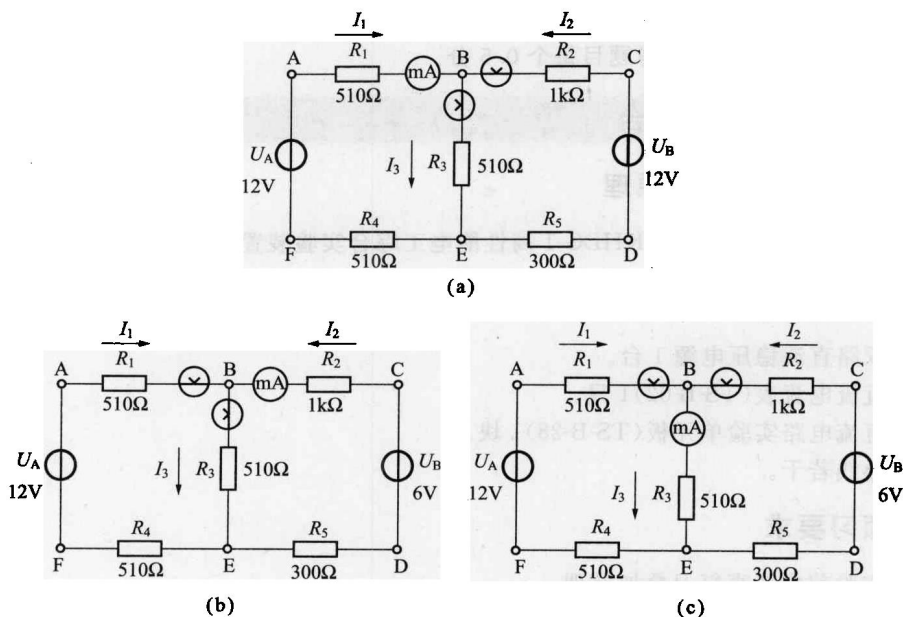


图 1.9

(4) 使用直流电压表应该注意量程与极性。

(5) 实验电路接完线之后,必须经实验指导教师检查无误后方可按实验步骤进行实验。

(6) 严禁带电接、拆线,注意安全及对设备的保护。

思考题

(1) 叠加原理的使用条件是什么?

(2) 用叠加原理比较两个电源同时作用在电路中测得的结果,并分析数据不符的主要原因。

实验报告

(1) 写出实验名称、实验目的、实验内容。

(2) 画出图 1.1。

(3) 画出图 1.2。

(4) 画出图 1.5。

(5) 填写表 1.1。

(6) 回答思考题。

评分标准

- 实验名称为 0.5 分。
- 实验目的为 0.5 分。
- 实验内容为 4.0 分(实验内容中不要求画的图可以不画)。
- 1 个图为 2 分,每个字符为 0.1 分。

- 1个表为1分,每个填空为0.2分。
- 思考题每道1分,思考题目每个0.5分。

TS-B 型通用电工实验台

▶▶▶ 实验目的和实验原理

实验目的和实验原理同 KHDG-1 高性能电工综合实验装置。

▶▶▶ 实验设备

- 双路直流稳压电源 1 台。
- 直流电流表(TS-B-02)1 只。
- 直流电路实验单元板(TS-B-28)1 块。
- 导线若干。

▶▶▶ 预习要求

- 实验前应认真复习叠加原理。
- 明确实验内容。

▶▶▶ 实验内容

叠加原理的验证实验在直流电路实验单元板(TS-B-28)上进行,单元板上的换路开关 S_1 和 S_2 分别控制两个电源是否作用于电路。 E_1 和 E_2 两个电源分别由实验台上的双路直流稳压电源(左路 E_1 电源和右路 E_2 电源)供给。各支路电流由直流电流表(TS-B-02)分别测量。

1. E_1 电源单独作用于电路

按图 1.10 接线。其中, R_1 支路插口 X_1 和 X_2 , R_2 支路插口 X_5 和 X_6 , R_3 支路插口 X_3 和 X_4 分别用导线短路。

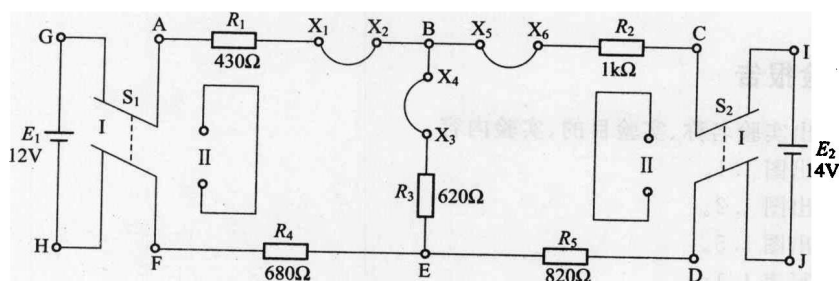


图 1.10

- (1) 合上电源总开关和双路直流稳压电源开关,分别把左路电源 E_1 调至 12V,把右路电源 E_2 调至 14V。
- (2) 把换路开关 S_1 向上合到 I 的位置,接通 E_1 (12V) 电源;把换路开关 S_2 向下合到 II 的位置,使 C, D 两点短路。
- (3) 如图 1.11(a) 所示,拨下 R_1 支路 X_1 和 X_2 之间的短路线,用毫安表测量 R_1 支路电流 I_1' 。