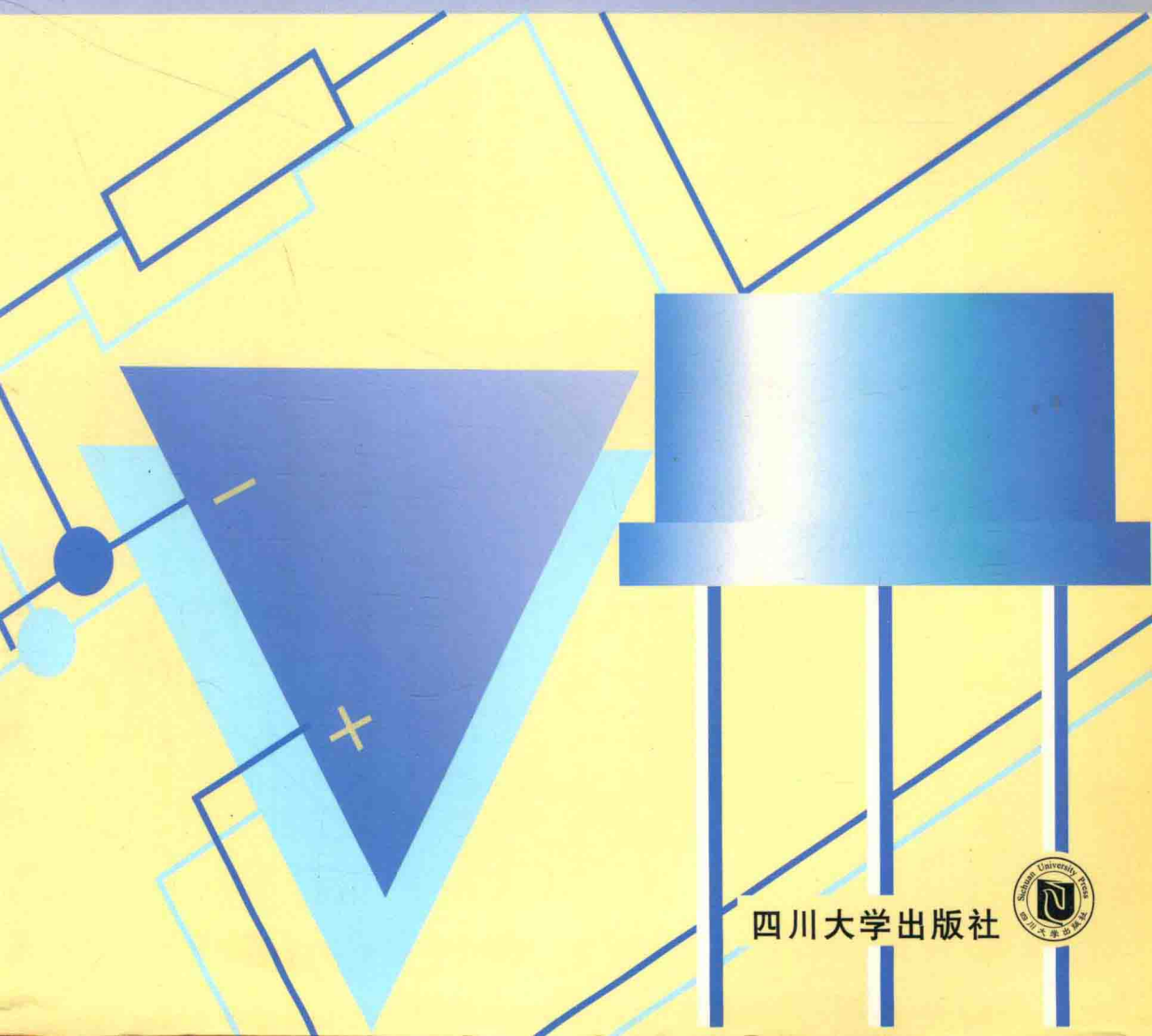


DIANGONG DIANZI JISHU SHIYAN

电工电子技术实验

下 册

雷 勇 主编



四川大学出版社



电工电子技术实验

下 册

主编 雷 勇

编委 (排名次序按姓氏拼音排列)

李 雷 林 波 莫 平 涂国强

徐雪梅 杨 刚 朱天跃

四川大学出版社

责任编辑:陈美秀 张春燕

封面设计:罗 光

责任校对:周 颖

责任印制:曹 琳

内 容 简 介

本书内容包括实验和附录两部分。实验部分有:电路实验、电机及控制实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、EDA 实验、整流和滤波电路实验;附录部分为常用电工、电子仪器仪表及 EDA 软件的使用,可供教师参考和学生查用。

本书内容丰富,步骤简捷,操作方便,能供不同学时和不同专业层次的教学需要选用。

本书是为《电路及电工技术基础》和《电子技术基础》课程教学而设的实验课程试用教材,可供高等院校电类及非电类专业本科、专科生学习使用,亦可作为电视大学、职业大学、业余大学以及远程教育、网络教育中的电类及非电类专业的电工技术、电子技术实验教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验/雷勇主编. —成都:四川大学出版社,2002.9

ISBN 7-5614-2474-4

I. 电... II. 雷... 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. TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 071614 号

书名 电工电子技术实验(下册)

主编 雷 勇

出版 四川大学出版社

地址 成都市一环路南一段 24 号(610065)

印刷 郫县犀浦印刷厂

发行 四川大学出版社

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 23.625

字数 513 千字

版次 2002 年 9 月第 1 版

印次 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数 0001-3050(套)

定价 40.00(上、下册)

版权所有 侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。电话:85408408/85401670/85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请寄回印刷厂调换。

前 言

本教材原名《电工技术及电子技术实验》，于 1993 年出版。由于近些年来新技术的不断涌现，教育方式的不断提高，原书中的部分内容已经不能适应新形势的要求。本教材根据教育部电工学指导小组关于《电工技术》课程教学基本要求和《电子技术》课程教学基本要求，结合多年来，特别是近几年来实验教学实践编写而成。本书分为上、下两册：上册为电工技术部分，下册为电子技术部分。

本书是高等院校电类及非电类专业为加强《电路》、《电工技术基础》和《电子技术基础》等课程的理论学习而开设的技术基础实验课教材。该教材在传统的电工电子实验的基础上，充分利用计算机辅助设计等新技术手段，增加了大量 EDA 及 PLD 实验，顺应了现代电子技术发展的潮流。学生通过对电路、电机及控制、模拟电路与数字电路基本部分的计算机仿真和实际操作，可巩固和加深理论知识，提高分析问题、解决问题的能力，特别是独立进行科学实验的能力。

根据教学基本要求，本书实验内容包括：电路实验，电机及控制实验，模拟电路实验，数字电路实验，整流、稳压电路实验，常用仪器仪表使用练习以及 EDA 实验。在本书的编写中大量引入了电子技术 EDA 实验，为学生进行线路实验创造了有利的条件。

本书下册(电子技术部分)中的实验 1、3、4、6、8、10、16、17 由莫平负责改编，实验 2、5、9、11、12、13、14、15、33 由李雷负责编写，实验 18、19 由朱天跃负责改编，附录 4、5 由朱天跃负责编写，实验 23、24、25 由林波负责改编，附录 1、2 由林波负责编写，实验 20、21、22、26、27、28 由涂国强负责改编，实验 7、30、31 由徐雪梅负责编写，实验 29、32 及附录 3 由杨刚负责编写，雷勇负责全书审核和定稿工作。

四川大学电气信息学院蒲焕先、郭畅、黄仲平及其他教师和实验工作人员对本书的编写给予了关怀和支持，为本书提出了宝贵的意见和建议，在此向他们表示热忱的谢意。

由于编者能力有限，对电工、电子学实验工作的见解尚有不足，本书的实验项目及内容难免有不妥之处，恳请读者，特别是使用本书的教师和同学提出批评和改进意见，以便今后修订再版。

编 者
四川大学
2002.11

目 录

电子技术部分

实验须知	(3)
实验报告书写要点	(5)
实验 1 常用电子仪器的使用	(6)
实验 2 虚拟电子实验平台的使用	(8)
实验 3 单管电压放大电路	(12)
实验 4 两级阻容耦合放大电路	(16)
实验 5 虚拟场效应管放大电路	(20)
实验 6 功率放大电路	(24)
实验 7 OTL 互补对称功率放大电路	(28)
实验 8 差动放大电路	(35)
实验 9 虚拟负反馈放大电路	(39)
实验 10 集成运算放大器	(43)
实验 11 虚拟集成运放的参数测试	(50)
实验 12 虚拟集成运放基本运算电路	(56)
实验 13 虚拟有源高通、低通滤波电路	(62)
实验 14 虚拟有源带通、带阻滤波电路	(66)
实验 15 虚拟信号发生器电路	(69)
实验 16 整流、滤波和稳压电路	(72)
实验 17 单相全波可控整流电路	(76)
实验 18 集成 TTL 与非门电路	(80)
实验 19 组合逻辑电路	(84)
实验 20 虚拟译码器和编码器	(89)
实验 21 虚拟数值比较器	(94)
实验 22 虚拟半加器和全加器的逻辑功能验证	(97)
实验 23 集成触发器	(100)
实验 24 多谐振荡器及单稳态触发器	(105)
实验 25 计数、译码和显示电路	(109)
实验 26 虚拟同步、异步计数器	(115)
实验 27 555 定时器的功能及脉冲信号的产生与变换	(119)
实验 28 模数/数模转换器	(123)
实验 29 电流电压源电路	(127)
实验 30 串联稳压电路	(138)
实验 31 波形发生器电路	(141)

实验 32	调制解调电路	(150)
实验 33	用 PLD 设计三八译码器	(158)
附录 1	电子技术实验中的常用仪器仪表	(161)
附录 2	数字电路综合实验板	(179)
附录 3	MAX+PLUS II 操作说明	(183)
附录 4	NET 系列数字电子技术实验	(213)
附录 5	部分数字集成电路器件	(216)

电子技术部分

实验须知

电工技术及电子技术实验的目的,是使学生了解一些电气设备和元器件,理解一定的电工及电子线路,学会使用常用的电工仪器、仪表,掌握基本的电路测量方法和一般的安全用电知识。要求学生通过实际操作培养独立思考、独立分析和独立实验的能力。为使实验正确、顺利地进行,保证设备、仪器、仪表和人身的安全,在做电工技术及电子技术实验时须知如下。

一、实验预习

实验前必须认真进行预习,弄清每次实验目的、内容、线路与设备、仪器仪表、测量和记录项目等等,做到心中有数,减少盲目性,提高实验效率。

二、电源

1. 实验桌上设有三相交流电源开关和直流电源开关,由实验室统一供电。在做实验前,应弄清各输出端点间的电压数值。
2. 实验桌上配有直流稳压电源,在接入线路之前应调节好输出电压数值,使其符合实验线路要求。特别是在电子线路中,严禁将超过规定电压数值的电源接入线路运行。
3. 在进行线路的接线、改线或拆线以前,必须断开电源开关,严禁带电操作,避免在接线或拆线过程中,造成电源设备或部分线路短路而损坏设备或线路及元器件。

三、实验线路

1. 认真熟悉实验线路原理图,能识图并能按图连接好实验线路。
2. 实验线路接线要准确、可靠和有条理,接线柱要拧紧,插头与线路中的插孔的结合要插紧,以免因接触不良引起部分线路断开。
3. 线路中不要结活动裸接头,线头过长的铜丝应剪去,以免操作不慎或因偶然原因触电,或使线路短路造成意想不到的损失。
4. 线路接好后,应先由同学相互检查,然后请实验指导教师检查同意后,才能接通电源开关进行实验。

四、仪器仪表

1. 认真掌握每次实验所用仪器仪表的使用方法、放置方式(水平或垂直),弄清仪表的型号、规格和精度等级等。

2. 仪器仪表与实验线路板(或设备)的位置配合应合理布置,使实验操作和测量方便。

3. 仪器仪表上的旋钮设有起止位置,在旋转旋钮时用力要适度,旋钮到头时严禁强制用力,以免损坏旋钮内部的轴及其连接部分,影响实验进行。

4. 测试前应根据估算的物理量数值先选择好仪表的量限,然后将仪表接入线路测试点。对于指示仪表,应弄清所选量限的刻度数值,被测量值通常应处在仪表量限的一半以上,按顺指针方向读数,减少读数误差。

5. 实验用的仪表一般应在实验线路稳定运行后接入线路测试,同时观察指针偏转情况。如超过量限时,应立即取出。特别指出,对于电流表,应严禁先接入线路后再合电源开关,以免闭合开关时瞬时的冲激电流使指针打弯或打断。

6. 选用仪表的内阻与被测元件(或电路的电阻)的配合要恰当,测试方法要合适,减少测试误差。

五、对实验中异常现象的处理

在实验过程中,如发现异常火花、异声、异味、冒烟、过热等现象,应立刻断开电源开关断电,保持现场,并请指导教师一起检查原因。

六、实验结束整理

1. 实验完成后,应将实验记录交指导教师检查认可后,方可拆线。

2. 实验结束,应先断开电源开关,然后才能拆线。

3. 实验结束,应把桌上的仪器仪表和实验线路板摆放整齐,连接导线应收拾干净,放入实验桌抽屉内。

实验报告书写要点

实验报告是实验的总结,它应用理论来分析实验数据、实验波形和实验现象,从中得出有价值的结论。每个学生都应在实验完成后及时写出分析中肯、结论简洁、字迹工整的实验报告。这不仅能深化理论学习的内容,而且更能培养正确总结实验工作和进行科学实验的能力。

实验报告书写要点如下:

1. 题目、系别、班号、实验人、同组人、日期;
2. 实验目的;
3. 仪器仪表目录,包括仪器设备的型号和规格;
4. 实验线路;
5. 实验内容及其步骤;
6. 实验分析。

(1)实验所需的数据表格、数字计算、曲线图等。

(2)实验数据处理、实验结果分析、收获体会。

(3)实验中的实验报告分析提示,仅供学生实验分析时参考,应不拘泥于所提出的项目。

7. 实验结论。

实验结论应包括对实验分析的概括或指出实验题目的研究方向。

实验 1 常用电子仪器的使用

一、实验目的

1. 掌握直流稳压电源和函数发生器的使用方法。
2. 练习正确使用数字万用表。
3. 初步了解双踪示波器的使用方法。(详细说明见附录)

二、实验设备

第一套仪器:

1. JWY-30 型直流稳压电源 1 台。
2. HG1630A 型函数发生器 1 台。
3. 8842A 型数字万用表 1 只。
4. COS5021 型双踪示波器 1 台(仪器使用方法见附录 1)。

第二套仪器:

1. HY1711-35(0~30V, 0~3A)双路可跟踪直流稳压电源 1 台。
2. 函数发生器(AFG310)1 台。
3. 数字万用表(FLUKE45)1 只。
4. 双踪示波器(TDS210)1 台。

三、实验线路板

在电子技术中,常用仪器仪表的使用方法以及有关注意事项除应遵照附录 1 执行外,就电子仪器的共同特点,将其在使用中应注意的共同问题分别叙述如下:

1. 要使电子仪器能够工作,一般需用 220V 交流电源供电。
2. 电子仪器从开机到能正常工作,一般需要(3~5)min 的预热时间。
3. 应根据测量的要求,恰当选用测量仪器仪表,才能达到准确的测量结果。例如在调整和测试放大器的静态工作点时,应使用数字万用表直流电压档来测试;而交流放大器的输入、输出电压,只能用数字万用表交流电压档来测试。
4. 测试过程应尽量避免工频干扰,因此电子仪器的接地端钮应与电子线路的地线端连接。
5. 电子仪器的波段开关、调节旋钮等,其强度都有一定限度,转动角也有一定范围,使用时绝不可强行硬旋,以免损坏仪器。

四、实验内容

常用仪器的正确使用,是做好电子线路实验、避免事故发生的重要保证。下面对常用仪器量程的选择和面板旋钮的作用进行操作练习。

1.HY1711-35 直流稳压电源和 FLUKE45 型数字万用表直流电压档使用操作练习。

以稳压电源上的显示为准,将稳压电源调至表 1-1 所需电压值,再选用数字万用表直流电压档,测其输出电压,并按表 1-1 的要求将数值填入表中。

表 1-1

电子线路要求的电压值	直流稳压电源直调值		数字万用表实测值
3V			
10V			
16V			
25V			

2. 对 AFG310 型函数发生器、FLUKE45 型数字万用表交流电压档和双踪示波器的使用操作练习。

选择函数发生器的输出为正弦波输出,用数字万用表交流电压档进行测量,且按表1-2内所列电压和频率值调节函数发生器。然后用示波器观察其波形,并绘入表 1-2 中。

表 1-2

函数发生器输出		FLUKE45 万用表 实测	示波器波形图
频率	电压		
400Hz	5V		
10kHz	3V		
1kHz	100mV		

3. 将函数发生器频率调到 1000Hz,电压大小可设为任何值。用示波器观察其方波、三角波、锯齿波的波形。

五、实验报告分析提示

1. 对于用数字万用表的交流电压档测量时,将会带来什么结果?
2. 函数发生器正弦输出电压,能否用数字万用表的直流电压档去测量? 其结果如何?

实验 2 虚拟电子实验平台的使用

一、实验目的

1. 熟悉 Electronics Workbench Multisim 软件中元器件及各种仪器、仪表的所在位置,掌握应用 Electronics Workbench Multisim 软件绘制仿真电路图的方法。
2. 掌握虚拟函数发生器、虚拟数字万用表、虚拟示波器、虚拟电压源等仪器的使用方法。
3. 掌握利用 Electronics Workbench Multisim 软件进行电路仿真的方法。
4. 初步了解如何利用 Electronics Workbench Multisim 软件进行电路设计,并对设计的电路进行调试。
5. 掌握 Electronics Workbench Multisim 软件各种参数的调置方法。

二、实验设备及条件

1. 实验设备及软件。
 - (1)操作系统为 Windows 95/98/ME 的计算机 1 台。
 - (2)Electronics Workbench Multisim 电子线路仿真软件。
2. 虚拟仪器设备。
 - (1)虚拟直流稳压电源——DC - VOLTAGE - SOURCE。
 - (2)虚拟函数发生器——FUNCTION GENERATOR。
 - (3)虚拟数字万用表——MULTIMETER。
 - (4)虚拟数字电压表——VOLTMETER。
 - (5)虚拟示波器——OSCILLOSCOPE。

三、实验内容及步骤

1. 选择开始 → 程序 → Multisim 2001 → Multisim 2001 启动 Electronics Workbench Multisim 软件仿真系统。

2. 用鼠标单击工作区左方元器件箱中的基本元件库图标  (Basic), 然后在弹出元件箱中单击实际电阻符号  (RESISTOR), 在弹出的 Component Browser 窗口的 Component Name List 选框中, 选择 9.1Ω, 点击 OK, 然后将电阻移至工作窗口内, 再点击鼠标左键, 可在工作区内放置电阻。用鼠标双击该电阻, 在 Label 栏输入电阻标号 R₁。

3. 按以上方法从元器件箱中取出一个虚拟电阻  (RESISTOR-VIRTUAL), 用鼠标双击该电阻, 在 Label 栏输入电阻标号 R_2 , 在 Value 栏中输入电阻值 4.8Ω 。

4. 用鼠标单击选中电阻 R_1 , 点击鼠标右键并从弹出的菜单中选择 90 Clockwise 或按 Ctrl + R 键将电阻顺时针旋转 90° 。

5. 按以下方法将 R_1 和 R_2 串接起来, 如图 2-1 所示, 将鼠标移至电阻 R_1 的下方管脚处, 点击鼠标左键, 再将鼠标移至电阻 R_2 的左方管脚处, 再次点击鼠标左键, 连线完成。



图 2-1

6. 点击选中 R_1 和 R_2 之间的连线, 按 Delete 键或单击鼠标右键, 并从弹出的菜单中选择 Delete, 然后按相同方法删除 R_1 与 R_2 。

7. 从元器件箱中单击晶体管符号  (Transistors), 然后从弹出元件箱中选取 NPN 型三极管 BJT-NPN, 在弹出的 Component Browser 窗口的 Component Name List 选框中选择 2N2222A, 点击 OK, 然后将三极管移至工作窗口内, 点击鼠标左键在工作区内放置该三极管。在该三极管上单击鼠标右键, 并从弹出的菜单中选择 90 CounterCW 或按 Shift + Ctrl + R 键将三极管逆时针旋转 90° 。

8. 将直流电压源(DC Voltage Source (Battery))、直流电流源(DC Current Source)、交流电压源(AC Voltage Source)、交流电流源(AC Current Source)、电压表(Voltmeter)、电流表(Ammeter)拖入工作区(如图 2-2 所示)。依次双击各元件, 学会参数设置方法。

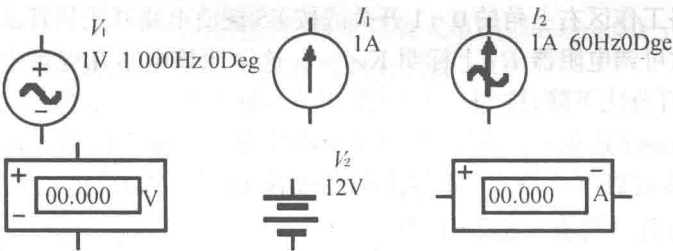


图 2-2

9. 将数字万用表(Multimeter)、函数发生器(Function Generator)、示波器(Oscilloscope)、波特图仪(Bode Plotter)与功率表(Wattmeter)依次拖入工作区中, 如图 2-3 所示, 熟悉各仪器的使用方法与连线方式。

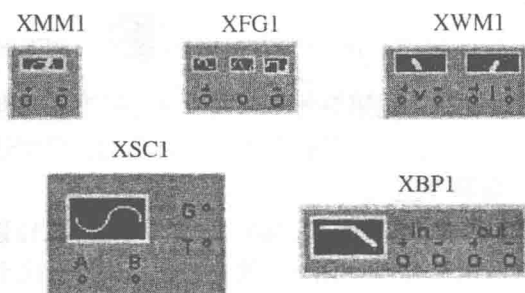


图 2-3

10. 绘制如图 2-4 所示的分压式单管放大电路。

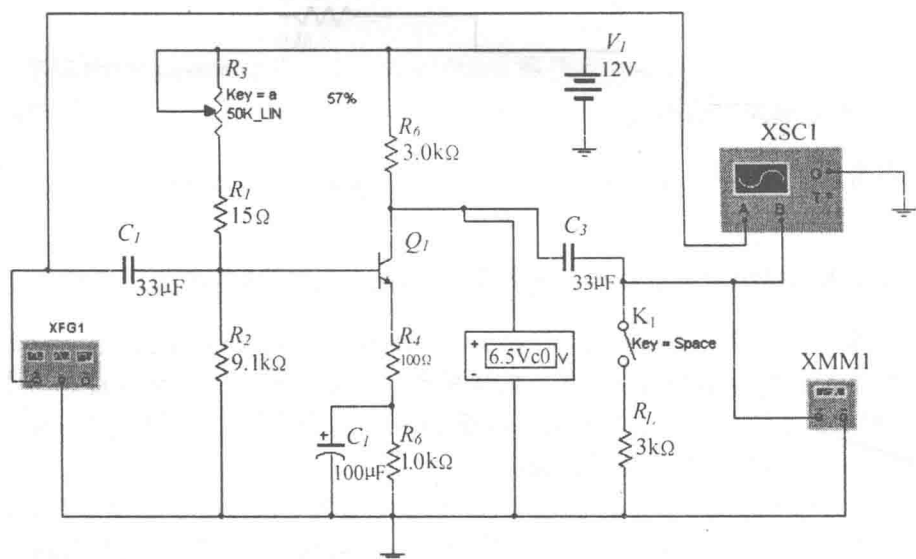


图 2-4

11. 点击电路工作区右上角的 0-1 开关或按 F5 键使电路开始仿真运行。

12. 注意此时可调电阻器 R_3 上标明 Key = a, 这说明该电阻在键盘上的控制键是 A 键(按 A 键, 阻值百分比下降; 按 Shift + A 键, 阻值百分比上升; 调节增减幅度可以通过改变属性中的 Increment 选项来完成)。调节可调电阻器 R_3 , 使直流电压表 V_{CQ} 的读数为 6.5V 左右, 然后移动数字电压表, 分别读出三极管 Q_1 的 C、B、E 三点的工作点电压 V_{CQ} 、 V_{BQ} 、 V_{EQ} , 将其分别填入表 2-1 中。

表 2-1

V_{CQ}	V_{BQ}	V_{EQ}

13. 点击电路工作区右上角的 0-1 开关或按 F5 键, 使电路停止运行。

14. 将鼠标箭头移到与示波器 XSC1 A 端相连的输入信号线上, 单击鼠标右键, 从弹出菜单中选择 Color Segment, 然后在出现的颜色选框中选择颜色(如红色), 点击确定键;

- 再重复这一步骤,不选择 Color Segment,而选择 Color,观察两者有什么不同。
15. 按上一步骤将与示波器 B 端相连的输出信号线设置为蓝色。
16. 双击函数发生器 XFG1,设置输出信号为 100mV,1kHz 的正弦波,其余参数不变。
17. 点击窗口右上方的 0-1 开关或按 F5 键运行,然后双击示波器,观察电路输入输出信号波形,并将其绘入表 2-2 中,注意示波器中波形颜色与连线颜色的关系。

表 2-2

输入波形	输出波形

18. 双击数字万用表 XMM1,在出现的万用表视窗中将万用表设为交流电压测试状态,读出输出电压值,填入表 2-3 中;再按下空格键(Space 键)断开开关 K_1 ,再次从万用表中读出输出电压值,填入表 2-3 中。

表 2-3

$R_L = 3k\Omega(K_1 \text{ 闭合})$	$R_L = \infty(K_1 \text{ 断开})$

19. 选择 File → Save 或点击  键,将单管放大电路以 Example1.msm 文件名存盘,并退出 Electronics Workbench Multisim 电路仿真系统。

四、实验报告要求

1. 如何设置函数发生器使输入信号频率为 1kHz,幅度为 100mV?
2. 常用元器件的参数及型号如何调整?
3. 如何增大或减小可调电位器的阻值?
4. 线路连接时应注意哪些问题?
5. 如何调节示波器的扫描频率、量程等参数?
6. 在连线颜色设置中 Color Segment 与 Color 有何不同?