

应用型本科电子信息类规划教材

胡奕涛 主 编

汪庆年 洪 弘 彭永供 副主编

电子技术实践教程

DIANZI JISHU SHIJIAN JIAOCHENG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

应用型本科电子信息类规划教材

电子技术实践教程

胡奕涛 主 编

汪庆年 洪 弘 彭永供 副主编

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书根据普通高校《电子技术》的实验课程大纲要求编写,对传统的《电子技术》实验内容和体系进行了相应的改革,形成基础性实验、综合性实验、设计性实验和工艺实训相结合的新型实验体系。本书分为4章,第1章模拟电子技术实验;第2章数字电子技术实验;第3章综合设计性实验;第4章电子工艺实训。为使读者对电子技术实验有一个整体的认识,本书增加附录1,万用表使用入门;附录2,数字存储示波器原理及使用方法;附录3,实验用芯片引脚排列图。

本书可作为理工科院校本科、专科生模拟和数字电子技术的单课实验指导教材和电子线路的综合实验的教材。同时也可作为电子工艺实习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实践教程/胡奕涛主编. —北京:北京邮电大学出版社,2007
ISBN 978-7-5635-1419-9

I. 电… II. 胡… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 093359 号

书 名: 电子技术实践教程
作 者: 胡奕涛
责任编辑: 崔 珞
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编: 100876)
北方营销中心: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
南方营销中心: 电话: 010-62282902 传真: 010-62282735
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京源海印刷有限责任公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 14.75
字 数: 355 千字
印 数: 1—3 000 册
版 次: 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1419-9

定价: 22.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 •

应用型本科电子信息类规划教材编委会

主 任:乐光新

副主任:(按姓氏笔画排列)

冯 林 吕 翊 胡建萍 唐志宏 曹雪虹 雷章富

成 员:(按姓氏笔画排列)

马云辉 刘大健 孙锦涛 张春先 李冠群

罗仁哲 郭世满 顾宝良 莫德举 雷 霖

前 言

电子技术是高等工科院校实践性很强的技术基础课程,为了培养高素质的专业技术人才,在理论教学的同时,必须十分重视和加强实践性教学环节。如何在实践教学过程中培养学生的实验能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力、创新思维能力和理论联系实际的能力,是高等工科院校着力探索与实践的重大课题。

本书是为高等学校自控类、电子类和其他相近专业而编写的实验和工艺实习教材。在编写的过程中参照国家教委 1993 年批准的《高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求》和 1995 年批准的《高等工程专科电子技术基础课程教学基本要求》及教育部《普通高等教育“十五”国家规划教材》的立项要求并结合现有的实验设备条件编写的。本书除验证性实验外,还包括综合设计性实验、电子工艺实习等。在实验安排上既考虑了与理论教学保持同步,又考虑了培养学生能力的循序渐进的过程。本教材是在南昌大学信息工程学院电工电子教学实验中心的教师们多年实验课教学经验的基础上组织编写的。参加编写的老师包括彭永供(第 1 章部分)、杨若波(第 1 章部分)、洪弘(第 2 章)、何俊(第 2 章 2.7)、汪庆年(第 3 章)、胡奕涛(第 4 章、附录 2)、涂志军(附录 1)、聂建清(附录 3)、张福阳、邹道胜、吴黎晖、康耀明、江媛、黄涛、张西碧、陈昌荣等。钟储智教授、王莲英教授参加本书的审查,特此表示感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有错误之处,诚恳地希望使用本教材的师生给予批评和建议,以利于我们不断修正。

编 者

目 录

第 1 章 模拟电子技术实验

1.1 常用电子仪器的使用	1
1.1.1 实验目的	1
1.1.2 实验原理	1
1.1.3 实验设备与器件	3
1.1.4 实验内容	3
1.1.5 实验总结	5
1.1.6 预习要求	6
1.2 晶体管共射极单管放大器	6
1.2.1 实验目的	6
1.2.2 实验原理	6
1.2.3 实验设备与器件	10
1.2.4 实验内容	11
1.2.5 实验总结	13
1.2.6 预习要求	14
1.3 射极跟随器	14
1.3.1 实验目的	14
1.3.2 实验原理	14
1.3.3 实验设备与器件	17
1.3.4 实验内容	17
1.3.5 预习要求	19
1.3.6 实验报告	19
1.4 负反馈放大器	19
1.4.1 实验目的	19
1.4.2 实验原理	19
1.4.3 实验设备与器件	21
1.4.4 实验内容	21
1.4.5 实验总结	22

1.4.6	预习要求	23
1.5	差动放大器	23
1.5.1	实验目的	23
1.5.2	实验原理	23
1.5.3	实验设备与器件	25
1.5.4	实验内容	25
1.5.5	实验总结	27
1.5.6	预习要求	27
1.6	集成运算放大器的基本应用	27
1.6.1	实验目的	27
1.6.2	实验原理	27
1.6.3	实验设备与器件	30
1.6.4	实验内容	30
1.6.5	实验总结	32
1.6.6	预习要求	32
1.7	有源滤波器	33
1.7.1	实验目的	33
1.7.2	实验原理	33
1.7.3	实验设备与器件	36
1.7.4	实验内容	37
1.7.5	实验总结	38
1.7.6	预习要求	38
1.8	电压比较器	38
1.8.1	实验目的	38
1.8.2	实验原理	38
1.8.3	实验设备与器件	41
1.8.4	实验内容	41
1.8.5	实验总结	42
1.8.6	预习要求	42
1.9	RC 正弦波振荡器	42
1.9.1	实验目的	42
1.9.2	实验原理	43
1.9.3	实验设备与器件	44
1.9.4	实验内容	44
1.9.5	实验总结	46
1.9.6	预习要求	46
1.10	波形发生器	47
1.10.1	实验目的	47

1.10.2	实验原理	47
1.10.3	实验设备与器件	50
1.10.4	实验内容	50
1.10.5	实验总结	51
1.10.6	预习要求	51
1.11	OTL 功率放大器	52
1.11.1	实验目的	52
1.11.2	实验原理	52
1.11.3	实验设备与器件	53
1.11.4	实验内容	54
1.11.5	实验总结	56
1.11.6	预习要求	56
1.12	集成功率放大器	56
1.12.1	实验目的	56
1.12.2	实验原理	56
1.12.3	实验设备与器件	59
1.12.4	实验内容	59
1.12.5	实验总结	60
1.12.6	预习要求	60
1.13	集成稳压器	60
1.13.1	实验目的	60
1.13.2	实验原理	60
1.13.3	实验设备与器件	63
1.13.4	实验内容	63
1.13.5	实验总结	64
1.13.6	预习要求	65
1.14	晶闸管可控整流电路	65
1.14.1	实验目的	65
1.14.2	实验原理	65
1.14.3	实验设备与器件	66
1.14.4	实验内容	67
1.14.5	实验总结	68
1.14.6	预习要求	69
 第 2 章 数字电子技术实验		
2.1	集成 TTL 与非门参数测试	70
2.1.1	实验目的	70
2.1.2	实验原理	70

2.1.3	实验设备与器件	73
2.1.4	实验内容	74
2.1.5	实验报告	75
2.1.6	集成电路芯片简介	75
2.1.7	TTL 集成电路使用规则	75
2.2	组合逻辑电路的分析与设计	76
2.2.1	实验目的	76
2.2.2	实验原理	76
2.2.3	实验设备与器件	77
2.2.4	实验内容	78
2.2.5	预习要求	78
2.2.6	实验报告	78
2.3	一个十字交叉路口的红绿灯控制电路	78
2.3.1	实验目的	78
2.3.2	实验原理	79
2.3.3	实验设备与器件	80
2.3.4	实验内容	80
2.3.5	预习要求	81
2.3.6	实验报告	82
2.4	译码器及其应用	82
2.4.1	实验目的	82
2.4.2	实验原理	82
2.4.3	实验设备与器件	87
2.4.4	实验内容	87
2.4.5	预习要求	88
2.4.6	实验报告	88
2.5	选择器及函数发生器	88
2.5.1	实验目的	88
2.5.2	实验原理	88
2.5.3	实验设备与器件	92
2.5.4	实验内容	93
2.5.5	预习要求	94
2.5.6	实验报告	94
2.6	集成触发器功能测试及应用	94
2.6.1	实验目的	94
2.6.2	实验原理	94
2.6.3	实验设备与器件	99
2.6.4	实验内容	99

2.6.5 预习要求	101
2.6.6 实验报告	101
2.7 同步模 4 可逆计数器的设计	101
2.7.1 实验目的	101
2.7.2 实验原理	101
2.7.3 实验设备与器件	102
2.7.4 实验内容	102
2.7.5 预习要求	104
2.7.6 实验报告	104
2.8 序列信号发生器	104
2.8.1 实验目的	104
2.8.2 实验原理	104
2.8.3 实验设备与器件	108
2.8.4 实验内容	108
2.8.5 预习要求	108
2.8.6 实验报告	108
2.9 计数、译码、显示	108
2.9.1 实验目的	108
2.9.2 实验原理	108
2.9.3 实验设备与器件	112
2.9.4 实验内容	112
2.9.5 预习要求	113
2.9.6 实验报告	113
2.10 序列检测器	113
2.10.1 实验目的	113
2.10.2 实验原理	114
2.10.3 实验设备与器件	114
2.10.4 实验任务	115
2.10.5 预习要求	115
2.10.6 实验报告	115
2.11 使用门电路产生脉冲信号	115
2.11.1 实验目的	115
2.11.2 实验原理	116
2.11.3 实验设备与器件	117
2.11.4 实验内容	117
2.11.5 预习要求	118
2.11.6 实验报告	118
2.12 使用 555 时基电路设计多谐振荡器	118

- 2.12.1 实验目的 118
- 2.12.2 实验原理 118
- 2.12.3 实验设备与器件 122
- 2.12.4 实验内容 123
- 2.12.5 预习要求 124
- 2.12.6 实验报告 124
- 2.13 D/A、A/D 转换器 124
 - 2.13.1 实验目的 124
 - 2.13.2 实验原理 124
 - 2.13.3 实验设备与器件 127
 - 2.13.4 实验内容 128
 - 2.13.5 预习要求 129
 - 2.13.6 实验报告 130

第3章 综合设计性实验

- 3.1 温度监测及控制电路 131
 - 3.1.1 实验目的 131
 - 3.1.2 实验原理 131
 - 3.1.3 实验设备与器件 133
 - 3.1.4 实验内容 133
 - 3.1.5 实验总结 136
 - 3.1.6 预习要求 136
- 3.2 万用电表的设计与调试 136
 - 3.2.1 实验目的 136
 - 3.2.2 设计要求 137
 - 3.2.3 万用电表工作原理及参考电路 137
 - 3.2.4 电路设计 140
 - 3.2.5 实验设备与器件 141
 - 3.2.6 注意事项 141
 - 3.2.7 实验报告 141
- 3.3 智力竞赛抢答装置 141
 - 3.3.1 实验目的 141
 - 3.3.2 实验原理 142
 - 3.3.3 实验设备与器件 142
 - 3.3.4 实验内容 143
 - 3.3.5 预习要求 143
 - 3.3.6 实验报告 143
- 3.4 电子秒表 143

3.4.1 实验目的	143
3.4.2 实验原理	144
3.4.3 实验设备与器件	148
3.4.4 实验内容	148
3.4.5 预习要求	148
3.4.6 实验报告	149
3.5 随机存取存储器	149
3.5.1 实验目的	149
3.5.2 实验原理	149
3.5.3 实验设备与器件	154
3.5.4 实验内容	157
3.5.5 预习要求	158
3.5.6 实验报告	158
 第 4 章 电子工艺实训	
4.1 常用元器件的识别与测量	159
4.1.1 电 阻 器	159
4.1.2 电 位 器	163
4.1.3 电 容 器	164
4.1.4 电 感 器	167
4.1.5 晶体二极管	168
4.1.6 晶体三极管	171
4.2 焊接技术	174
4.2.1 焊接工具和焊接材料	174
4.2.2 锡焊机理与条件	178
4.2.3 手工焊接技术	180
4.3 实习产品(ZX620 收音机的原理简介)	183
 附录 1 万用电表使用入门	 187
 附录 2 数字存储示波器原理及使用方法	 191
 附录 3 实验芯片引脚排列图	 219



第 1 章

模拟电子技术实验

1.1 常用电子仪器的使用

1.1.1 实验目的

1. 学习电子电路实验中常用的电子仪器:示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表、频率计等的主要技术指标、性能及正确使用方法。
2. 初步掌握用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。

1.1.2 实验原理

在模拟电子电路实验中,经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表及频率计等。它们和万用电表一起,可以完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

实验中要对各种电子仪器进行综合使用,可按照信号流向,以连线简捷,调节顺手,观察与读数方便等原则进行合理布局,各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1-1 所示。接线时应注意,为防止外界干扰,各仪器的共公接地端应连接在一起,称为共地。信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线,示波器接线使用专用电缆线,直流电源的接线用普通导线。

1. 示波器

示波器是一种用途很广的电子测量仪器,它既能直接显示电信号的波形,又能对电信号进行各种参数的测量。现着重指出下列几点:

- (1) 寻找扫描光迹

将示波器 Y 轴显示方式置“Y₁”或“Y₂”,输入耦合方式置“GND”,开机预热后,若在显示

屏上不出现光点和扫描基线,可按下列操作去找到扫描线:

- ① 适当调节亮度旋钮。
- ② 触发方式开关置“自动”。
- ③ 适当调节垂直($\updownarrow$)、水平($\rightleftharpoons$)“位移”旋钮,使扫描光迹位于屏幕中央(若示波器设有“寻迹”按键,可按下“寻迹”按键,判断光迹偏移基线的方向)。

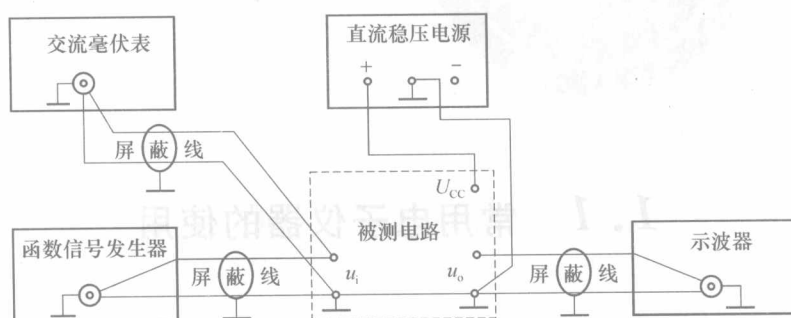


图 1-1 模拟电子电路中常用电子仪器布局图

(2) 双踪示波器一般有 5 种显示方式,即“ Y_1 ”、“ Y_2 ”、“ Y_1+Y_2 ”3 种单踪显示方式和“交替”、“断续”两种双踪显示方式。“交替”显示一般适宜输入信号频率较高时使用。“断续”显示一般适宜输入信号频率较低时使用。

(3) 为了显示稳定的被测信号波形,“触发源选择”开关一般选为“内”触发,使扫描触发信号取自示波器内部的 Y 通道。

(4) 触发方式开关通常先置于“自动”调出波形后,若被显示的波形不稳定,可置触发方式开关于“常态”,通过调节“触发电平”旋钮找到合适的触发电压,使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。

有时,由于选择了较慢的扫描速率,显示屏上将会出现闪烁的光迹,但被测信号的波形不在 X 轴方向左右移动,这样的现象仍属于稳定显示。

(5) 适当调节“扫描速率”开关及“Y 轴灵敏度”开关,使屏幕上显示 1~2 个周期的被测信号波形。在测量幅值时,应注意将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底。在测量周期时,应注意将“X 轴扫速微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底。

根据被测波形在屏幕坐标刻度上垂直方向所占的格数(div)与“Y 轴灵敏度”开关指示值(V/div)的乘积,即可算得信号幅值的实测值。

根据被测信号波形一个周期在屏幕坐标刻度水平方向所占的格数(div)与“扫速”开关指示值(t/div)的乘积,即可算得信号频率的实测值。

2. 函数信号发生器

函数信号发生器按需要输出正弦波、方波、三角波 3 种信号波形。输出电压最大可达 20 V_{opp}。通过输出衰减开关和输出幅度调节旋钮,可使输出电压在毫伏级到伏级范围内连续调节。函数信号发生器的输出信号频率可以通过频率分挡开关进行调节。

函数信号发生器作为信号源,它的输出端不允许短路。

3. 交流毫伏表

交流毫伏表只能在其工作频率范围之内用来测量正弦交流电压的有效值。为了防止过载而损坏,测量前一般先把量程开关置于量程较大位置上,然后在测量中逐挡减小量程。

1.1.3 实验设备与器件

- 1. 函数信号发生器;
- 2. 双踪示波器;
- 3. 交流毫伏表。

1.1.4 实验内容

1. 用机内校正信号对示波器进行自检

(1) 扫描基线调节

将示波器的显示方式开关置于“单踪”显示(Y_1 或 Y_2),输入耦合方式开关置“GND”,触发方式开关置于“自动”。开启电源开关后,调节“辉度”、“聚焦”、“辅助聚焦”等旋钮,使荧光屏上显示一条细而且亮度适中的扫描基线。然后调节“X 轴位移”(↔)和“Y 轴位移”(↑↓)旋钮,使扫描线位于屏幕中央,并且能上下左右移动自如。

(2) 测试“校正信号”波形的幅度、频率

将示波器的“校正信号”通过专用电缆线引入选定的 Y 通道(Y_1 或 Y_2),将 Y 轴输入耦合方式开关置于“AC”或“DC”,触发源选择开关置“内”,内触发源选择开关置“ Y_1 ”或“ Y_2 ”。调节 X 轴“扫描速率”开关和 Y 轴“输入灵敏度”开关,使示波器显示屏上显示出一个或数个周期稳定的方波波形。

1) 校准“校正信号”幅度

将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置“校准”位置,“Y 轴灵敏度”开关置适当位置,读取校正信号幅度,记入表 1-1。

表 1-1 实验记录表

分 类	标 准 值	实 测 值
幅度 U_{opp}/V		
频率 f/kHz		
上升沿时间 $t/\mu s$		
下降沿时间 $t/\mu s$		

注:不同型号示波器标准值有所不同,请按所使用示波器将标准值填入表格中。

2) 校准“校正信号”频率

将“扫速微调”旋钮置“校准”位置,“扫速”开关置适当位置,读取校正信号周期,记入表 1-1。

3) 测量“校正信号”的上升时间和下降时间

调节“Y 轴灵敏度”开关及微调旋钮,并移动波形,使方波波形在垂直方向上正好占据中心轴上,且上下对称,便于阅读。通过扫速开关逐级提高扫描速度,使波形在 X 轴方向扩展(必要时可以利用“扫速扩展”开关将波形再扩展 10 倍),并同时调节触发电平旋钮,从显示屏上清楚地读出上升时间和下降时间,记入表 1-1。

2. 用示波器和交流毫伏表测量信号参数

调节函数信号发生器有关旋钮,使输出频率分别为 100 Hz、1 kHz、10 kHz、100 kHz,有效值均为 1 V(交流毫伏表测量值)的正弦波信号。

改变示波器“扫速”开关及“Y 轴灵敏度”开关等位置,测量信号源输出电压频率及峰-峰值,记入表 1-2。

表 1-2 实验记录表

信号电压频率	示波器测量值		信号电压 毫伏表读数/V	示波器测量值	
	周期/ms	频率/Hz		峰-峰值/V	有效值/V
100 Hz					
1 kHz					
10 kHz					
100 kHz					

3. 测量两波形间相位差

(1) 观察双踪显示波形“交替”与“断续”两种显示方式的特点

Y_1 、 Y_2 均不加输入信号,输入耦合方式置“GND”,扫速开关置扫速较低挡位(如 0.5 s/div 挡)和扫速较高挡位(如 5 μ s/div 挡),把显示方式开关分别置“交替”和“断续”位置,观察两条扫描基线的显示特点并记录下来。

(2) 用双踪显示测量两波形间相位差

1) 按图 1-2 连接实验电路,将函数信号发生器的输出电压调至频率为 1 kHz,幅值为 2 V 的正弦波,经 RC 移相网络获得频率相同但相位不同的两路信号 u_i 和 u_R ,分别加到双踪示波器的 Y_1 和 Y_2 输入端。

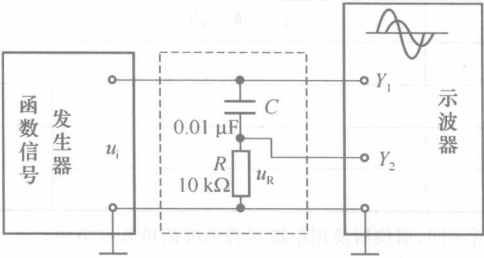


图 1-2 两波形间相位差测量电路

为便于稳定波形,比较两波形相位差,应使内触发信号取自被设定作为测量基准的一路信号。

2) 把显示方式开关置“交替”挡位,将 Y_1 和 Y_2 输入耦合方式开关置“ $\perp$ ”挡位,调节 Y_1 、 Y_2 的($\uparrow$)移位旋钮,使两条扫描基线重合。

3) 将 Y_1 、 Y_2 输入耦合方式开关置“AC”挡位,调节触发电平,扫速开关及 Y_1 、 Y_2 灵敏度开关位置,使在荧屏上显示出易于观察的两个相位不同的正弦波形 u_i 和 u_R ,如图 1-3 所示。根据两波形在水平方向差距 X 及信号周期 X_T ,可求得两波形相位差。

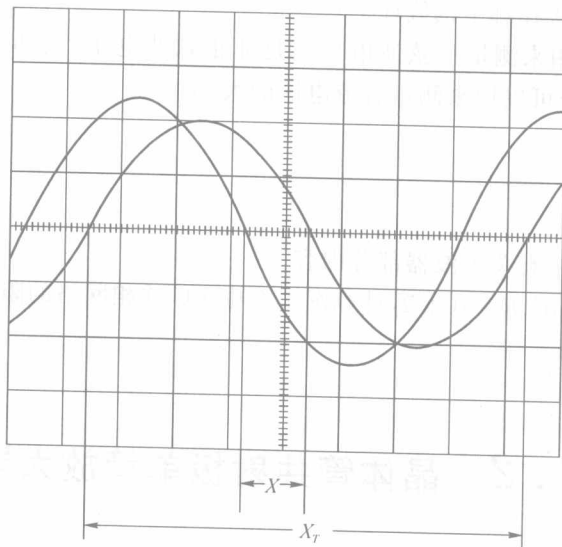


图 1-3 双踪示波器显示两相位不同的正弦波

$$\theta = \frac{X(\text{div})}{X_T(\text{div})} \times 360^\circ$$

式中, X_T ——1 周期所占格数; X ——两波形在 X 轴方向差距格数。

记录两波形相位差于表 1-3。

表 1-3 实验记录表

1 周期格数	两波形 X 轴差距格数	相 位 差	
		实 测 值	计 算 值
$X_T =$	$X =$	$\theta =$	$\theta =$

为读数和计算方便,可适当调节扫速开关及微调旋钮,使波形 1 周期占整数格。

1.1.5 实验总结

1. 整理实验数据,并进行分析。

2. 问题讨论。

(1) 如何操纵示波器有关旋钮,以便从示波器显示屏上观察到稳定、清晰的波形?