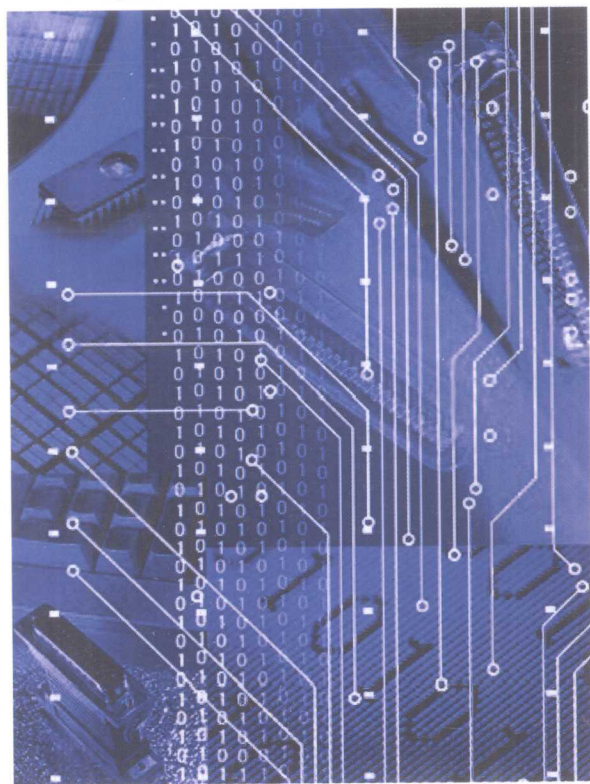


电子技术实验、实训 及课程设计

- ◆ 常用电子仪器的使用
- ◆ 放大电路实验
- ◆ 乘法器实验
- ◆ 集成运放电路实验
- ◆ 电源电路实验
- ◆ 门电路实验
- ◆ 触发器电路实验
- ◆ 时序电路实验
- ◆ 组合逻辑电路实验
- ◆ 电子技术实训
- ◆ 电子技术课程设计



立南 张明 刘洋 吴琼 编著

高等学校计算机应用规划教材

电子技术实验、实训及课程设计

范立南 张明 刘洋 吴琼 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

电子技术是一门技术性和实践性都很强的课程,本书依托“模拟电子技术”和“数字电子技术”两门课程,对电子技术的实验、实训及课程设计进行了阐述。全书共分4篇,总计10章。第1篇和第2篇分别介绍了模拟电子技术和数字电子技术实验的内容,分别包括4章的内容,分基础性实验、提高性实验、应用性实验、综合性与设计性实验;第3篇介绍了电子技术实训的内容;第4篇介绍了电子技术课程设计的内容。

本书可作为高等院校电气信息类专业(含自动化、电气工程、电子信息工程、电子信息科学与技术、生物医学工程、通信、计算机、测控技术等)及相关专业的本科实验教材,还可作为高职高专院校电子、电气、信息类及相关专业的实验教材,也可供从事电子技术研究和开发的工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验、实训及课程设计/范立南等 编著. —北京:清华大学出版社,2011.11

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-26803-1

I. 电… II. 范… III. 电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 178966 号

责任编辑:王 军

装帧设计:孔祥丰

责任校对:蔡 娟

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.5 字 数:473 千字

版 次:2011 年 11 月第 1 版 印 次:2011 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 元

产品编号:042944-01

前 言

电子技术实验、实训及课程设计是电子信息类及电子类相关专业课程理论与实践相结合的一个重要纽带和桥梁,是对已学电子技术基础知识的综合性训练,对学生掌握基本理论、运用基本知识、训练基本技能,达到应用型教育培养目标要求有着十分重要的意义和作用。这种训练是通过学生独立进行实验、实训,及应用型电路的设计、安装和调试来完成的,着重培养学生工程实践动手能力、创新能力和进行综合设计的能力,为以后从事电子电路设计、研制电子产品奠定坚实的基础。

本书紧扣教育部规划教材的教学内容,可与各校普遍使用的、多种版本的通用理论教材配套。本书既是基本技能和实验的入门指导,又是启迪学生科技创新思维的开端,体现了前沿的知识、技术,尽量贴近生产实际。实验部分比例合理,适当增加了设计性和综合性实验,提高学生的实际应用设计能力。实训及课程设计部分内容新颖,实用性较强。

本书内容包括电子技术的实验、实训及课程设计。其中:实验内容包括基础性实验、设计性实验和综合性实验;实训及课程设计内容主要是实际电路的设计、调试、运行。实验、实训及课程设计的内容安排由浅到深:既有测试、验证性内容,也有设计、研究的内容;既有实际电路的调试及运行,也有电子电路的扩展设计;既有局部知识点的实践,也有综合设计性内容的训练。本书突出工程性和实践性,实验内容循序渐进,逐渐增强实践的难度,层次分明。与其他同类图书相比,内容涉及面较广,可满足电子技术实验、实习实训及课程设计所有实践环节的教学要求,内容新颖,实践过程详尽,可指导并规范学生的实践过程,为其提供标准的范例,引导学生通过具体电路的设计进而完成相关课题的设计与实现。在实际应用中,不同类型的高校可结合教学的实际需要选择所需的实验内容,为读者提供了较大的自主空间。

本书是作者依据多年教学经验和科研的积累,参考国内外优秀教材编写而成的。作者将电子技术的基本理论及实际电路的设计、运行及调试有机地结合在一起,精心编排和设计章节。全书共分4篇,总计10章:第1篇和第2篇分别介绍了模拟电子技术和数字电子技术实验的内容,包括4章的内容,即基础性实验、提高性实验、应用性实验、综合性与设计性实验;第3篇介绍了电子技术实训的内容;第4篇介绍了电子技术课程设计的内容。本书第1~4章由吴琼编写,第5章由范立南编写,第6~8章、第10章由刘洋编写,第9章由张明编写。全书由范立南统稿。

本书可作为高等院校电气信息类专业(含自动化、电气工程、电子信息工程、电子信息科学与技术、生物医学工程、通信、计算机、测控技术等)及相关专业的本科实验教材,还可作为高职高专院校电子、电气、信息类及相关专业的实验教材,也可供从事电子技术研究和开发的工程技术人员参考。

由于作者水平有限,时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2011年6月

目 录

第 1 篇 模拟电子技术实验

第 1 章 基础性实验	3
1.1 常用电子仪器的使用	3
1. 实验目的	3
2. 实验仪器及设备	3
3. 实验原理	3
4. 实验内容及步骤	4
5. 实验思考题	6
1.2 晶体管共射放大电路	6
1. 实验目的	6
2. 实验仪器及设备	7
3. 实验原理	7
4. 实验内容及步骤	11
5. 实验思考题	12
1.3 共射单管分压偏置式电路实验	13
1. 实验目的	13
2. 实验仪器及设备	13
3. 实验原理	13
4. 实验内容及步骤	17
5. 实验思考题	18
1.4 结型场效应管放大电路实验	19
1. 实验目的	19
2. 实验仪器及设备	19
3. 实验原理	19
4. 实验内容及步骤	21
5. 实验思考题	22
1.5 射极耦合差动放大电路	23
1. 实验目的	23
2. 实验仪器及设备	23

3. 实验原理	23
4. 实验内容及步骤	26
5. 实验思考题	27
1.6 低通滤波器实验	27
1. 实验目的	27
2. 实验仪器及设备	27
3. 实验原理	27
4. 实验内容及步骤	29
5. 实验思考题	30
1.7 模拟乘法器实验	30
1. 实验目的	30
2. 实验仪器及设备	30
3. 实验原理	30
4. 实验内容及步骤	33
5. 实验思考题	33
1.8 波形产生电路实验	33
1. 实验目的	33
2. 实验仪器及设备	33
3. 实验原理	34
4. 实验内容及步骤	34
5. 实验思考题	35
第 2 章 提高性实验	37
2.1 负反馈放大电路实验	37
1. 实验目的	37
2. 实验仪器及设备	37
3. 实验原理	37
4. 实验内容及步骤	39
5. 实验思考题	40
2.2 差动放大电路实验	40
1. 实验目的	40
2. 实验仪器及设备	40

3. 实验原理	40	3.3 集成运放比较器、积分器限幅 电路	66
4. 实验内容及步骤	42	1. 实验目的	66
5. 实验思考题	43	2. 实验仪器及设备	66
2.3 恒流源差动放大电路	44	3. 实验原理	66
1. 实验目的	44	4. 实验内容及步骤	68
2. 实验仪器及设备	44	5. 实验思考题	70
3. 实验原理	44	3.4 集成运算放大器的非线性 应用	70
4. 实验内容及步骤	46	1. 实验目的	70
5. 实验思考题	47	2. 实验仪器及设备	70
2.4 乘法器的应用	47	3. 实验原理	70
1. 实验目的	47	4. 实验内容及步骤	71
2. 实验仪器及设备	47	5. 实验思考题	72
3. 实验原理	48	3.5 RC 文氏电桥振荡器实验	72
4. 实验内容及步骤	52	1. 实验目的	72
5. 实验思考题	53	2. 实验仪器及设备	72
2.5 分立元件“OTL”功率放大器 电路实验	53	3. 实验原理	72
1. 实验目的	53	4. 实验内容及步骤	74
2. 实验仪器及设备	53	5. 实验思考题	76
3. 实验原理	54	第4章 设计性与综合性实验	77
4. 实验内容及步骤	56	4.1 晶体管放大电路的设计	77
5. 实验思考题	57	1. 实验目的	77
第3章 应用性实验	59	2. 实验仪器及设备	77
3.1 集成运放比例运算电路	59	3. 实验原理	77
1. 实验目的	59	4. 实验内容及步骤	79
2. 实验仪器及设备	59	5. 实验思考题	81
3. 实验原理	59	4.2 直流稳压电源综合实验	81
4. 实验内容及步骤	62	1. 实验目的	81
5. 实验思考题	64	2. 实验仪器及设备	81
3.2 集成运放积分、微分运算 电路	64	3. 实验原理	81
1. 实验目的	64	4. 实验内容及步骤	85
2. 实验仪器及设备	64	5. 实验思考题	86
3. 实验原理	64	4.3 集成直流稳压电源设计	86
4. 实验内容及步骤	65	1. 实验目的	86
5. 实验思考题	66	2. 实验仪器及设备	86

3. 实验原理	86	5. 实验思考题	108
4. 实验内容及步骤	89	5.4 触发器功能测量	108
5. 实验思考题	89	1. 实验目的	108
4.4 用运算放大器组成万用电表 的设计及调试实验	89	2. 实验仪器及设备	108
1. 实验目的	89	3. 实验原理	109
2. 实验仪器及设备	89	4. 实验内容及步骤	110
3. 实验原理	90	5. 实验思考题	111
4. 实验内容及步骤	93	5.5 寄存器功能测量	112
5. 实验思考题	93	1. 实验目的	112
4.5 模拟可编程器件设计实验	94	2. 实验仪器及设备	112
1. 实验目的	94	3. 实验原理	112
2. 实验仪器及设备	94	4. 实验内容及步骤	113
3. 实验原理	94	5. 实验思考题	113
4. 实验内容及步骤	97	5.6 集成计数器测试	113
5. 实验思考题	97	1. 实验目的	113
		2. 实验仪器及设备	114
		3. 实验原理	114
		4. 实验内容及步骤	115
		5. 实验思考题	116
第 2 篇 数字电子技术实验			
第 5 章 验证性实验			
5.1 门电路逻辑功能及其应用			
1. 实验目的	101	第 6 章 提高性实验	
2. 实验仪器及设备	101	6.1 单稳态触发器的应用	
3. 实验原理	101	1. 实验目的	117
4. 实验内容及步骤	102	2. 实验仪器及设备	117
5. 实验思考题	103	3. 实验原理	117
5.2 门电路的驱动能力测试	103	4. 实验内容及步骤	118
1. 实验目的	103	5. 实验思考题	118
2. 实验仪器及设备	103	6.2 计数器及其应用	119
3. 实验原理	103	1. 实验目的	119
4. 实验内容及步骤	104	2. 实验仪器及设备	119
5. 实验思考题	105	3. 实验原理	119
5.3 译码器和数据选择器	105	4. 实验内容及步骤	119
1. 实验目的	105	5. 实验思考题	121
2. 实验仪器及设备	105	6.3 译码、显示电路	121
3. 实验原理	106	1. 实验目的	121
4. 实验内容及步骤	106	2. 实验仪器及设备	121
		3. 实验原理	121

4. 实验内容及步骤	121	1. 实验目的	135
5. 实验思考题	123	2. 实验仪器及设备	135
6.4 移位寄存器及其应用	123	3. 实验原理	135
1. 实验目的	123	4. 实验内容及步骤	136
2. 实验仪器及设备	123	7.2 寄存器及其应用	137
3. 实验原理	123	1. 实验目的	137
4. 实验内容及步骤	124	2. 实验仪器及设备	137
5. 实验思考题	125	3. 实验原理	137
6.5 555 定时器及其应用	125	4. 实验内容及步骤	139
1. 实验目的	125	5. 实验思考题	139
2. 实验仪器及设备	125	7.3 计数器芯片的应用	140
3. 实验原理	125	1. 实验目的	140
4. 实验内容及步骤	126	2. 实验仪器及设备	140
5. 实验思考题	127	3. 实验原理	140
6.6 电压变换器	127	4. 实验内容及步骤	141
1. 实验目的	127	5. 实验思考题	142
2. 实验仪器及设备	128	7.4 时序电路应用	142
3. 实验原理	128	1. 实验目的	142
4. 实验内容及步骤	128	2. 实验仪器及设备	142
5. 实验思考题	128	3. 实验原理	143
6.7 数值比较器的功能测试及其 应用	129	4. 实验内容及步骤	145
1. 实验目的	129	5. 实验思考题	148
2. 实验仪器及设备	129	7.5 施密特触发器及其应用	148
3. 实验原理	129	1. 实验目的	148
4. 实验内容及步骤	130	2. 实验仪器及设备	148
5. 实验思考题	130	3. 实验原理	149
6.8 全加器的功能测试及其 应用	131	4. 实验内容及步骤	149
1. 实验目的	131	5. 实验思考题	150
2. 实验仪器及设备	131	7.6 多路模拟开关及其应用	150
3. 实验原理	131	1. 实验目的	150
4. 实验内容及步骤	132	2. 实验仪器及设备	150
5. 实验思考题	133	3. 实验原理	151
第 7 章 应用性实验	135	4. 实验内容及步骤	151
7.1 触发器应用	135	5. 实验思考题	153
		7.7 ADC0809 转换器实验	153
		1. 实验目的	153
		2. 实验仪器及设备	153

3. 实验原理	153
4. 实验内容及步骤	155
5. 实验思考题	156
第8章 设计性与综合性实验	157
8.1 组合逻辑电路设计	157
1. 设计目的	157
2. 设计内容	157
3. 实验内容及步骤	157
4. 实验报告	157
8.2 时序逻辑电路设计	158
1. 设计目的	158
2. 设计内容	158
3. 实验内容及步骤	158
4. 实验报告	158
8.3 石英晶体振荡器设计	158
1. 设计目的	158
2. 设计内容	158
3. 实验内容及步骤	159
4. 实验报告	159
8.4 四路优先判决电路综合实验	159
1. 设计目的	159
2. 设计内容	159
3. 实验内容及步骤	160
4. 实验报告	160
8.5 电子校音管综合实验	160
1. 设计目的	160
2. 设计内容	160
3. 实验内容及步骤	160
4. 实验报告	161
8.6 示波器多踪显示接口综合实验	161
1. 设计目的	161
2. 设计内容	161
3. 实验内容及步骤	163
4. 实验报告	164

第3篇 电子技术实训

第9章 电子技术实训	167
9.1 常用元器件的识别、检测与替换	167
1. 实训目的	167
2. 实训器材	167
3. 实训原理	167
4. 实训内容及步骤	181
5. 实训思考题	183
9.2 电子元器件焊接	183
1. 实训目的	183
2. 实训器材	183
3. 实训原理	183
4. 实训内容及步骤	191
5. 实训思考题	191
9.3 示波器的调整和使用	191
1. 实训目的	191
2. 实训器材	192
3. 示波器原理	194
4. 实训内容及步骤	197
5. 实训思考题	200
9.4 串联型晶体管稳压电源	200
1. 实训目的	200
2. 实训器材	200
3. 实训原理	200
4. 实训内容及步骤	205
5. 实训思考题	207
9.5 单结晶体管触发电路——可控硅调光电路	208
1. 实训目的	208
2. 实训器材	208
3. 实训原理	208
4. 实训内容及步骤	212
5. 实训思考题	214
9.6 六管超外差收音机的组装实训	214

1. 实训目的	214
2. 实训器材	214
3. 实训电路原理	214
4. 实训内容及步骤	216
5. 实训思考题	225
9.7 音频功率放大器设计	225
1. 实训目的	225
2. 实训仪器	225
3. 实训电路原理	225
4. 实训内容及步骤	228
5. 实训思考题	228

第 4 篇 电子技术课程设计

第 10 章 电子技术课程设计

10.1 电子系统设计的基本方法 和一般步骤	231
10.1.1 课程设计的基础知识	231
10.1.2 电子电路的设计方法	231
10.1.3 电子电路的组装、 调试	233
10.2 模拟电子技术课程设计	235
10.2.1 逻辑信号电子测试仪	235
10.2.2 电表电路	242
10.2.3 集成音响放大器	248
10.2.4 简易镍氢电池自动恒流 充电器	253
10.2.5 函数信号发生器	259
10.3 数字电子技术课程设计	265
10.3.1 住院部病房呼叫系统	265
10.3.2 八路彩灯显示系统 的设计	270
10.3.3 交通灯	273
10.3.4 比赛秒表	277
10.3.5 智力竞赛抢答器	281
10.4 电子技术综合性电路的设计 与制作	285

10.4.1 声光控延时自熄节电开关 的研制	285
10.4.2 亚超声遥控开关	287
10.4.3 生产线自动装箱设备 监控器	289
10.4.4 硬件优先排队电路	291
10.4.5 比赛计分显示系统	293
10.4.6 路灯控制器	300
10.4.7 出租车自动计费器	303
10.4.8 洗衣机控制器	305

参考文献	315
------------	-----

第 1 篇 模拟电子技术实验

第 1 章 基础性实验

第 2 章 提高性实验

第 3 章 应用性实验

第 4 章 设计性与综合性实验

第1章 基础性实验

1.1 常用电子仪器的使用

1. 实验目的

学习电子技术实验中常用的电子仪器——函数信号发生器、交流毫伏表、示波器、万用表等的主要工作原理及技术指标，掌握常用电子仪器设备的正确使用方法。

2. 实验仪器及设备

直流稳压电源	1 台
低频信号发生器	1 台
示波器	1 台
数字万用表	1 块
交流毫伏表	1 块

3. 实验原理

(1) 函数信号发生器

函数信号发生器是一种常用的电子测量仪器，用于产生某些特定的周期性时间函数波形，如正弦波、方波、三角波等，频率范围可从几个微赫到几十兆赫。其内部主要由信号产生电路和信号放大电路等部分组成。函数信号发生器各种类型输出信号的参量(如电压幅值、频率高低等)都可以通过相应的输出调节旋钮进行调节。

需要注意的是：作为信号源，函数信号发生器的输出端不能直接短路！

(2) 交流毫伏表

交流毫伏表简称毫伏表，是一种用于测量正弦交流电压有效值的电子仪器。电压测量范围通常为 $100\mu\text{V}$ 至 300V 。内部结构主要有分压器、交流放大器和整流器等组成部分。可以根据被测信号大小的不同选取合适档位进行电压测量。测量正弦交流电压的有效值 U 和峰值 U_m 之间的关系是

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

注意事项：

① 交流毫伏表只能用于测量正弦交流电压值，不能用于测量非正弦交流或直流电压值。

② 测量时，仪器的地线应与被测电路的地线接在一起。

③ 为防止过载损坏，测量前应将交流毫伏表的量程开关置于量程较大位置上，测量中逐档减小至合适量程。一般认为，交流毫伏表指针位于满刻度的 $1/3$ 以上为合适量程。

(3) 示波器

示波器是一种用来观测各种周期性变化的电压波形的电子仪器，主要用来观察各种电信号(电压或电流)的波形及测定电信号的各种参数，如幅度、频率、相位，等等。示波器主要由示波管、垂直放大器、水平放大器、锯齿波发生器、衰减器等部分组成。观测波形时，将被测信号通过专用电缆线与垂直通道(Y 通道)输入插口接通，调整示波器扫速开关及 Y 轴灵敏度开关，使荧光屏上显示出被测信号的稳定波形。

(4) 直流稳压电源

直流稳压电源是常用的电子设备，它能保证在电网电压波动或负载发生变化时，输出稳定的直流电压值。通常能输出几十伏连续可调的电压，是被测电路的能源。

(5) 万用表

万用表又叫多用表、三用表、复用表，是一种多功能、多量程的测量仪表，分为指针式万用表和数字万用表。万用表一般可用于测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平。利用万用表进行测量时，应根据被测量的种类及大小，设定转换开关的档位及量程，读出相应的读数。

上述电子仪器设备，在接下来的电子技术实验过程中会反复用到。为了能够在实验中更加准确地测量数据，必须熟练掌握这些必备电子仪器的使用方法。它们的主要用途及相互关系如图 1-1 所示。

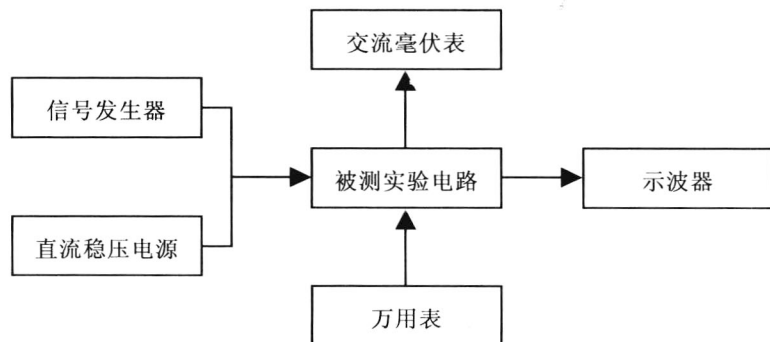


图 1-1 常用仪器与被测电路连接框图

4. 实验内容及步骤

(1) 示波器的使用

用示波器观察、测量其内部产生的方波波形的幅值和周期，填入表 1-1 中，熟悉各有关调节装置的功能。步骤如下：

① 调整扫描基线

将示波器的触发方式开关置于“自动”位置，将触发源选择开关置于“内”，将示波器显示方式置于“单踪”(CH1 或 CH2)方式。打开电源开关，调节“灰度”、“聚焦”，使荧光屏上显示一条细的并且亮度适中的扫描基线，并适当调节垂直(↑)和水平(↔)移位旋钮，使其位于屏幕中央。

观测波形时，将被观测信号通过专用电缆线与 Y_1 (或 Y_2)输入插口接通，改变示波器扫描开关及 Y 轴灵敏度开关，在荧光屏上显示出一个或数个稳定的信号波形。

② 调节“校准信号”

将示波器的“校准信号”通过专用电缆引入选定 Y 通道，并选择相应内触发源，调节 X 轴“扫描速率”与 Y 轴“输入灵敏度”开关，使屏幕显示“50Hz, 100mV”标准方波信号。

③ 测量“校准信号”

将 Y 轴“输入灵敏度微调”和 X 轴“扫描速率微调”顺时针旋足，处于“校准”位置。读取校正信号周期和幅度，计入表 1-1 中。

表 1-1 校准信号测量数据表

被 校 参 量	标 准 值	实 测 值
幅度 $U_{p.p}(V)$		
周期 $T(ms)$		

(2) 低频信号发生器与示波器、毫伏表的使用

按图 1-2 所示电路，将低频信号发生器与示波器、毫伏表进行连接。

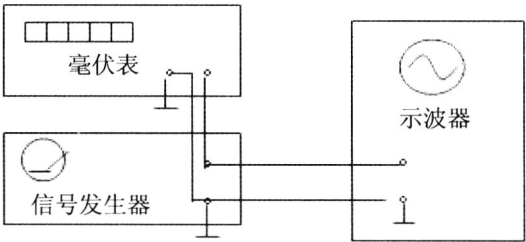


图 1-2 测量信号参数

① 校准

将示波器按照步骤(1)中所述方法进行校准；打开交流毫伏表电源，调节调零旋钮，使其无外接信号时处于零刻度。

② 测量信号参数

调整低频信号发生器，使其输出频率为 1kHz、有效值为 3V 的正弦波、三角波和方波，用示波器观察并画出波形。

调整低频信号发生器，使其输出为正弦波，频率为 3kHz 不变，取电压有效值分别为 2V、0.2V、0.02V，用示波器和毫伏表分别测量相应的电压值。测量结果填入表 1-2 中。

表 1-2 正弦信号电压测量数据表

函数信号发生器输出电压(V)	2	0.2	0.02
示波器灵敏度所在档位(V/div)			
峰-峰 波形高度/div			
峰-峰 电压 U_{p-p} (V)			
用毫伏表测量输出的电压(有效值)V			

调整低频信号发生器,使其输出为正弦波,电压有效值为 3V 不变,其频率分别为 300Hz、1kHz、5kHz、10kHz、30kHz,用示波器测量相应的电压值。测量结果填入表 1-3 中。

表 1-3 正弦信号频率测量数据表

函数信号发生器输出频率(Hz)	300	1K	5K	10K	30K
用毫伏表测量输出的电压(有效值)V					
示波器扫描速率(t/div)所在档位					
峰-峰 间隔 div					
被测信号的周期 t(ms)					
被测信号的频率(Hz)					

(3) 稳压电源和万用表的使用

接通稳压电源开关,调节直流稳压电源有关旋钮,使其输出电压分别为 3V、6V、9V、12V,选择万用表合适档位进行连接,验证电源电压的读数与电压表读数是否一致,分析误差原因。

5. 实验思考题

- (1) 根据预习和实验情况,完成操作内容,总结常用设备的用途。
- (2) 怎样操作才能从示波器上观测到稳定清晰的信号波形?
- (3) 数字万用表可以测量什么物理量?如何测量?
- (4) 交流毫伏表主要测量什么物理量?用毫伏表和示波器同时测量正弦波信号的电压,它们的测量值之间有什么关系?

1.2 晶体管共射放大电路

1. 实验目的

- (1) 熟悉常用电子仪器的使用方法。
- (2) 学会放大器静态工作点的调试方法,定性了解静态工作点对放大器性能的影响,观察放大电路的非线性失真。