

电子技术培训丛书

新编 电子

■ 本书编写组 编

技能基础

电子科技大学出版社

电子技能培训丛书

新编电子技能基础

■ 本书编写组 编

电子科技大学出版社

内 容 提 要

本书讲述电子技术的最基本、最实用的内容,书中首先介绍电路知识,在此基础上,讲解电子元件电阻、电容、电感、变压器;电子器件晶体二极管、晶体三极管和特殊电子器件;传感器;数字集成电路和模拟集成电路;显示器件和驱动电路。之后,介绍由这些电子元件所设计制作的部件,如计数器、寄存器、振荡电路、运算电路、整流、滤波、直流稳压电源、开关稳压电源等。最后介绍常用的几种电子测量仪器,万用表、信号发生器、扫描仪、示波器等,并着重介绍这些仪器的使用 and 测量方法及技巧。

本书是电子技能培训的首选教材,也是维修人员、电子爱好者的首选读物,全书集叙述、图形、图表、用法、技巧于一体,取材广泛而新颖,叙述深入而细腻,实例涉及电子产品的各个领域,读者可学用结合,收到事半功倍的效果。

图书在版编目(CIP)数据

新编电子技能基础/《新编电子技能基础》编写组编.

成都:电子科技大学出版社,2002.2

ISBN 7-81065-720-8

I. 新... II. 新... III. 电子技术-基本知识

IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 011928 号

· 电子技能培训丛书 ·

新编电子技能基础

本书编写组 编

出 版: 电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号, 邮编: 610054)

责任编辑: 吴艳玲

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川五洲彩印有限责任公司印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张 24 字数 570 千字

版 次: 2002 年 4 月第一版

印 次: 2002 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 7-81065-720-8/TP·481

印 数: 1—3000 册

定 价: 32.80 元

致 读 者

当今世界,一个国家的信息化、数字化、电子化的水平,是衡量这个国家综合国力的标志。我国经历了 20 多年改革开放的历程,高科技的发展,已经提高到应有的水平。但是,由于我国幅员辽阔,人口众多,经济基础较差,总体水平较世界经济发达的国家,如美国、日本、欧洲等还有一定的差距。即使在国内,东、西部地区经济发展差距也很大,信息化、数字化、电子化的水平也不能同日而语。怎样才能提高全民的科技水平呢?当然应该普及和应用计算机,但计算机、通信设备等又是以电子技术为基础的。因此,开展全民电子技能基础的培训是当务之急。

《新编电子技能基础》以最新的视角,以实用为前提,采用即学即用的方法,介绍了电子技术最基本的内容。全书从电子元器件,电阻器、电容器、电感器、变压器、晶体二极管、晶体三极管、数字集成电路、模拟集成电路等讲起,然后逐步讲述由这些元器件设计制作的数字部件和模拟部件,如计数器、寄存器、各种变换电路、传感器、显示器及控制电路、整流滤波及直流电源、稳压电源、开关稳压电源等。最后介绍了常用电子测量仪器,万用表、信号发生器、示波器等的使用方法和测试技巧。本书没有繁琐的理论和计算,以大量的实例、产品、图例、表格和数据来描述每一项技术的设计、应用和技巧。这样让读者易于学习,学以致用。

本书适用于初、中级电子技能培训班,也可作为职高、职中电子技术基础课程的教材,对于广大家电维修人员、电子爱好者也是一本较好的参考资料。

参加本书编写的有李岚、张辉、彭明辉、杨凡等老师,他们通过各自的教学和工作实践,精心编写了本书,但因编者水平有限,书中错、漏之处在所难免,敬请读者和专家批评指正。

编 者

2002. 4

目 录

第一章 电路基础知识

1.1 电路的作用	(1)	1.3 电路的基本定律	(4)
1.2 电路的基本物理量	(1)	1.3.1 欧姆定律	(4)
1.2.1 电流	(1)	1. 部分电路欧姆定律	(4)
1. 电流的大小和单位	(1)	2. 全电路欧姆定律	(4)
2. 电流的方向	(2)	1.3.2 基尔霍夫定律	(5)
1.2.2 电压	(2)	1. 基尔霍夫电流定律	(5)
1.2.3 电动势	(3)	2. 基尔霍夫电压定律	(5)
1.2.4 电功率	(3)	复习思考题	(6)

第二章 电子元件

2.1 电阻器	(7)	1. 国产电容器的型号和标志识别	(22)
2.1.1 电阻器的特性及作用	(7)	2. 国外电容器的标志识别	(25)
2.1.1 电阻器的分类和参数	(7)	2.3.4 电容器的选用及性能检测	(26)
1. 电阻器的分类	(7)	1. 电容器的选用	(26)
2. 电阻器的技术参数	(9)	2. 电容器性能的检测	(26)
3. 电阻器参数的标识	(10)	2.3.5 电容器的基本应用	(28)
2.1.3 电阻器的基本应用	(13)	1. 电容器串联电路	(28)
1. 电阻器串联电路	(13)	2. 电容器并联电路	(28)
2. 电阻器并联电路	(13)	3. 电容器串并联电路	(28)
3. 电阻器串并联电路	(13)	2.3.6 电容器的使用知识	(28)
2.1.4 电阻器的使用知识	(14)	2.4 电感器	(29)
2.2 电位器	(14)	2.4.1 电感线圈	(29)
2.2.1 电位器的分类	(14)	1. 电感线圈的技术参数	(29)
2.2.2 电位器的技术参数	(17)	2. 常用的电感线圈	(30)
2.2.3 电位器的选用及质量判别	(18)	2.4.2 变压器	(30)
1. 电位器的选用	(18)	1. 变压器的作用	(30)
2. 电位器的质量判别	(18)	2. 变压器的种类	(32)
2.3 电容器	(19)	2.4.3 电感器的使用知识	(33)
2.3.1 电容器的分类	(19)	复习思考题	(34)
2.3.2 电容器的技术参数	(20)		
2.3.3 电容器的型号和标识	(22)		

第三章 电子器件

3.1 晶体二极管..... (35)	11. 铝硅肖特基势垒二极管..... (50)
3.1.1 晶体二极管的分类及命名方法..... (35)	12. 精密二极管..... (51)
1. 晶体二极管的分类..... (35)	3.2 晶体三极管..... (52)
2. 晶体二极管的命名方法..... (36)	3.2.1 晶体三极管的特性..... (52)
3.1.2 晶体二极管的主要特性..... (36)	3.2.2 晶体三极管的种类及命名方法..... (56)
3.1.3 晶体二极管的技术参数..... (37)	1. 国产晶体三极管..... (57)
3.1.4 常用的晶体二极管..... (37)	2. 进口晶体三极管..... (58)
1. 普通整流二极管..... (37)	3.2.3 晶体三极管的技术参数..... (58)
2. 1N 玻封整流二极管..... (38)	3.2.4 常用的(特殊)晶体三极管..... (62)
3. 1N 塑封整流二极管..... (38)	1. 达林顿三极管..... (62)
4. 硅整流堆和高压整流硅堆..... (39)	2. 配对三极管..... (64)
5. 稳压二极管..... (41)	3. 带阻三极管..... (65)
6. 检波二极管..... (44)	4. 大功率三极管..... (66)
7. 开关二极管..... (44)	3.2.5 晶体三极管的使用知识..... (68)
8. 调谐变容二极管..... (46)	复习思考题..... (72)
9. 快恢复二极管..... (48)	
10. 肖特基势垒二极管..... (49)	

第四章 新型电子器件

4.1 场效应晶体管..... (73)	1. 单向晶闸管的伏安特性..... (85)
4.1.1 结型场效应管..... (73)	2. 单向晶闸管的技术参数..... (86)
4.1.2 绝缘栅型场效应管..... (74)	3. 单向晶闸管的使用知识..... (87)
4.1.3 场效应管的使用知识..... (75)	4.3.4 双向晶闸管..... (88)
4.2 单结晶体管..... (78)	1. 双向晶闸管的伏安特性..... (88)
4.2.1 单结晶体管的结构..... (78)	2. 双向晶闸管的使用知识..... (89)
4.2.2 单结晶体管的工作特性和参数..... (79)	4.3.5 可关断晶闸管..... (91)
4.2.3 单结晶体管的基本电路..... (80)	4.3.6 大功率晶闸管模块..... (92)
4.2.4 单结晶体管的使用知识..... (81)	4.3.7 晶闸管的触发电路..... (93)
4.3 晶体闸流管..... (83)	1. 简单触发电路..... (93)
4.3.1 晶闸管的导电特性..... (83)	2. 单结晶体管触发电路..... (93)
4.3.2 晶闸管的分类及型号..... (84)	3. 双向触发二极管触发电路..... (94)
4.3.3 单向晶闸管..... (84)	4. 集成电路触发电路..... (94)
	复习思考题..... (95)

第五章 集成电路

5.1 数字集成电路..... (96)	1. “与门”..... (97)
5.1.1 集成逻辑门电路..... (97)	2. “或门”..... (97)

3. “非门”	(97)	3. 推荐工作条件	(108)
4. “与非门”	(98)	5.1.4 数字集成电路产品简介 ..	(108)
5. “或非门”	(98)	5.2 模拟集成电路	(110)
6. “与或非门”	(99)	5.2.1 集成运算放大器	(110)
7. “异或门”	(99)	5.2.2 集成功率放大器	(111)
8. “同或门”	(100)	5.2.3 集成运算放大器的技术参数	(112)
9. “OC 门”	(100)	5.3 集成电路的应用知识	(113)
10. “三态门”	(101)	5.3.1 集成电路的封装外形及引脚	(113)
11. “传输门”	(101)	顺序识别	(113)
5.1.2 集成触发器	(101)	5.3.2 集成电路的型号命名及识别	(116)
1. RS 触发器	(102)	5.3.3 集成电路内部功能方框图的	(118)
2. JK 触发器	(104)	识读	(118)
3. D 触发器	(105)	5.3.4 集成电路的极限参数	(119)
4. T 触发器	(105)	5.3.5 集成电路的使用与代换 ..	(120)
5. T' 触发器	(106)	1. 集成电路使用注意事项	(121)
5.1.3 数字集成电路的特性及技术	(106)	2. 集成电路代换注意事项	(122)
参数	(106)	复习思考题	(124)
1. 电压传输特性	(107)		
2. 主要技术参数	(107)		

第六章 传 感 器

6.1	光敏传感器	(126)	3.	热敏电阻的主要技术参数	(135)
6.1.1	光敏电阻	(126)	4.	热敏电阻的检测	(137)
1.	光敏电阻的基本特性	(126)	6.2.2	半导体器件型温度传感器	(137)
2.	光敏电阻的主要技术参数	(126)	1.	PN 结温度传感器	(137)
6.1.2	光敏二极管	(127)	2.	晶体管温度传感器	(137)
1.	光敏二极管的基本特性	(127)	3.	集成电路温度传感器	(137)
2.	光敏二极管的主要技术参数	(127)	6.2.3	EL-700 高精度温度传感器	(138)
6.1.3	光敏三极管	(128)	6.2.4	新型数字化接口温度传感器	(139)
1.	光敏三极管的基本特性	(128)	6.2.5	SD02 热释电传感器	(139)
2.	光敏三极管的主要技术参数	(129)	6.3	气敏传感器	(142)
6.1.4	光电耦合器	(130)	6.3.1	气敏电阻传感器	(142)
1.	光电耦合器的基本特性	(130)	1.	气敏电阻传感器的基本特性	(142)
2.	普通光电耦合器	(130)	2.	气敏电阻传感器的主要技术参数	(143)
3.	线性光电耦合器	(131)	3.	常用的气敏电阻及其传感器	(143)
4.	光电耦合器的主要技术参数	(131)	6.3.2	电化学气敏传感器	(144)
6.2	热敏传感器	(133)			
6.2.1	热敏电阻	(133)			
1.	负温度系数热敏电阻	(133)			
2.	正温度系数热敏电阻	(134)			

1. 电化学气敏传感器的基本工作原理.....	(144)	6.6.1 压敏电阻的基本特性	(149)
2. 电化学气敏传感器的灵敏度	(145)	6.6.2 压敏电阻的主要技术参数	(149)
6.4 磁敏传感器	(145)	6.6.3 压敏电阻的检测	(150)
6.4.1 霍尔效应原理	(145)	6.7 力敏传感器	(150)
6.4.2 霍尔元件	(146)	6.7.1 半导体应变式传感器	(151)
6.4.3 磁敏传感器的特性	(146)	1. 半导体应变片的原理、特性和结构	(151)
1. 线性型磁敏传感器	(146)	2. 半导体应变式传感器	(152)
2. 开关型磁敏传感器	(147)	6.7.2 压力传感器	(152)
6.4.4 磁敏传感器的封装及主要技术参数	(147)	1. 压力的种类及测量单位	(152)
6.5 湿敏传感器	(148)	2. 压力传感器的工作原理与结构	(153)
6.5.1 IH-3605 集成传感器	(148)	3. 压阻式压力传感器的特点	(154)
6.5.2 IH-3605 集成传感器的主要技术参数	(149)	4. 压力传感器的主要技术参数	(154)
6.6 压敏传感器	(149)	复习思考题	(155)

第七章 显示器件及显示驱动电路

7.1 LED 数码管	(156)	3. 用软件生成显示器的段选码	(167)
7.1.1 LED 数码管的结构及显示原理	(156)	4. 用硬件实现动态显示器的段选码和位控码	(168)
7.1.2 LED 数码管的分类	(157)	7.3.2 LED 数码管实用驱动电路	(170)
7.1.3 LED 数码管的使用知识	(157)	1. CD4511 译码/驱动电路	(170)
1. LED 数码管的特点	(157)	2. CD14547 译码/驱动电路	(174)
2. LED 数码管的检测	(158)	3. 锁存译码/驱动电路	(175)
3. LED 数码管的使用事项	(158)	7.4 LCD 液晶显示器显示驱动电路	(175)
7.2 LCD 液晶显示器	(159)	7.4.1 LCD 液晶显示器的驱动方式	(176)
7.2.1 LCD 液晶显示器的结构及显示原理	(159)	7.4.2 LCD 液晶显示器译码/驱动电路	(176)
7.2.2 LCD 液晶显示器的分类	(161)	1. LCL103 液晶显示器译码/驱动电路	(176)
7.2.3 国产液晶显示器的命名	(162)	2. BCD 七段液晶显示器译码/驱动电路	(178)
7.2.4 LCD 液晶显示器的使用知识	(163)	复习思考题	(181)
7.3 LED 数码管显示驱动电路	(166)		
7.3.1 LED 数码管显示的驱动方式	(166)		
1. 静态驱动显示	(166)		
2. 动态驱动显示	(167)		

第八章 集成数字系统的设计与制作

8.1 集成数字系统设计	(182)	1. 一位数值比较器	(195)
8.1.1 集成数字系统的设计步骤	(182)	2. 多位数值比较器	(196)
1. 分析/确定系统功能	(182)	8.3.3 集成数据选择与代码转换电路	(197)
2. 确定系统方案	(182)	1. 数据选择电路	(197)
3. 设计系统功能框图	(182)	2. 代码转换电路	(200)
4. 逻辑功能划分	(183)	8.3.4 集成编码和译码电路	(204)
5. 信息处理电路的设计	(183)	1. 集成编码电路	(204)
6. 控制电路的设计	(183)	2. 集成译码电路	(210)
7. 系统电路的综合与优化	(184)	8.4 集成数字时序逻辑电路	(216)
8. 系统性能测试	(185)	8.4.1 集成计数电路	(216)
9. 撰写设计文件	(185)	1. 一位二进制计数器	(216)
8.1.2 集成数字系统的设计方法	(185)	2. 三位二进制计数器	(217)
1. 模块设计法	(185)	3. 二一五(十进制)计数器	(218)
2. 硬件程序法	(185)	4. 异步十进制计数器	(221)
3. 其他设计法	(185)	5. 异步二一八(十六进制)计数器	(222)
8.2 简单集成数字系统的设计与制作	(185)	6. 二进制同步计数器	(223)
8.2.1 集成数字式振荡电路	(186)	7. 十进制同步计数器	(225)
1. 双与非门振荡电路	(186)	8. 可预置双时钟同步 BCD 可逆计数器	(227)
2. 环形振荡电路	(186)	9. 七进制计数器	(228)
3. 压控振荡电路	(186)	10. 五进制计数器	(230)
4. 脉冲调宽电路	(187)	11. 六进制计数器	(230)
5. 脉冲调制电路	(187)	12. 可编程任意进制计数器	(231)
6. 脉冲解调电路	(187)	13. 十进制环形计数器	(232)
8.2.2 简单集成时序电路	(188)	8.4.2 集成计数器的扩展应用	(233)
1. 消除抖动开关电路	(188)	1. 计数器的级联	(233)
2. 二分频电路	(189)	2. 双时钟与单时钟的相互转换	(236)
8.2.3 集成单稳态电路	(189)	3. 自动关断电路	(236)
1. T1121 单稳态电路	(189)	4. 脉冲延时控制电路	(237)
2. 用 555 定时器构成单稳态触发电路	(190)	5. 60 分频电路	(237)
3. 集成单稳态触发电路	(191)	8.4.3 数据/信息寄存电路	(237)
8.3 集成数字组合逻辑电路	(193)	1. 数码寄存器	(238)
8.3.1 集成加法电路	(193)	2. 单向移位寄存器	(239)
1. 双一位全加电路	(193)	3. 双向移位寄存器	(240)
2. 多位加法电路	(194)	4. 双重四位移位寄存器	(241)
8.3.2 集成数据比较电路	(195)	5. 八位移位寄存器	(242)
		6. 四位并入并出移位寄存器	(242)

8.4.4 移位寄存器的扩展应用 ... (243)	 (248)
1. 时序脉冲发生器..... (243)	2. DAC 电路的主要技术指标 ... (249)
2. 并行输入数据转换为串行输出数据电路..... (244)	3. 八位 D/A 转换器 (249)
8.4.5 集成定时电路 (244)	4. AD7520(7533)/7522(7541)/D/A 转换器..... (250)
1. 555 定时器的特性 (244)	8.4.7 集成 DAC 电路的扩展应用 (251)
2. NE555 石英晶体振荡器 (245)	1. D/A 锯齿波发生器 (251)
3. 占空比可调振荡器..... (246)	2. D/A 任意波形发生器 (252)
4. 程控振荡器..... (247)	3. D/A 程控时间延迟电路 (252)
8.4.6 集成数字/模拟转换电路 ... (247)	复习思考题..... (253)
1. DAC 电路的结构及工作原理	

第九章 集成模拟系统的设计与制作

9.1 集成运放加/减/乘/除运算电路 (255)	9.4 集成模拟/数字转换电路..... (267)
9.1.1 加法运算电路 (255)	9.4.1 ADC 电路的分类和功能指标 (268)
1. 反相输入加法运算电路..... (255)	9.4.2 ADC 电路的结构及基本工作原理 (268)
2. 同相输入加法运算电路..... (255)	9.4.3 集成 ADC 电路实例 (270)
3. 差动输入加法运算电路..... (256)	1. ADC 0809 单片 8 位电路 (270)
9.1.2 减法运算电路 (256)	2. ADC CA3308 并行比较电路... (270)
9.1.3 乘法运算电路 (257)	3. ADC CA3308 电路的应用 ... (271)
1. 乘法运算基本原理..... (257)	4. ADC AD574A 混合集成逐次比较电路..... (272)
2. BG314 单片乘法电路 (257)	5. 双积分式 A/D 转换器 (275)
9.1.4 乘法运算电路的扩展应用 (258)	6. 5G14433 A/D 转换器应用实例 (277)
1. 乘法电路用于频率调制..... (258)	9.5 集成运放电路应用实例 (278)
2. 乘法电路用于频率解调..... (260)	9.5.1 555/7555 时基电路 (278)
3. 乘法电路用于混频..... (261)	1. 555/7555 电路的结构特点 ... (278)
9.1.5 除法运算电路 (261)	2. 555/7555 电路的逻辑关系 ... (279)
9.2 集成运放微分和积分运算电路 (262)	3. 555/7555 电路的主要参数 ... (280)
1. 微分运算电路..... (262)	4. 555/7555 电路的应用 (281)
2. 积分运算电路..... (263)	9.5.2 多种信号产生电路 (282)
3. 积分型压控振荡电路..... (263)	9.5.3 集成功率放大电路 (283)
4. 积分运算电路的误差..... (263)	1. 小功率集成功率放大器..... (284)
9.3 集成电压比较电路 (264)	2. 双声道集成功率放大器..... (284)
9.3.1 单限电压幅度比较电路 ... (264)	3. 集成功放的典型应用..... (285)
1. 比较电路基本原理..... (264)	4. 集成音频功率放大器..... (286)
2. 过零比较电路..... (265)	9.5.4 MOS 集成运放的其他应用 (288)
9.3.2 迟滞电压幅度比较电路 ... (265)	
9.3.3 双限电压幅度比较电路 ... (267)	

1. 锅炉控制电路·····	(288)	6. 频率/电压变换电路·····	(290)
2. 计算机电源直流掉电监测电路 ·····	(288)	7. 直流电压测量电路·····	(290)
3. 电流/电压变换电路·····	(289)	8. 交流电压测量电路·····	(291)
4. 电压/电流变换电路·····	(289)	9. 在线电流测量电路·····	(291)
5. 电容量/电压变换电路·····	(289)	10. 温度测量电路·····	(292)
		复习思考题·····	(292)

第十章 直流电源(稳压)电路

10.1 交流/直流转换电路 ·····	(293)	10.3.3 开关稳压电源的组成方式 ·····	(309)
10.1.1 整流电路·····	(293)	1. 带工频变压器的开关稳压电源 ·····	(309)
1. 半波整流电路·····	(293)	2. 无工频变压器的开关稳压电源 ·····	(310)
2. 全波整流电路·····	(294)	10.4 集成稳压电路 ·····	(310)
3. 其他整流电路·····	(294)	10.4.1 三端性集成稳压电路·····	(311)
4. 整流二极管的应用·····	(297)	1. 三端固定输出正稳压电路·····	(311)
10.1.2 滤波电路·····	(298)	2. 三端固定输出负稳压电路·····	(312)
1. 电容滤波电路·····	(298)	3. 三端可调输出正稳压电路·····	(312)
2. 电感滤波电路·····	(299)	4. 三端可调输出负稳压电路·····	(312)
3. 复式滤波电路·····	(300)	5. 三端集成稳压电路型号表示法 ·····	(312)
10.2 线性直流稳压电路 ·····	(301)	6. 集成稳压电路主要技术参数·····	(313)
10.2.1 线性直流稳压电路的基本组 成·····	(301)	10.4.2 集成开关稳压电路·····	(314)
10.2.2 稳压电路的主要技术指标 ·····	(302)	1. 降压式集成开关稳压电路·····	(314)
10.2.3 稳压电路的分类·····	(302)	2. 升压式集成开关稳压电路·····	(315)
10.2.4 放大环节串联型稳压电路 ·····	(303)	3. 电压反转式集成开关稳压电路 ·····	(317)
1. 射极输出式串联型晶体管稳压电 路·····	(303)	4. 高频变压器式集成开关稳压电路 ·····	(319)
2. 集电极输出式串联型晶体管稳压 电路·····	(304)	10.4.3 五端可调集成稳压电路·····	(320)
10.3 开关直流稳压电路 ·····	(305)	1. 基本电路·····	(320)
10.3.1 开关稳压电路·····	(305)	2. 大电流电路·····	(320)
1. 开关稳压电路的基本组成及工作 原理·····	(305)	3. 减流保护式开关稳压电路·····	(321)
2. 开关稳压电源的特点·····	(306)	10.4.4 低压差集成稳压电路·····	(321)
10.3.2 直流/直流变换电路的基本 类型·····	(306)	10.5 化学电池 ·····	(323)
1. 电感、电容、二极管型·····	(306)	10.5.1 小型密封蓄电池的结构·····	(323)
2. 二极管、电容型·····	(307)	10.5.2 小型密封蓄电池的性能 ·····	(323)
3. 变压器耦合式DC/DC变换电路 ·····	(307)	10.5.3 小型密封蓄电池的容量与电 压·····	(324)

10.5.4 小型密封蓄电池电能的补充	(325)
.....	(325)

复习思考题.....	(325)
------------	-------

第十一章 常用电子测量仪器的应用

11.1 万用表.....	(326)
---------------	-------

11.1.1 MF-500 型指针式万用表	(326)
.....	(326)

1. 主要技术指标.....	(326)
2. 正确的使用方法.....	(327)

11.1.2 DT-830 型数字式万用表	(328)
.....	(328)

1. 性能简介.....	(328)
2. 主要技术指标.....	(328)
3. 正确的使用方法.....	(330)

11.2 用万用表检测电子元器件.....	(331)
-----------------------	-------

11.2.1 电阻器的检测与代换.....	(331)
-----------------------	-------

1. 电阻器的静态检测.....	(331)
2. 电阻器的动态检测.....	(332)
3. 电阻器的代换.....	(333)

11.2.2 电容器的检测与代换.....	(333)
-----------------------	-------

1. 电容器的静态检测.....	(333)
2. 电容器的动态检测.....	(335)
3. 电容器的代换.....	(336)

11.2.3 电感器的检测与代换.....	(337)
-----------------------	-------

1. 电感器的检测.....	(337)
2. 电感器的代换.....	(338)

11.2.4 二极管的检测与代换.....	(338)
-----------------------	-------

1. 二极管的静态检测.....	(338)
2. 二极管的动态检测.....	(340)
3. 二极管的代换.....	(341)

11.2.5 三极管的检测与代换.....	(342)
-----------------------	-------

1. 三极管的静态检测.....	(342)
2. 三极管的动态检测.....	(346)
3. 三极管的代换.....	(346)
4. 国内外晶体管代换型号.....	(347)

11.3 信号发生器.....	(350)
-----------------	-------

11.3.1 XD-7 型低频信号发生器	(350)
.....	(350)

1. 主要技术指标.....	(351)
2. 功能旋钮的作用.....	(351)
3. 基本使用方法.....	(352)

11.3.2 XFG-7 型高频信号发生器	(352)
.....	(352)

1. 主要技术指标.....	(352)
2. 功能旋钮的作用.....	(353)
3. 基本使用方法.....	(354)

11.3.3 GFG-8019 信号发生器 ..	(356)
--------------------------	-------

1. 主要技术指标.....	(356)
2. 功能旋钮的作用.....	(357)
3. 基本使用方法.....	(358)

11.3.4 VS-14 型电视信号发生器	(359)
.....	(359)

1. 工作原理.....	(359)
2. 主要技术指标.....	(361)
3. 基本使用方法.....	(362)

11.4 扫频仪.....	(362)
---------------	-------

1.4.1 BT-3 型扫频仪.....	(362)
----------------------	-------

1. 工作原理.....	(362)
2. 主要技术指标.....	(364)
3. 测试前的检查.....	(364)

1.4.2 BT-3 型扫频仪的应用.....	(364)
-------------------------	-------

1. 放大器增益的测试.....	(364)
2. 频率特性的测试.....	(365)
3. 幅频特性的测试.....	(365)
4. 回路 Q 值的测试	(365)
5. 高频阻抗的测试.....	(366)

11.5 示波器.....	(366)
---------------	-------

11.5.1 示波器工作原理简介.....	(366)
-----------------------	-------

11.5.2 示波器的使用.....	(368)
--------------------	-------

11.5.3 J2459 型学生示波器	(368)
---------------------------	-------

1. 主要技术指标.....	(368)
2. 功能旋钮的作用.....	(369)
3. 基本使用方法.....	(371)

11.5.4 SR-8 型双踪示波器	(372)
--------------------------	-------

1. 工作原理.....	(372)
2. 主要技术指标.....	(374)
3. 基本使用方法.....	(374)

复习思考题.....	(375)
------------	-------

第一章 电路基础知识

1.1 电路的作用

电路,即能提供电流流动的路径称为电路。一般分为两大类:一类为实现电能的输送和转换,俗称电力电路;二类为实现信号的传递和转换,俗称电子电路。如图 1-1 和图 1-2 所示。

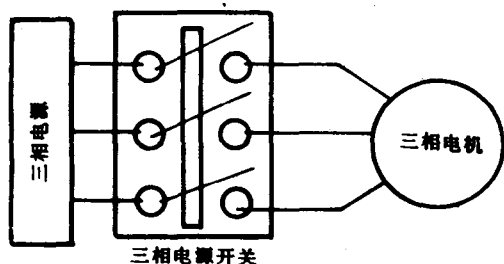


图 1-1 电机控制电路

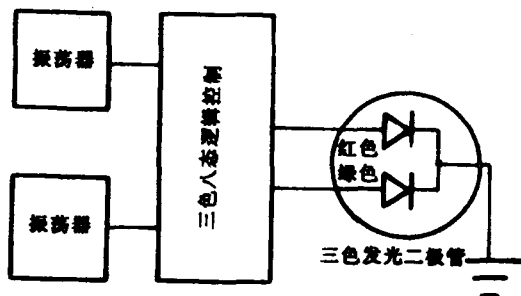


图 1-2 三色八态彩灯电路

为了使读者对电路有一个感性认识,现将图 1-1 和图 1-2 的工作原理简述如下:

图 1-1 所示电路是从电网接入的三相电源,经过三相电源开关,然后接入三相电动机。当三相电源开关合上时,电动机转动;当三相电源开关断开时,电动机停止转动。

图 1-2 所示电路是由两只分别发红光和绿光的二极管组成,单管发光分别为红色或绿色,双管同时发光则为橙色,它被一个能产生 8 种状态的逻辑电路循环控制,8 种状态逻辑控制信号受控于两种不同振荡频率的信号时钟,使发光管的 3 种颜色按不同时间、状态、循环显示 8 种状态。

从图 1-1 和图 1-2 不难看出,电路由三部分组成:即电源、中间控制或变换、负载。图 1-1 和图 1-2 中的三相电源、两个振荡器,称为(电)源;三相电源开关、三色八态循逻辑控制电路称为中间环节;三相电动机、三色发光二极管称为负载。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电流是电荷(带电粒子)有规则的定向运动。当我们合上电源开关的时候,电灯就会发光,电动机就会转动,电炉就会发热,这表示电路中已经有电流通过。

1. 电流的大小和单位

通常用电流强度来表示电流的强弱。电流在数值上等于单位时间内通过某一导体横截

面积的电荷量,即 $I=dq/dt$ 。

电流的单位是安培,简称安,用字母 A 表示。并规定每秒通过导体截面积的电荷量为 1 库仑时的电流为 1 安。电流的单位也可用千安(kA)、毫安(mA)、微安(μ A)、纳安(nA)表示,它们之间的换算关系是:

$$1\text{kA}=1000\text{A} \quad 1\text{mA}=10^{-3}\text{A} \quad 1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A} \quad 1\text{nA}=10^{-9}\text{A}$$

2. 电流的方向

实际上,导体中的电流是由负电荷在导体中流动而形成的,但我们习惯上规定正电荷运动的方向为电流的正方向。在实际电路中,常可任意选定某一方向作为电流的正方向或称为参考方向。为此,在分析与计算电路时,所选电流的正方向并不一定与电流的实际方向一致。当电流的实际方向与其正方向一致时,则电流为正值;反之,电流为负值。因此,在正方向选定之后,电流之值才有正负之分,显然,在未标定正方向的情况下,电流的正或负是毫无意义的。

综上所述,导体中的电流不仅具有大小,而且还具有方向性。大小和方向都不随时间而变化的电流,我们称为恒定电流,简称直流,如图 1-3(a)所示。方向始终不变,但大小随时间而变化的电流,我们称为脉动直流电流,如图 1-3(b)所示。如果电流的大小和方向均随时间变化,我们称为交流电流,简称交流。工业上普遍应用的交流是按正弦函数规律变化的,称为正弦交流电流,简称市电,如图 1-3(c)所示。

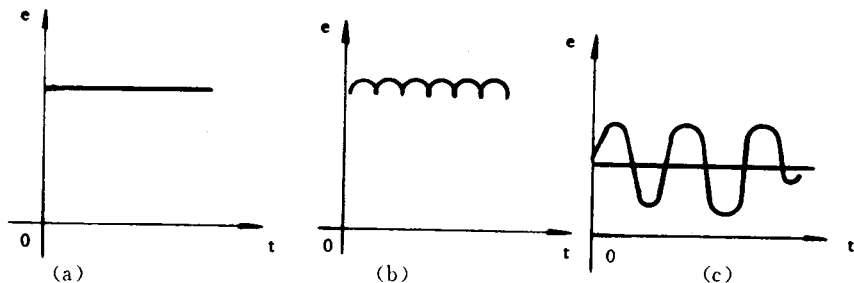


图 1-3 电流的种类

1.2.2 电压

电压是电场中两点间的电位差,是描述变量电场力做功本领的物理量,是产生电流的能力。如图 1-4 所示。在导体内部,单位正电荷自 a 点移动到 b 点,电场力所做的功定义为 a 、 b 两点间的电压,用 U_{ab} 表示,即 $U_{ab}=A_{ab}/Q$ 。式中, A_{ab} 是电场力所做的功,单位为焦耳(J); Q 是被移动正电荷的电量,单位为库仑(C)。

电压有时也叫电位差。电位是指电场中某点相对于零(电位)之间的电位差,其数值与所选零(电位)点的选择有关。在供电线路中,通常选择大地的电位为零(电位);但在电路中通常以电源负极作为参考点(零电位)。如图 1-4 所示, U_a 、 U_b 分别表示 a 、 b 点的电位(且 a 点电位高于 b 点电位),则 $U_{ab}=U_a-U_b$ 。

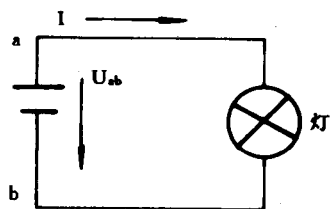


图 1-4 a 、 b 两点间的电压

电流总是从高电位向低电位流动,就像水从高处流向低处一样,电位差越大即电压越高,产生的电流就越大。电压的单位是伏特,简称伏,用字母 V 表示。电压的单位也可用千伏

(kV),毫伏(mV)和微伏(μ V)表示,它们之间的换算关系是:

$$1\text{kV}=1000\text{V} \quad 1\text{mV}=10^{-3}\text{V} \quad 1\mu\text{V}=10^{-6}\text{V}$$

1.2.3 电动势

在电路中,电源维持电路中流过持续的电流,电源是不断地向电路补充能量的装置。电源的正、负极之间存在电位差,这是因为电源产生电源力,克服电场力所做功的缘故。不同的电源产生电源力的方法不同,蓄电池靠内部电极与电解液之间的化学反应产生电源力;发电机靠磁场中电磁感应的作用产生电源力。蓄电池和发电机分别依靠化学能和机械能将正电荷从低电位(负极)移到高电位(正极)。电源力对电荷所做功的能力称为电动势。

在电源内部,电源力把单位正电荷从电源负极(低电位),移到电源正极(高电位)所做的功叫做电源的电动势,用字母 E 表示,单位为伏(V)。即 $E=A/Q$ 。式中, A 是电源力所做的功,单位为焦耳(J); Q 是被移动的电量,单位为库仑(C)。

注意 电动势和电压一样,其单位都采用伏特(V)表示。

电源电压与电源电动势在概念上不能混淆。电压指两个电极之间的电位差,它表示电能输出做功的能力;电动势是指电源内部建立电位差的本领,它表明电源依靠化学能或机械能产生电压的能力。

1.2.4 电功率

当电路中有电流流通时,电能将转换成其他非电量,单位时间内所转换的电能称为电功率,简称功率,用字母 P 表示。即 $P=W/t$ 。

在图 1-5 中,电压、电流为正方向。当正电荷 q 在电场力的作用下从 A 点移到 B 点,电能转换成其他形式的能量,即是在时间 t 内电阻 R 吸收(或消耗)的电能。电阻 R 消耗的功率可用 $P=W/t=U_q/t=UI$ 进行计算。若电压、电流为反方向,则 $P=-UI$ 。

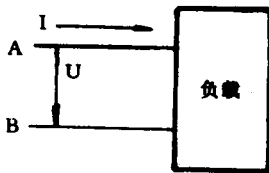


图 1-5 电功率的计算

如果 $P>0$,则为吸收功率(负载);如果 $P<0$,则为发出功率(电源)。当然对电阻而言,由于其电压与电流的实际方向总是一致的,所以电阻永远是吸收功率,则 $P=UI=I^2R=U^2/R$ 。对于具有电动势的设备,若 E 与 I 同为正方向,功率表达式为 $P_E=EI$ 。若 E 与 I 同为反方向,则 $P_E=-EI$ 。同样, $P_E>0$ 为发出功率(电源); $P_E<0$ 为吸收功率(负载)。

我们把与电源实际方向相反的电动势,例如蓄电池充电时的电动势,称为反电动势,这时蓄电池吸收功率,将电能转换成化学能。

电功率的单位是瓦特,简称瓦(W)。也可用千瓦(kW)或毫瓦(mW)作单位。其换算关系为: $1\text{kW}=1000\text{W}$ $1\text{mW}=10^{-3}\text{W}$ 。

在电能计量单位中,如果电功率单位用千瓦(kW),时间单位用小时(h),则电能的单位为千瓦小时($\text{kW}\cdot\text{h}$),习惯上称为度。电度表中计量的 1 度电就是 1 千瓦小时。

1.3 电路的基本定律

1.3.1 欧姆定律

欧姆定律是在电路中表示电压、电流、电阻之间关系的基本定律。欧姆定律可分为部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律。

1. 部分电路欧姆定律

部分电路欧姆定律又分为一段无源支路和一段有源支路的欧姆定律。

(1) 一段无源支路的欧姆定律

如图 1-6 所示,电阻 R 的两端在电压 U 的作用下,电阻中会有电流流过。实验证明,流过电阻 R 的电流 I ,与电阻两端的电压 U 成正比,与电阻 R 成反比。即 $I=U/R$ 。式中电流的单位为安培(A),电压的单位为伏特(V),电阻的单位为欧姆(Ω)。

由上可知,当加在电阻上的电压不变时,电阻越小,通过电阻的电流越大;电阻越大,通过电阻的电流越小。如果电阻保持不变,则外加电压越大,通过电阻的电流也越大,反之亦然。另一方面,当电流通过电阻时,要引起电压的降落。通常电流与电阻的乘积,称为该电阻上的电压降。即 $IR=U$ 。

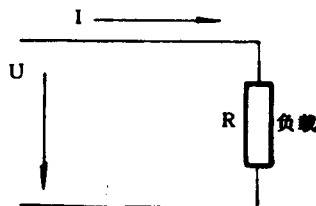


图 1-6 一段无源支路

(2) 一段有源支路的欧姆定律

如图 1-7 所示,在电路中有电源时即构成了有源支路。在一段有源支路中,电流的大小与电压和电动势的代数和成正比,与支路的电阻成反比。即 $I=(U+E)/R$ 。这就叫做有源支路的欧姆定律。

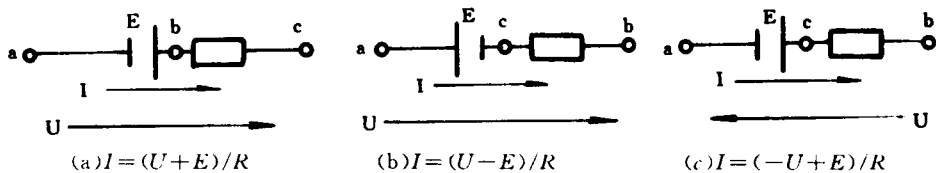


图 1-7 一段有源支路

注意 在支路中电动势的方向是电位升的方向,而电压的方向是电压降的方向。如果上式中 E 或 U 与电流 I 的参考方向不一致,则 E 和 U 应加负号,如图 1-7(b)和图 1-7(c)所示。

2. 全电路欧姆定律

全电路是指一个含有电源的闭合回路,如图 1-8 所示。在含有一个电源的闭合回路中,电源电动势为 E ,电源内阻为 R_0 ,负载电阻为 R 。实验证明,在全电路中,通过电路中的电流与电源电动势成正比,与负载电阻和电源内阻之和成反比。即 $I=E/(R+R_0)$,这叫做全电路欧姆定律。

因为 $IR=U$,所以上式可写为 $E=U+IR_0$ 或 $U=E-IR_0$ 。式中 U 是电源的端电压; IR_0 是电源的内部电压降。上式表明,电路闭合时电源的端电压等于电源电动势减去内部电压降。

1.3.2 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是在复杂电路中,表述各支路电流之间、各元件电压之间基本关系的定律。

1. 基尔霍夫电流定律

电路中能通过同一电流的每个分支叫做支路,几个支路(3个或3个以上支路)的联结点叫做节点,电路中任一闭合路径叫做回路。在如图1-9所示中,有 a 和 b 两个结点和3个支路。在任一瞬间流入某一节点的电流总和等于流出该节点电流的总和,这就称为基尔霍夫电流定律。对于如图1-9所示的节点 a ,可写成 $I_1 + I_2 = I_3$ 。

由于电流有方向性,所以一般规定:流入节点的电流为正,流出节点的电流为负,可将上式改写为: $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ 。

由于电流的连续性,电路中任何一节点均不能聚积电荷。因此,任何一瞬间电路中任一节点上,电流的代数和恒等于零。即 $\sum I = 0$ 。这就是基尔霍夫电流定律的一般表达式。

在列出节点电流方程式之前,先要规定电流的参考方向。电流的代数量,本身有正负值,当电流实际方向与参考方向一致时,电流为正值;反之为负值。

如图1-10所示, $I_1 = 2\text{A}$ 、 $I_2 = -3\text{A}$ 、 $I_3 = -2\text{A}$,试求: I_4 。利用基尔霍夫电流定律, $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$,则 $I_4 = 3\text{A}$ 。

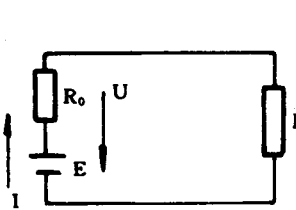


图 1-8 含有一个电源的闭合回路

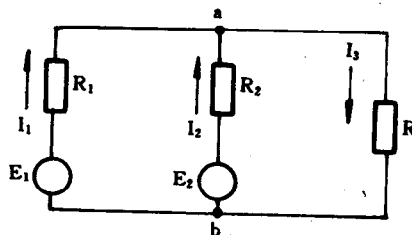


图 1-9 具有三条支路两个节点的闭合电路

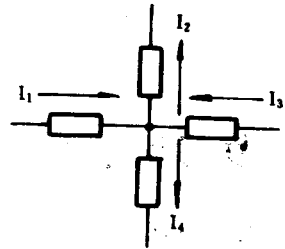


图 1-10 具有4条支路1个节点的电路

基尔霍夫定律不仅适用于电路中的任意节点,而且还可以推广应用于任意假定的闭合面,即通过任一闭合面的电流的代数和也等于零。

如图1-11所示的电路共有3个节点,6个支路,设各支路电流参考方向如图所示。各节点电流为:节点 a $I_1 = I_4 - I_6$;节点 b $I_2 = I_6 - I_5$;节点 c $I_3 = I_5 - I_4$ 。

三式相加即 $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ 。也就是对于假想的闭合面 $\sum I = 0$ 。

2. 基尔霍夫电压定律

在任一回路中,沿某一方向绕行回路一周,电压升的总和等于电压降的总和,即回路中各

段电压的代数和恒等于零。这就是基尔霍夫电压定律。即 $\sum U = 0$ 。

例如:在图1-12中,如果规定电压升取正号,电压降取负号,按照绕行方向,可列出 U_1

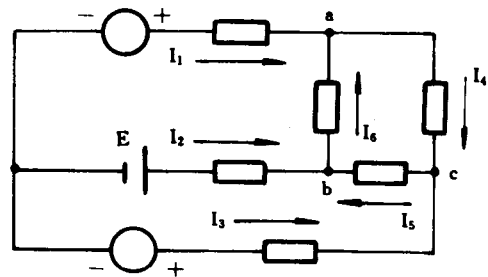


图 1-11 具有6条支路的闭合电路