

电子技术培训教材

少年电子技师读本

(一、二级适用)

宋东生 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子技术培训教材

少年电子技师读本

(一、二级适用)

全国少年电子技师认定活动
北京地区专家指导委员会 主编

宋东生 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分五部分。1. 介绍交流电的基本知识和感抗、容抗、谐振等物理概念及有趣的电学现象;2. 介绍电子电路中的三大半导体器件——半导体二极管、三极管、场效应管的性能、特点及作用;3. 介绍数字电路实验所需的基本概念、脉冲电路、门电路、触发器、计数器等原理及有关知识,以及在数字电路实验中最常用的若干数字集成电路 74 系列、4000 系列的性能、参数、工作原理及使用方法;4. 以宏指令单片机 QK2000 型和 DP-801 型为例,重点介绍了单片机的概念、编程技巧及应用实验;5. 介绍几种有趣的电子制作,主要有稳压电源、多谐振荡器、直放式收音机、超外差收音机、数字电路应用实验等,是对前四部分知识的综合应用和检验。各章后面均附有思考题,以便于巩固学习效果。

本书是专为广大青少年电子爱好者参加全国少年电子技师认定活动所编写的培训教材和自学辅导材料,也可作为广大电子爱好者自学电子技术的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

少年电子技师读本/宋东生等编著. —北京:电子工业出版社,2002.5
ISBN 7-5053-7556-3

I. 少… II. 宋… III. 电子技术-少年读物 IV. TN-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 019788 号

丛 书 名: 电子技术培训教材

书 名: 少年电子技师读本(一、二级适用)

编 著 者: 宋东生 等

责任编辑: 谭佩香

特约编辑: 沈成衡

印 刷 者: 河北省邮电印刷厂

装 订 者: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 13.5 字数: 350.78 千字

版 次: 2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-7556-3

定 价: TN·1571

定 价: 20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

中国科协、中国电子学会、无线电杂志社联合组织的全国少年电子技师认定活动自 1997 年开展以来,吸引了数以万计的青少年电子爱好者参加。这项活动是指导广大青少年学习电子技术知识的重要课堂。

在 21 世纪科学技术迅猛发展的今天,科技竞争的焦点是人才的竞争,因此,科技人才的培养是决定一个国家经济发展水平和综合国力迅速提高的关键。事实证明,无数科技人才的成长都与青少年时代的兴趣爱好密切相关。少年电子技师认定活动正是能满足和提高广大青少年电子爱好者爱科学和学科学的兴趣,是促进青少年学习和掌握电子技术知识的一种有效形式。要开展好少年电子技师认定活动,必须编写一本指导青少年电子爱好者自学和培训学习的读本。广大辅导少年电子技师活动的老师们也对此寄予热切的希望,期待有一本针对性强和实用性强的教材。为此,北京地区少年电子技师认定活动专家指导委员会组织专业技术人员和从事普及电子技术教学的有经验的教师共同编写了这本《少年电子技师读本》(一级、二级适用)。该读本针对广大青少年电子爱好者的特点,深入浅出,图文并茂,融知识性和趣味性为一体,可读性强,并特别注重了对青少年实践能力和创造能力的培养。

我们期待《少年电子技师读本》能得到广大青少年电子爱好者的喜爱,能在少年电子技师认定活动的培训工作中发挥重要作用。我们热切希望辅导老师在培训应用中对本书的不足之处提出宝贵的意见。

参加本书编写的作者有:宋东生、朱骐、孙心若、罗明宽、沈长生、车金相、周海、成皓、张跃华。

中国电子学会副秘书长宁云鹤、中国电子学会普及工作委员

会秘书长谭佩香、北京地区少年电子技师认定活动办公室主任黄茂广、常务副主任王肃平等对本书的出版给予了具体指导和大力支持,在此表示感谢!

**全国少年电子技师认定活动
北京地区专家指导委员会**

2002年3月

目 录

第一章 交流电的基础知识	(1)
第一节 什么是交流电.....	(1)
一、交流电的特点.....	(2)
二、正弦量的三要素.....	(4)
三、相位与相位差.....	(6)
四、交流电的矢量表示法.....	(8)
五、交流电的有效值	(10)
六、纯电阻负载的交流电路	(11)
第二节 含有电感的交流电路	(16)
一、自感应与电感	(16)
二、负载为纯电感的交流电路	(18)
三、电阻与电感串联的交流电路	(21)
第三节 含有电容的交流电路	(25)
一、电容器与电容量	(25)
二、负载为纯电容的交流电路	(28)
三、负载为电阻与电容串联的交流电路	(32)
第四节 交流电路中的电功率	(34)
一、纯电感交流电路中的电功率	(34)
二、纯电容交流电路中的电功率	(35)
三、电阻与电感串联电路中的电功率	(36)
第五节 谐振电路	(39)
一、LC 回路中的自由振荡	(40)
二、从 RLC 串联的交流电路谈起	(43)
三、串联谐振电路	(46)

四、并联谐振电路	(50)
第六节 三相交流与安全用电	(54)
一、什么是三相交流电	(54)
二、三相供电线路	(56)
三、星形接法的相电压与线电压	(59)
四、用电设备的保护接地与保护接零	(62)
第二章 三大半导体器件	(67)
第一节 半导体	(67)
一、什么叫半导体	(67)
二、半导体的导电机理	(67)
三、半导体的类型	(68)
四、半导体的 PN 结	(68)
第二节 半导体二极管	(70)
一、二极管	(71)
二、主要参数	(71)
三、分类	(72)
四、型号命名方法	(72)
五、测试	(74)
第三节 发光二极管	(75)
一、构造及符号	(75)
二、特点	(75)
三、发光二极管使用注意事项	(75)
第四节 晶体三极管	(76)
一、结构	(76)
二、工作原理	(77)
三、主要参数	(79)
四、分类	(81)
五、型号命名方法	(82)
六、测试	(82)

七、晶体三极管放大电路	(83)
第五节 脉冲技术简介	(85)
一、脉冲技术及其信号	(85)
二、线性波形变换电路	(85)
三、锯齿波电路	(88)
四、限幅电路	(89)
五、逻辑电路	(90)
第六节 集成电路	(90)
一、集成电路的优点	(90)
二、分类	(92)
三、组成集成电路的基本元器件	(92)
四、模拟与数字集成电路	(92)
第七节 555 时基集成电路及其应用	(93)
一、555 时基集成电路	(93)
二、555 时基电路典型应用实例	(97)
第三章 数字集成电路	(105)
第一节 74LS 系列集成电路	(105)
一、74LS 系列集成电路的特点和种类	(105)
二、74LS 系列集成电路的封装	(106)
三、74LS 系列集成电路使用注意事项	(106)
第二节 与门	(107)
一、与逻辑	(107)
二、与门图形符号	(107)
三、与门真值表	(108)
四、与门波形图	(108)
五、与门逻辑关系式	(108)
六、四 2 输入与门 74LS08 引脚排列	(109)
第三节 或门	(110)
一、或逻辑	(110)

二、或门图形符号.....	(110)
三、或门真值表.....	(110)
四、或门波形图.....	(111)
五、或门逻辑关系式.....	(112)
六、四 2 输入或门 74LS32 引脚排列	(112)
第四节 非门.....	(112)
一、非逻辑.....	(112)
二、非门图形符号.....	(113)
三、非门真值表.....	(113)
四、非门波形图.....	(113)
五、非门逻辑关系式.....	(114)
六、六非门 74LS04 引脚排列	(114)
第五节 与非门.....	(115)
一、与非门及其逻辑.....	(115)
二、与非门图形符号.....	(115)
三、与非门真值表及其波形图.....	(116)
四、与非门逻辑关系式.....	(116)
五、四 2 输入与非门 74LS00 引脚排列	(117)
第六节 或非门.....	(117)
一、或非门逻辑及其图形符号.....	(117)
二、或非门真值表及波形图.....	(118)
第七节 异或门.....	(120)
一、异或门逻辑及其图形符号.....	(120)
二、异或门真值表及波形图.....	(120)
第八节 R-S 触发器.....	(122)
一、基本 R-S 触发器的构成	(122)
二、逻辑功能分析.....	(123)
第九节 D 触发器.....	(125)
一、逻辑图形符号.....	(125)

二、逻辑功能表.....	(125)
三、工作波形图.....	(126)
四、工作特点.....	(127)
五、双 D 触发器 74LS74 的引脚排列.....	(128)
第十节 J-K 触发器.....	(128)
一、逻辑图形符号.....	(128)
二、逻辑功能.....	(129)
三、工作波形图.....	(130)
四、双 J-K 触发器 74LS73 的引脚排列.....	(130)
第十一节 CMOS 数字集成电路.....	(131)
一、CMOS 数字集成电路的特点.....	(131)
二、CMOS 数字集成电路使用时应注意 事项.....	(132)
第十二节 BCD 计数器.....	(133)
一、什么是 BCD 计数器.....	(133)
二、双 BCD 同步加计数器 4518B.....	(134)
第十三节 BCD 译码器.....	(136)
一、什么是 BCD 译码器.....	(136)
二、BCD-7 段译码器 4511B.....	(136)
第十四节 数字集成电路基础实验.....	(138)
一、数字集成电路多用实验板.....	(138)
二、集成电路使用注意事项.....	(140)
三、数字集成电路基础实验用元器件.....	(141)
四、数字集成电路基本实验.....	(141)
第十五节 数字集成电路基础实验.....	(142)
实验一 电路的串联与并联.....	(142)
实验二 电码练习器.....	(144)
实验三 电容器的充电及放电.....	(145)
实验四 与非门功能的测试.....	(146)

实验五	与非门自激多谐振荡器	(147)
实验六	抢答器	(148)
实验七	交替闪亮的信号灯	(149)
实验八	频率可调的信号发生器	(150)
实验九	模拟昆虫叫声电路	(151)
实验十	颤音电子门铃	(152)
实验十一	模拟楼梯自灭灯电路	(153)
实验十二	双稳态触发器(开关)电路	(155)
实验十三	二分频器	(156)
实验十四	移位寄存器	(157)
实验十五	BCD 计数器	(158)
实验十六	一位数字显示器	(159)
小结		(160)
第四章	单片机简介	(165)
第一节	单片机的出现与发展	(165)
一、	什么是单片机	(165)
二、	单片机的“过去”	(167)
三、	单片机的“将来”	(168)
第二节	单片机的组成与应用	(169)
一、	单片机的内部结构	(169)
二、	单片机应用系统结构	(172)
三、	单片机的特点与分类	(173)
四、	单片机的应用范围	(174)
第三节	单片机中用到的数	(175)
一、	十进制数	(175)
二、	二进制数	(176)
三、	十六进制数	(176)
四、	二进制数转换成十进制数	(176)
五、	十六进制数转换成十进制数	(176)

六、十进制数转换成二进制数·····	(177)
七、十进制数转换成十六进制数·····	(177)
第四节 宏指令单片机·····	(178)
一、什么是宏指令单片机·····	(178)
二、AT89C2051 单片机 ·····	(179)
三、AT24Cxx 系列存储器 ·····	(183)
四、74HC164、74LS165 和 74LS164 移位 寄存器·····	(186)
第五节 单片机是怎样工作的·····	(191)
一、存储器的存储单元和地址·····	(191)
二、怎样编写单片机程序·····	(192)
三、单片机是怎样执行程序的·····	(193)
第六节 微型可编程 QK-2000 型学习单片机 ·····	(195)
一、概述·····	(195)
二、组装·····	(196)
三、加电检测·····	(197)
四、熟悉指令和编程练习·····	(199)
第五章 认识新朋友——DP-801 单片机系统 ·····	(214)
第一节 DP-801 单片机系统的结构 ·····	(214)
一、主机·····	(216)
二、输入部件——小键盘·····	(216)
三、输出部件——数码管、发光二极管 及插座·····	(216)
第二节 DP-801 的使用 ·····	(217)
一、输入·····	(217)
二、运行与调试·····	(218)
第三节 DP-801 的指令 ·····	(219)
一、DP-801 的 17 种指令及其助记符·····	(219)
二、编程方法及实例·····	(233)

第四节	用 DP-801 单片机控制各种电器实例	(240)
一、	DP-801 单片机外接插座	(240)
二、	使用器件及其实验	(241)
三、	四种程控实例	(252)
第六章	制作	(282)
第一节	多谐振荡器的制作	(282)
一、	电路工作原理	(282)
二、	对元器件的要求	(284)
三、	制作与调试	(284)
第二节	直放式收音机的制作	(287)
一、	无线电波的发送与接收	(287)
二、	电路工作原理	(290)
三、	对元器件的要求	(293)
四、	制作与调试	(293)
第三节	直流稳压电源的制作	(294)
一、	电路工作原理	(296)
二、	对元器件的要求	(299)
三、	制作与调试	(299)
第四节	六管超外差式收音机的原理和制作	(301)
一、	超外差式收音机原理	(302)
二、	单元电路原理	(304)
三、	制作与调试	(309)
四、	超外差式收音机的检修	(317)
第五节	SK-229 中波七管超外差式收音机制作	(325)
一、	二极管检波电路	(325)
二、	自动增益控制电路(AGC)	(328)
三、	低放电路	(330)
四、	组装与调试	(333)

第六节	中波集成电路(IC)超外差式收音机的制作.....	(343)
一、	ULN2204A 集成电路简介	(343)
二、	电路原理.....	(347)
三、	组装.....	(348)
四、	调试.....	(351)
第七节	SK205 型全波段收音机制作	(355)
一、	电路工作原理.....	(355)
二、	组装.....	(363)
三、	调试.....	(373)
第八节	金属探测器制作.....	(375)
一、	电路工作原理.....	(376)
二、	线路板的焊接与调试.....	(380)
三、	总体组装.....	(386)
四、	调试与使用方法.....	(390)
附录		(393)
附录 A	关于在全国各省(区、市)深入开展“少年电子技师”认定活动的通知	(393)
附录 B	全国少年电子技师认定活动须知	(396)
B.1	开展“少年电子技师”认定活动的意义、组织办法和注意事项	(396)
B.2	少年电子技师认定活动章程	(400)
B.3	关于“少年电子技师”认定活动认定单位条件的审核标准	(402)
B.4	“少年电子技师”认定活动初级、中级、高级、特级导师资格的审核标准	(404)
B.5	“少年电子三级技师”认定标准	(405)
B.6	“少年电子二级技师”认定标准	(406)
B.7	“少年电子一级技师”认定标准	(406)

附录 C	二级少年电子技师知识测试范围	(407)
附录 D	二级少年电子技师操作测试规则	(409)
附录 E	二级少年电子技师考核要求	(409)
附录 F	北京地区少年电子技师认定活动资料	(411)
F.1	北京地区开展全国“少年电子技师”等级 证书认定活动的工作条例	(411)
F.2	全国“少年电子技师”等级证书认定活动 北京地区“专家指导委员会”名单	(414)
F.3	全国“少年电子技师”等级证书认定活动 北京地区组织工作委员会名单	(415)
F.4	北京市“少年电子技师”等级证书认定活动 市区县组委会办公室联系人电话	(416)

第一章 交流电的基础知识

第一节 什么是交流电

现代工业、农业、交通运输、通信和日常生活中所使用的电能，几乎都取自交流电网。交流电和直流电相比，具有许多突出的优点。首先，交流电能够应用变压器方便地升高或降低电压，使发电、输电、配电和用电既经济又安全。大家知道，在输送同样的功率时，电压越高，电流越小，线路上电能的损失就越少。图 1-1-1 绘出了电力系统的示意图。发电厂发出的交流电，电压不能太高，一般为 $3.15 \sim 15.75 \text{ kV}$ ，为了远距离输电，就需要通过升压变压器 1TM 把电压升高到 $35 \sim 330 \text{ kV}$ ；到达用电区域后，再利用降压变压器 2TM 把电压降低到 $6 \sim 10 \text{ kV}$ ，经高压配电线路把电能送到工厂和居民小区的配电变压器 3TM，将电压再降低到 380 V 或 220 V ，由配电线路引入用户的各种电气设备。其次，交流发电机和电动机都比直流电机结构简单、成本低廉、坚固耐用、维护简便。此外，需要供给直流电的各种生产设备和家用电器，可以应用整流装置变换成直流电。

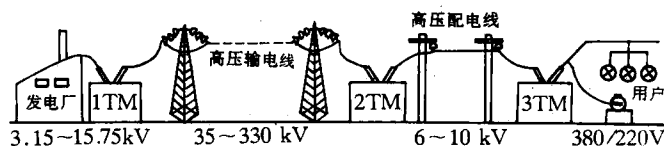


图 1-1-1 电力系统示意图

广大电子爱好者在制作、调试和维修电子装置时,不可避免地要跟交流电打交道。例如,超外差收音机的本机振荡电路、高频和低频信号发生器所产生的都是正弦波交流电;分析电路时常常需要掌握相位、移相等交流电的基本概念,等等。因此,为了进一步提高电子技术的理论水平和业务能力,学习和掌握交流电的基础知识是十分必要的。

一、交流电的特点

大家对直流电比较熟悉,直流电的特征是电压、电流的方向和大小都不随时间而变化(图 1-1-2)。交流电就不同啦,在图 1-1-3(a)所示的交流电路中,电压和电流的方向是时时变化着的,如图 1-1-3(b)所示。图中绘出了正弦波交流电压 u 随时间 t 变化的情况,称为波形图。由图可见,正弦波交流电压 u 随着时间 t 从零值逐渐上升到 t_1 时达到正的最大值,再逐渐到 t_2 时又降到零值,然后改变方向,从零值下降到 t_3 时降到负的最大值,再逐渐上升到 t_4 时又回到零值。如此周而复始,不断重复着这种变化。

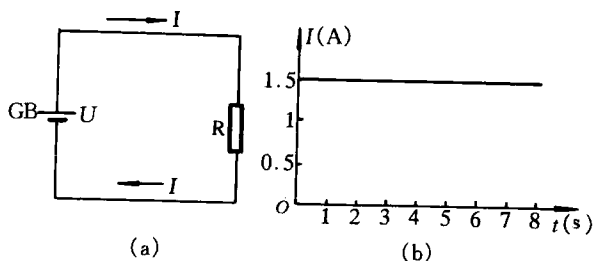


图 1-1-2 直流电的特点

交流电完成一次完整的变化所经历的时间叫作一个周期 T , 单位为秒(s), 见图 1-1-4。我国电力网供给的交流电, 周期为 0.02 s。在 1 s 内交流电变化所经历的周期数叫频率 f , 单位为周/秒, 称为赫〔兹〕用 Hz 表示。我国电力网供给的交流电, 频率为 50 Hz。在电子技术领域中, 交流信号的频率要高得多, 常用千赫(kHz)和兆