



顺德职业技术学院

国家重点培育高职院校建设项目成果

单片机技术初步实践

蔡泽凡 主 编
郭荃弟 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

国家重点培育高职院校建设项目成果

单片机技术初步实践

蔡泽凡 主 编
郭荃弟 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书以飞思卡尔(Freescale)的MC9S08AC16单片机为例介绍单片机原理及其初步实践。本书突破以往以学科体系为主线讲解单片机技术的传统模式,代之以任务为驱动来组织全书的内容,把单片机中的各种知识点和技能点糅合在不同的任务中,使读者在完成任务的过程中学会单片机的软硬件知识,在实践中培养单片机的应用能力。

全书分为单片机基本体验、单片机典型电路应用、单片机综合应用三大篇,每一篇又分为若干任务,而每个任务独立成章,全书共16章,其中第一篇包含第1章~第5章的内容,第二篇包含第6章~第12章的内容,第三篇包含第13章~第16章的内容。

本书主要针对高等职业院校电子信息工程技术的学生而编写,按照够用为度的原则安排知识,不注重全面性,而注重实用性,注重应用能力和基本技能的培养。每章都配有技能操作训练、归纳总结、思考与练习,书中所提到的大部分程序代码、流程图都可以在随书光盘中找到电子版的文件。本书特别适合作为高职高专院校的教材,也可以作为家电企业单片机控制器开发岗位的培训材料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机技术初步实践/蔡泽凡主编. —北京:高等教育出版社, 2009.9

ISBN 978-7-04-028096-8

I. 单… II. 蔡… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第127526号

策划编辑 孙 薇 责任编辑 曲文利 封面设计 张雨微 版式设计 余 杨
责任校对 王 超 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

网上订购 <http://www.landrace.com>
<http://www.landrace.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 21
字 数 500 000
插 页 4

版 次 2009 年 9 月第 1 版
印 次 2009 年 9 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28096-00

序 言

作为高职院校的专业，智能家电专业具有明显的地方特色，立足顺德及珠三角地区，面向家电行业、企业的产品生产和服务第一线，培养从事家电产品开发、质检、测试、销售等工作，具有爱岗敬业、诚信守法、踏实进取的职业道德和精神，具备电路板绘制、单片机应用、产品测试和维修等职业技能，拥有可持续发展能力和创新能力，既会做事又会做人的高素质、高技能人才。

针对上述定位和人才培养规格，智能家电专业的教师们编写了专业标准和部分专业课程的相关教材。

《智能家电专业人才培养方案与核心课程标准》：阐述了智能家电专业的人才培养方案及以工作过程为导向构建课程体系的开发设计，并设计了核心课程的课程标准。由宋玉宏主编，昂勤树、牛俊英、刘丰华、谢飞、蔡泽凡等教师参编。

《单片机技术初步实践》：通过几年的课程改革，从常规的围绕单片机展开课程转变到围绕做事情展开课程；从教师去教转变为学生去主动学习；从实验箱仿真转变到真实产品为载体的实训。由蔡泽凡主编，来自家电企业具有多年家电产品控制器开发经验的工程师李日辉等参编。

《家用电器产品与电路剖析》：以典型的家电产品为载体，阐述了产品特点、典型电路。具体分析了电路模块及关键元器件的使用，跟踪新产品和新技术。由宋玉宏主编，来自家电企业的具有丰富的产品开发与生产管理经验的雷斌高级工程师提出了大量的修改意见，并审核了全稿。

《家用电器通用电气测试实训教程》：以家电产品国家强制认证电气安全通用要求和 EMC 检验为依据设计实训项目，阐述了家电通用电气测试项目的检测目的、检测方法及相关标准的理解。由昂勤树主编，佛山市顺德区质量技术监督局顺德区标准化研究与促进中心王荣发主任提出了宝贵的修改意见，并审核了全稿。

《家电控制器开发与制作》：以豆浆机和消毒碗柜为开发实例，以家电控制器开发过程为主线，阐述开发技巧和制作经验。由刘丰华主编，企业工程师陈新、陈俊艺审核了该书稿。

《家用电器 3C 认证检验实训教程》：以家电产品强制性认证实施规则为基础，精心设计认证测试工作过程中的典型任务课题，通过“实践中学习”、项目目标、项目实践以及思考与实训等环节，培养学生实际技能。由谢飞主编，企业测试工程师刘新生副主编。

智能家电专业的教师一方面注重自我专业能力的提升，另一方面勤奋学习职业教育理论，取得的成绩是明显的。同时由于经验不足，本套教材在编写和组织上难免存在一些不足，相信他们以后会做得更好。

郭荃弟 于 2009 年 3 月 28 日

前言

本书以飞思卡尔(Freescale)的MC9S08AC16单片机为例介绍单片机原理以及初步实践。全书依照高职学生的认知规律以及单片机控制器的开发过程,分为单片机基本体验、单片机典型电路应用、单片机综合应用三大篇,每一篇又分为若干任务,而每一个任务都独立编成一章。这些任务包含了单片机的软硬件知识、单片机的典型电路软硬件设计、单片机的软硬件测试。

本书共16章,其中第一篇——单片机基本体验包含第1章~第5章的内容,第二篇——单片机典型电路应用包含第6章~第12章的内容,第三篇——单片机综合应用包含第13章~第16章的内容。

第1章介绍了单片机控制LED的作用、单片机的静态测试、单片机电源电路的设计,还介绍了本书所采用的单片机软硬件开发工具的使用方法。本章的主要目的是培养读者对单片机的感性认识。

第2章介绍了双指示灯的控制。本章包含了单片机引脚认识、汇编语言结构等基础知识。通过本章的学习,读者能够进一步提高单片机静态测试的技能,进一步熟悉单片机软硬件开发工具的使用,并学会如何设计双指示灯的软硬件。

第3章介绍了四指示灯的控制。本章包含了单片机I/O口的特性及设置、汇编语言、CPU以及CPU寄存器等基础知识。通过本章的学习,读者能够掌握I/O口的控制,初步学会汇编语言编程,并学会如何设计四指示灯的软硬件。

第4章介绍了声光报警器的设计。本章包含了振荡电路的工作原理、内存管理、数据表格的建立与访问、无源蜂鸣器的控制电路、汇编语言等基础知识。通过本章的学习,读者能够进一步掌握I/O口的控制,进一步熟悉汇编语言的编程,初步掌握程序的调试,并学会声光报警器的设计。

第5章介绍了如何用按键控制LED。本章包含了单片机I/O口的设置、按键扫描与处理、复位电路与复位向量等基础知识。通过本章的学习,读者能够学会按键电路、复位电路的设计,并进一步提高编程和静态测试的能力。

第6章介绍了月份显示牌的设计。本章包含了74LS164芯片在I/O口扩展电路中的使用、七段码显示器的控制原理、码制转换等基础知识。通过本章的学习,读者能够学会I/O口扩展电路的设计、程序流程图的绘制、七段码显示器的控制,并进一步提高编程和静态测试的能力。

第7章介绍了数字温度计的设计。本章包含了A/D转换原理、热敏线的测温原理、七段码显示器的动态扫描原理、码制转换等基础知识。通过本章的学习,读者能够学会温度采集电路的软硬件设计、七段码显示器的动态扫描方法,并进一步提高编程、流程图绘制、静态测试等能力。

第8章介绍了电子表的设计。本章包含了定时器的工作原理、定时器定时溢出、中断向

量、中断的处理等基础知识。通过本章的学习,读者能够学会定时器的使用、溢出中断处理函数的编写,最终学会电子表的设计。

第9章介绍了温度计、电子表两用设备的设计。本章包含了定时器的定时溢出及溢出中断的处理、矩阵按键的动态扫描等基础知识,通过本章的学习,读者能够学会灵活使用定时器,掌握矩阵按键电路的软硬件设计,进一步提高编程和流程图绘制的能力。

第10章设计家庭灯光控制器原理图。本章包含了单片机引脚的安排、单片机最小系统等基础知识。通过让读者设计一个简单的单片机控制器原理图,从而帮助读者对前面所学的单片机硬件知识做一个总结。读者学习了本章之后,能够明白要使单片机控制器正常工作必须至少具备哪些外围电路,如何合理安排单片机的引脚,为以后设计复杂的单片机控制器打下良好的基础。

第11章设计温度计、电子表两用设备原理图。本章的设计内容和第10章差不多,不同的是引进了一种新的单片机MC68HC908JL3。本章主要有两个目的,一是增强读者单片机控制器原理图的设计能力,二是告诉读者如何学习一款新的单片机。

第12章主要介绍单片机和计算机之间如何利用串口进行通信。

第13章~第16章彼此相关,是在一个实用控制器软硬件设计中不同阶段的内容。

第13章的主要任务是让读者全面分析某公司出口到美国的窗机控制器的原版原理图,在全面理解后,改变控制器的单片机,重新设计该控制器的原理图,从而懂得如何设计一个真正实用的单片机控制器原理图。

第14章的主要内容是控制器自检程序的设计,自检程序是一个优秀控制器程序必不可少的组成部分。

第15章的主要任务是阅读分析一个实用的窗机控制器的完整程序,通过参考别人工作成果的结晶,进一步提高读者自己设计控制器软件程序的能力。

第16章的主要内容是红外遥控接收程序的设计,遥控接收程序是控制器程序中相对比较独立的组成部分。

本书由蔡泽凡主编,郭荃弟副主编,宋玉宏、牛俊英、刘丰华、伍世瑞等参编,蔡泽凡独立编写了第1、2、3、5、6、10、13章,并参编了其他各章,郭荃弟主编了第14、15、16章,伍世瑞参编了第4章,宋玉宏参编了第7、8章,牛俊英参编了第8、9章,刘丰华参编了第11、12章。全书由蔡泽凡统稿,由雷斌高级工程师审稿,并对本书的编写提出了很好的修改意见。陈粟宋副教授给本书的编写提出了很多有益的指导意见,周虹、蔡永昶、谢飞、昂勤树、杨德青、李萍、谢志义等同事在本书的编写过程中提供了很多素材和其他帮助,高等教育出版社对初稿提出了很多宝贵的意见和建议,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,书中的程序和图表较多,其中难免有误漏之处,恳请读者朋友批评指正。

编 者

2009年5月于顺德职业技术学院

目 录

第一篇 单片机基本体验

第 1 章 任务 T1 - 1 单个指示灯控制

3

- 1.1 任务描述 3
- 1.2 任务分析 3
- 1.3 知识链接 3
 - 1.3.1 单片机电源电路的工作原理 3
 - 1.3.2 单片机电控制器静态测试 7
 - 1.3.3 CodeWarrior 软件的简单使用 7
 - 1.3.4 BDM 工具的简单介绍 16
- 1.4 任务实施 18
 - 1.4.1 准备工具 18
 - 1.4.2 任务实施步骤 18
- 归纳总结 21
- 思考与练习 21

第 2 章 任务 T1 - 2 双指示灯控制

22

- 2.1 任务描述 22
- 2.2 任务分析 22
- 2.3 知识链接 23
 - 2.3.1 在 CodeWarrior 新建一个汇编语言工程 23
 - 2.3.2 并行 I/O 口 25
 - 2.3.3 汇编语言程序结构 29
 - 2.3.4 发光二极管 LED 介绍 31
- 2.4 任务实施 33
 - 2.4.1 准备工具 33
 - 2.4.2 任务实施步骤 33
- 归纳总结 36
- 思考与练习 37

第 3 章 任务 T1 - 3 四指示灯控制

38

- 3.1 任务描述 38
- 3.2 任务分析 38
- 3.3 知识链接 39
 - 3.3.1 普通 I/O 口的使用 39
 - 3.3.2 MC9S08AC16 资源 40
 - 3.3.3 CPU 以及 CPU 寄存器 40
 - 3.3.4 汇编语言以及汇编语句 43
- 3.4 任务实施 51
 - 3.4.1 准备工具 51
 - 3.4.2 任务实施步骤 51
- 归纳总结 52
- 思考与练习 53

第 4 章 任务 T1 - 4 声光报警器

54

- 4.1 任务描述 54
- 4.2 任务分析 54

4.3 知识链接 55

- 4.3.1 内部时钟发生器模块 ICG 55
- 4.3.2 存储器管理 65
- 4.3.3 指令的寻址方式 69
- 4.3.4 指令周期与延时程序设计 73
- 4.3.5 数据表格的建立与访问 73

4.3.6 蜂鸣器控制 75**4.4 任务实施 76**

- 4.4.1 准备工具 76
- 4.4.2 任务实施步骤 76

归纳总结 82

思考与练习 82

第5章 任务 T1-5 用按键控制 LED**83****5.1 任务描述 83****5.2 任务分析 83****5.3 知识链接 84**

- 5.3.1 简单按键的设计与处理 84
- 5.3.2 复位向量与复位电路 86
- 5.3.3 函数 87

5.3.4 堆栈 90**5.4 任务实施 92**

- 5.4.1 准备工具 92
- 5.4.2 任务实施步骤 92

归纳总结 96

思考与练习 96

第一篇总结**97****第二篇 单片机典型电路应用****第6章 任务 T2-1 月份显示牌****101****6.1 任务描述 101****6.2 任务分析 101****6.3 知识链接 102**

- 6.3.1 七段码控制 102
- 6.3.2 74LS164 芯片介绍 104
- 6.3.3 数制 105

6.4 任务实施 107

- 6.4.1 准备工具 107
- 6.4.2 任务实施步骤 107

归纳总结 113

思考与练习 113

第7章 任务 T2-2 数字温度计**114****7.1 任务描述 114****7.2 任务分析 114****7.3 知识链接 115**

- 7.3.1 模/数转换 115
- 7.3.2 热敏线测温 125
- 7.3.3 数码管的动态扫描原理 135

7.4 任务实施 136

- 7.4.1 准备工具 136
- 7.4.2 任务实施步骤 136

归纳总结 144

思考与练习 144

第8章 任务 T2-3 电子表**145****8.1 任务描述 145****8.2 任务分析 145**

8.3 知识链接 146

- 8.3.1 定时器的总体介绍 146
- 8.3.2 定时器的结构及功能 146
- 8.3.3 定时器的定时溢出功能 146
- 8.3.4 定时器输入捕捉功能 154
- 8.3.5 定时器输出比较功能 154

8.3.6 定时器脉宽调制输出功能 155

8.4 任务实施 156

- 8.4.1 准备工具 156
- 8.4.2 任务实施步骤 156

归纳总结 164

思考与练习 164

第9章 任务 T2-4 温度计、电子表两用设备

165

9.1 任务描述 165**9.2 任务分析 165****9.3 知识链接 166**

- 9.3.1 矩阵按键的软硬件设计 166
- 9.3.2 常见击键类型分类 167
- 9.3.3 “单击”和“连击”按

键的识别 168

9.4 任务实施 169

- 9.4.1 准备工具 169
- 9.4.2 任务实施步骤 169

归纳总结 187

思考与练习 187

第10章 任务 T2-5 家庭灯光控制器原理图的设计

188

10.1 任务描述 188**10.2 任务分析 188****10.3 知识链接 189**

- 10.3.1 输入输出的确定 189
- 10.3.2 单片机引脚的安排 189

10.4 任务实施 189

- 10.4.1 准备工具 189
- 10.4.2 任务实施步骤 190

归纳总结 190

思考与练习 190

第11章 任务 T2-6 温度计、电子表两用设备原理图的设计

191

11.1 任务描述 191**11.2 任务分析 191****11.3 知识链接 192**

- 11.3.1 MC68HC908JL3 的资源 192
- 11.3.2 单片机引脚的安排 193

11.4 任务实施 195

- 11.4.1 准备工具 195
- 11.4.2 任务实施步骤 195

归纳总结 195

思考与练习 196

第12章 任务 T2-7 用计算机控制灯光

197

12.1 任务描述 197**12.2 任务分析 197****12.3 知识链接 197**

- 12.3.1 RS-232 标准 197
- 12.3.2 MC9S08AC16 SCI 功能介绍 203

12.3.3 串口调试软件介绍 212

12.4 任务实施 214

- 12.4.1 准备工具 214
- 12.4.2 任务实施步骤 214

归纳总结 222

思考与练习 223

第二篇 总结

224

第三篇 单片机综合应用——窗机控制器设计

第 13 章 任务 T3 - 1 窗机控制器原理图设计

229

13.1 任务描述 229

13.2 任务分析 229

13.3 知识链接 230

13.3.1 L7805 介绍 230

13.3.2 ULN2003AN 介绍 230

13.3.3 MC34064 介绍 231

13.3.4 红外接收头介绍 232

13.3.5 MC68HC705SR3 简介 234

13.4 任务实施 236

13.4.1 准备工具 236

13.4.2 任务实施步骤 236

归纳总结 238

思考与练习 238

第 14 章 任务 T3 - 2 窗机控制器自检程序设计

239

14.1 任务描述 239

14.2 任务分析 239

14.3 知识链接 240

14.3.1 一种新的矩阵按键扫描方法 240

14.3.2 自检程序的设计 241

14.4 任务实施 242

14.4.1 准备工具 242

14.4.2 任务实施步骤 243

归纳总结 277

思考与练习 277

第 15 章 任务 T3 - 3 窗机控制器软件设计

279

15.1 任务描述 279

15.2 任务分析 279

15.3 知识链接 279

15.3.1 窗机控制器的功能说明 279

15.3.2 窗机控制器软件程序的说明 283

15.4 任务实施 286

15.4.1 准备工具 286

15.4.2 任务实施步骤 286

归纳总结 287

思考与练习 287

第 16 章 任务 T3 - 4 遥控器接收程序设计

288

16.1 任务描述 288

16.2 任务分析 288

16.3 知识链接 289

16.3.1 窗机遥控器介绍 289

16.3.2 MC9S08AC16 外中断设置 293

16.3.3 红外遥控接收处理 294

16.3.4 遥控接收处理中的抗
干扰措施 295

16.4 任务实施 297

16.4.1 准备工具 297

16.4.2 任务实施步骤 298

归纳总结 298

思考与练习 298

第三篇总结

299

附录

300

附录 A MC9S08AC16 通用功能板
原理图 300

D.5 转移类指令 314

D.6 其他指令 317

附录 B MC9S08AC16 通用功能板
元件布局图 300

附录 C MC9S08AC16 通用功能板
实物图 300

附录 D 汇编指令集 300

D.1 数据传送类指令 300

D.2 算术类指令 303

D.3 逻辑类指令 309

D.4 位操作类指令 313

参考文献

322



第一篇

单片机基本体验

第 1 章

任务 T1-1 单个指示灯控制

知识点

- 单片机的 I/O 口控制 LED 的作用
- 单片机电源电路的工作原理

技能点

- 单片机电源电路的设计
- 单片机的静态测试
- 单片机软硬件开发工具的使用

1.1 任务描述

用单片机的 I/O 口控制 MC9S08AC16 通用功能板(实物图如附录 C 所示,元件布局图如附录 B 所示)上的 LED1,使其按照一定的频率闪烁,模拟电饭煲等家电产品完成任务后指示灯闪烁的功能。

1.2 任务分析

本任务的目的是为了使读者了解单片机的控制作用,了解单片机如何使 LED 闪烁,学会单片机电源电路的设计,懂得如何进行单片机的静态测试,同时学会单片机软硬件开发工具的基本操作。为了达到这个目的,本书在实施这个任务时,有意识地让读者先分析电源电路的工作原理并对功能板上的电源部分进行静态测试,然后用跳线的方法手动控制 LED1,使 LED1 具有闪烁的功能,最后才用本书提供的例子程序,下载到单片机中,用单片机来控制 LED1。

1.3 知识链接

1.3.1 单片机电源电路的工作原理

本书所用的 MC9S08AC16 通用功能板原理图如附录 A 所示,功能板的元件布局图如附录

B 所示,实物图如附录 C 所示,为了方便大家的学习,原理图中把各个功能模块电路隔开,设计功能板 PCB 图时也尽量地把同一个功能模块的元器件安排在同一区域,附录 A 所示的原理图和对应的 PCB 图在随书光盘的文件夹“电路原理图及 PCB 图\MC9S08AC16 通用功能板原理图和 PCB 图”中可以找到。

由附录 A MC9S08AC16 通用功能板原理图可以看出 MC9S08AC16 通用功能板的电源电路主要包括 220 V 高压交流电到 12 V 低压交流电、12 V 低压交流电到 17 V 左右的低压直流电、17 V 左右的低压直流电到 12 V 低压直流电、12 V 低压直流电到 3.3 V 低压直流电 4 个部分的变换,下面分别介绍。

(1) 220 V 高压交流电到 12 V 低压交流电变换

如图 1-3-1 所示,这部分变换电路包括熔断器(保险丝) FUSE1、压敏电阻 R1、线间电容 C1 和交流变压器 T1。

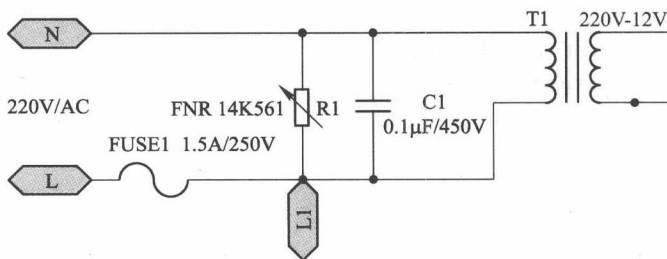


图 1-3-1 220 V 高压交流到 12 V 低压交流变换电路^①

交流变压器 T1 起到降压的作用,它把 220 V 的交流电降为 12 V 左右的交流电,因此当变压器一次侧(原边、初级)所加的电压为 220 V 时,二次侧(副边、次级)的电压为 12 V 左右,电流 0.6 A 左右。选择变压器时主要考虑其一次侧能承受的电压,以及一次侧和二次侧的变压比,同时还要考虑二次侧的电流和变压器总的功率。

变压器是高压部分和低压部分的分界线,其输入端为高压交流电,输出端为低压交流电。

安全提示

➤ 变压器一次侧以及和一次侧直接相连的线路属于高压部分,不能用手触摸它们的裸露部分,否则将会触电。

➤ 变压器二次侧属于低压部分,用手触摸一般不会有触电的危险,但是为了安全起见,强烈建议也不要直接用手触摸。

压敏电阻 R1 和线间电容 C1 起到抗干扰的作用。压敏电阻是指电阻值能够随加在其两端电压的变化而变化的特殊电阻,分为正系数压敏电阻和负系数压敏电阻,正系数压敏电阻是指电阻值随着电压的升高而增大,负系数压敏电阻则是指电阻值随电压的升高而减小。本电路选择的是负系数压敏电阻,当 220 V 的交流电产生尖峰脉冲(即电压远远大于 220 V)时, R1 的阻值迅速变小,绝大部分电流从 R1 中通过,从而使变压器 T1 一次侧的电压基本上保持在 220 V,避免在二次侧感应出远大于 12 V 的交流电。另外压敏电阻还起到保护其他电路的作

^① 为了便于对照,书中电路图均按附录中大图(仿真图)符号进行统一。

用,当电网中出现异常,一段时间之内电网电压都大于压敏电阻的压敏电压 560 V 时,压敏电阻处于短路状态,电流全部经由压敏电阻通过熔断器,使熔断器迅速熔断,从而保护压敏电阻之后电路的安全。选择压敏电阻时,主要考虑其额定工作电压、电阻变化系数以及能够承受的最大电压。线间电容 C1 一般选择 0.1 μF 的安规电容,其主要作用是给 220 V 交流电中的高频干扰提供通路,避免把高频干扰感应到二次侧,从而也使变压器的二次侧的电压比较稳定。选择线间电容,主要考虑其电容值以及最大的承受电压。

熔断器起到保护电路的作用。当电路发生异常,例如短路,电路中的电流急剧加大,这时熔断器温度迅速升高并熔断,从而切断电源,起到保护电路其他元器件的目的。熔断器的额定电流不宜太大也不宜太小,一般选择比电路满负载时的电流大 1~2 倍,如果太小,当电路正常时就有可能熔断,产生熔断器频繁熔断的异常,如果太大,在其他元器件被烧毁之后熔断器都没有熔断,起不到保护电路的作用。

(2) 12 V 低压交流电到 17 V 低压直流电变换

如图 1-3-2 所示,这部分电路由 4 个二极管 D1、D2、D3、D4 (4 个二极管均为 IN4007), 470 μF 电解电容 C2 组成, RL 代表整流电路的负载。

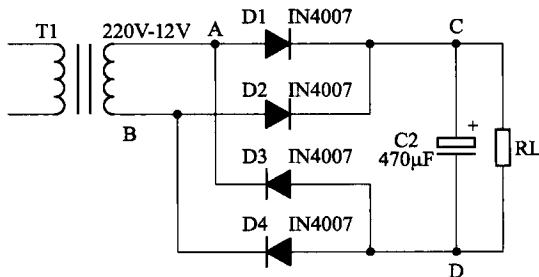


图 1-3-2 12 V 低压交流电到 17 V 低压直流电变换电路

D1、D2、D3、D4 4 个二极管组成了全波整流电路,把交流变成了直流。当变压器 T1 的二次侧 A 端为正, B 端为负时, D1 和 D4 导通,电路通路 A→C→D→B, C 端为正, D 端为负;当变压器 T1 的二次侧 A 端为负, B 端为正时, D2 和 D3 导通,电路通路 B→C→D→A, C 端为正, D 端为负。由上面的分析可以看出,不管变压器 T1 二次侧的交流电压处于正半周(假设 A 端为正 B 端为负是正半周)还是负半周,电流都是由 C 端流到 D 端,也就是说 C 端的电压总是比 D 端高,如果把 D 端的电位定为 0 V (即直流电源的地),则 C 端的电位就是 C、D 两端的电压,当全波整流电路输入端(即 A、B 两端)交流电压的有效值为 12 V 时,全波整流电路的输出端(即 C、D 两端)的电压为 $12\sqrt{2}$,约等于 17 V。

电容 C2 起到滤波的作用,是全波整流电路输出端的滤波环节,使 C 端的电位比较平滑,如果不加滤波电容 C2,用示波器观察 C 端的电位,其形状为锯齿状,如图 1-3-3 所示,加上滤波电容 C2 后,用示波器观察 C 端的电位,其形状为纹波状,如图 1-3-4 所示,实际情况可能更加平坦。

4 个二极管是交流与直流的分界线,输入端是交流电,输出端是直流电。

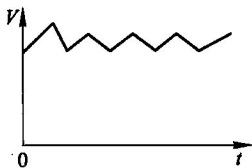


图 1-3-3 没有滤波环节的 C 端电位曲线

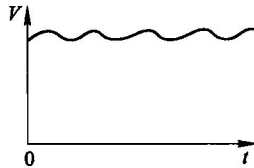


图 1-3-4 有滤波环节的 C 端电位曲线

安全提示

➤ 整流桥输出以及其后级都属于低压部分，用手触摸不会有触电的危险。

(3) 17 V 低压直流电到 12 V 低压直流电变换

如图 1-3-5 所示，这部分电路由三端变压芯片 L7812 和 $0.1\ \mu\text{F}$ (104) 陶瓷电容 C3、 $100\ \mu\text{F}$ 电解电容 C4 组成。L7812 的引脚 1 为电压输入端，引脚 2 为地，引脚 3 为电压输出端，外围电路非常简单，只需要在输入端并入 1 只 $0.1\ \mu\text{F}$ 的瓷片电容，在输出端并入 1 只 $100\ \mu\text{F}$ 即可。L7812 输入电压为 $14.5\sim 27\ \text{V}$ ，输出电压为 $11.5\sim 12.5\ \text{V}$ ，输出电流为 $1.0\ \text{A}$ 。

L7812 是 L78 × × 大家族中的一员，具有封装多、外围元器件少的特点，且内部具有过电流保护。如图 1-3-6 所示，L7812 具有 TO-220、TO-220FP、TO-220FM、TO-3、D²PAK 等多种封装形式，适合不同尺寸要求的场合，方便电路图的设计。

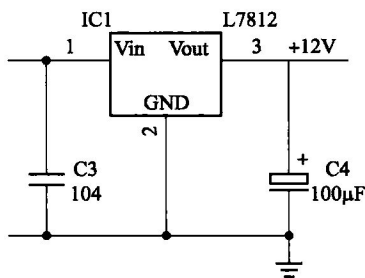


图 1-3-5 17 V 低压直流电到
12 V 低压直流电变换电路

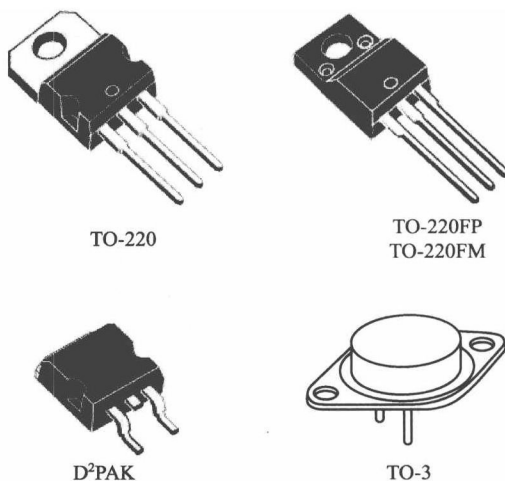


图 1-3-6 L78 × × 变压芯片封装

12 V 直流电主要是为了给 12 V 继电器和 12 V 蜂鸣器提供工作电压。

(4) 12 V 低压直流电到 3.3 V 低压直流电变换

如图 1-3-7 所示，这部分电路由直流变压芯片 LM1117MPX-3.3、 104 陶瓷电容 C5、C7、 $10\ \mu\text{F}$ 电解电容 C6 组成。

LM1117 是一个低压差电压调节器系列，压差为 $1.2\ \text{V}$ 时负载电流为 $800\ \text{mA}$ 。LM1117 有可调电压的版本，通过 2 个外部电阻可实现 $1.25\sim 13.8\ \text{V}$ 输出电压范围。另外还有 $1.8\ \text{V}$ 、 $2.5\ \text{V}$ 、 $2.85\ \text{V}$ 、 $3.3\ \text{V}$ 和 $5\ \text{V}$ 等 5 个固定电压输出的型号。