

单片机原理及应用

实验和课程设计 指导书

徐春辉 陈忠斌 主编

华东交通大学电气与电子工程学院

二〇一九年九月

前 言

单片机的高可靠性、超小型、低价格、容易产品化等特点，使得其在仪器仪表智能化、实时工业控制、实时数据采集、智能终端、通信设备、导航系统、家用电器等控制应用领域，得到了十分广泛的应用。《单片机原理及应用》课程成为众多工科专业的一门重要的学科基础课。为配合《单片机原理及应用》课程的教学，编写了本实验和课程设计指导书。

作为高校教学的主力单片机MCS-51尽管仍在发挥巨大的作用，但教学方法和实验手段已发生了一些重要的变化。一个是大量采用C语言进行教学，强调单片机学习的高效性，通用性和实用性。二是大量采用仿真软件，对单片机的整个开发过程进行前期的仿真设计，在仿真中发现和解决大量可能在产品实际开发中可能出现的问题。强调硬件与软件的统一，降低开发成本。这其中以英国了Labcenter公司推出的PROTEUS的软件功能最为强大，在全世界都得到了广泛的应用。目前，国内的很多高校的单片机教学也大量采用PROTEUS软件，这已经成为单片机教学改革的一个很重要的方面。

本实验指导书正是顺应这一教学改革的潮流，充分利用单片机软硬件仿真软件Keil C和PROTEUS，针对教学中的难点和重点，设计了一系列的实验，使得学生既可以在实验室里也可以在安装了相关软件的自有计算机上完成这些实验，这就增加了学生学习的兴趣和主动性。

除此而外，本实验指导书还设计了利用单片机开发板对单片机实验系统进行实时调试的实验，使学生的开发能力得到全面锻炼。

最后，在为期一至两周的课程设计时间里，利用这些开发工具完成一个完整的单片机系统的设计与调试，使学生的单片机实际应用能力得到一个有效的提高。

本实验及课程设计指导书由电气学院单片机教研组徐春辉、陈忠斌、章海亮、张永贤、李宋、吴翔、高彦丽等老师编写。由于时间仓促，加上编者学识有限，如有不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

2019年9月

目 录

前言	(1)
第1章 实验指导书	(3)
1.1 实验1 集成开发环境软件 Keil μ Visi on 的认识与操作实践	(3)
1.2 实验2 汇编语言源程序的仿真调试实验--二进制到BCD转换	(6)
1.3 实验3 Proteus仿真软件的认识与单片机I/O接口应用实例仿真调试实验	(8)
1.4 实验4 串口数据发送实验	(13)
1.5 实验5 数字电压表---A/D 转换器应用实验	(16)
第2章 课程设计指导书	(20)
附录A	(22)
附录B	(30)
参考文献	(34)

第1章 实验指导书

《单片机原理及应用》是一门实践性很强的课程，必须通过大量的实践才能真正掌握单片机的原理和应用技术。所以，希望 学都能认真对 单片机实验课，认真完成实验安 的 。要 学 到如 点实验须

1. 实验前必须 读教科书的有关 分和本实验指导书，了解实验目的、内容、 ， 实验前的 备工作，编写 实验中要 自编 改的程序 完成实验前要 完成的 备 工作后才可以上机实验， 不得上机操作。

2. 在实验室内 安 和 生，不得 动和 ，集中 力完成实验。

3. 不 与实验 关的 和开关， 与本 实验 关的 设备都 动用和 ， 安全。

4. 认真完成实验 ，对实验中出现的现 进行分 ，在 的时间内上 实 验 。

1.1 实验1 Keil C软件学习与操作实践

1. 实验目的

Keil C51 集成开发环境的使用方法， 掌握Keil C51基本的操作和使用，能 、编 和仿真调试 单的程序。

2. 实验内容

在 Keil C51 集成开发环境编写程序，实现 P1.0 口单 的功能 设 P1.0 口所接 发 二 管低电 点亮 ，编写程序后在 Keil C51 集成开发环境完成编 和仿真，实现全 行、单 行、学 设 点、 相关 器等操作。

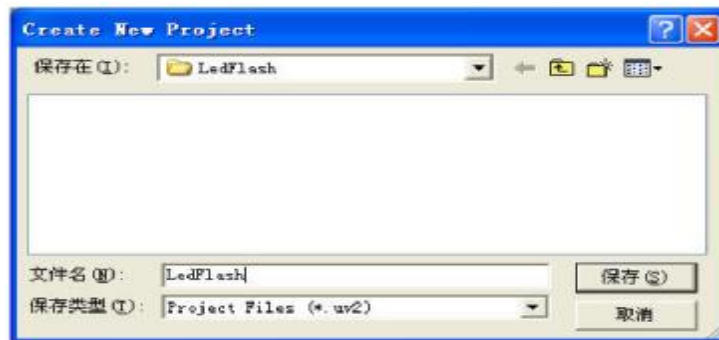
3. 实验设备

安装 Keil C51 的计算机一 。

4. 实验步骤（参考文献1 第 11 章）

(1) 一个工程 目 片 。

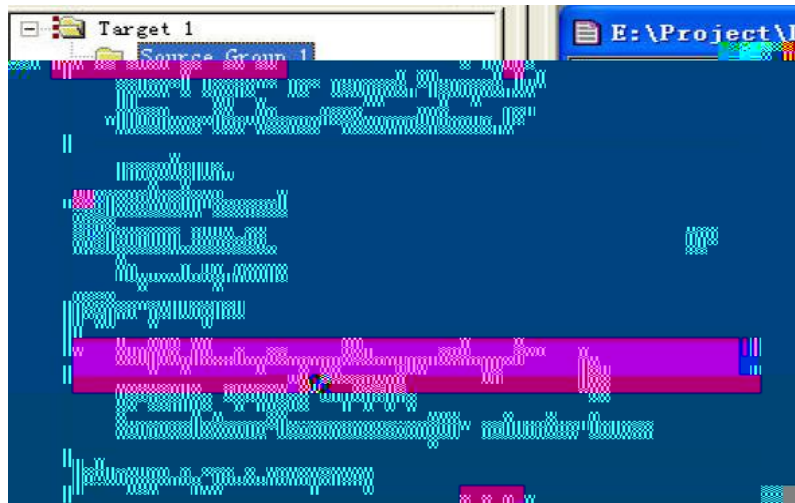
行 Keil C51 软件的 单\Project | New Project ， 出一个! 为“Create New Project”的对" #。\$ 一个合%的&件' 备()工程&件，最后，为工程*! ， 。如+ 1-1 所 ， - 接. ， Keil C51 提， / CPU 器件。在这里可以 Atmel 公司的 AT89S52。



+ 1-1 Keil C51 工程的

(2) 编写 加 汇编源文件 C 源文件， 添加到工程中。

行 单击 File | New ，出现一个! 为 1 Text n 其中 n 表, 序 2 的 & 3。如 + 1-2 所, 。



+ 1-2 源文件的添加

行 单击 File | Save ， 出一个! 为 1 Save As 的对" #。 4 文件! 改为 5 6 \$ 7 的! 8, 如 led.asm 后 。

单击 > Keil C51 软件? @ 目工作 A 口 1 Target 1 上的 1 B ， 4 其; 开。 9 后 C > 1 Source Group 1 文件' ， 出如 + 1.7 所, 的 单击。 单击 > 其中的 1 Add Files to Group 'Source Group 1' ， 4 源程序文件添加到工程中。

9 后编写如 程序源文件， D 。

```

ORG 0000H
MAIN: CLR    P1.0           1    点亮LED
      MOV 30H, #255
      LCALL DELAY          2    调用E时F程序
      SETB P1.0           3    GHLED
      MOV 30H, #200
      LCALL DELAY          4    调用E时F程序
      AJMP MAIN           5    I J MAIN处 行
DELAY MOV R7, 30H          6    E时程序
D1    MOV R6, #250         7
D2    DJNZ R6, D2          8    R6 ) 内K环 数
      DJNZ R7, D1          9    R7 ) 外K环 数
      RET                  10
      END

```

(3) 设 L 数

单击 > "Project" 单击 "Option..." 可能 需要 两 ， 在 "Output" "NOP" ， 中 "Create HEX File" ， 9 后 " "。 其 QL 数的 设 可 LR 相关 教 S。

(4) 编 源程序

单>工具T的“ ” “编 U前源程序。编 VW X, 在 出A口内。
 如W是“0 Error(s), 0 Warning(s).”就表, 程序Y有问题了 至Z是在语法上不 在问题
 了。如W 在[\] , ^ _ ` a /的程序。 改后, D编 , b到通过为 。
 编 后的VW 生成 HEX 格c 的程序&件“LedFlash.hex”。

(5) 编 d接通过后进行软件ef 仿真。

b接点>工具Tgh的“ ”+N。进 仿真ij 。

行 单“Peripherals | I/O-Ports | Port 1”, 出 P1 端口的界面, 如+ 1-3。在
 0k 7中, 用√表, 高电 , √表, 低电 。



+ 1-3 仿真 I/O 端口

点>工具T“ ”+N, 进行全 行, l m P1.0 口电 的变化。

点>n 行“ ”, D点>单 进 “ ”, 单 行程序, l m l m P1.0
 口电 的变化。

设 /o除 点“ ” 在程序的中设 点, (如在 CLR P1.0 和 SETB P1.0 语p
 前加 点), D多 点>工具T“ ”+N, 进行全 行, q到 点, 程序 n
 行, 可l m P1.0 口电 的变化。

单>工具T的“ ”+N, 4X, 出 r 器A口, 可在 r 器A口中l ms 一具t
 的内容, 如; 30H 中的内容。

(6) 编 d接通过后如W有硬件装 , 可4程序 u到单片机中, 是程序在硬件进行
 实际 行, l m 行VW。

5. 实验思考题

- 1 试编写v 片内 RAM 50H~59H 单wOX 的程序。
- 2 试编写v 片内 RAM 50H~59H 单w写 1 01H 的程序

1.2 实验2 程序调试实践----BCD到二进制转换

1. 实验目的

掌握 单的数y 转换算法。基本了解数y 的 表z 方法。

{ 掌握在 Keil C51 集成开发环境的使用。

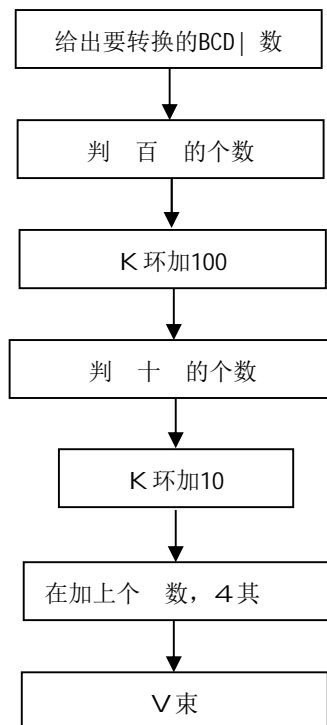
2. 实验内容

√ 3 BCD | 转换为二进制数, 设 3 BCD | 最大为 255。 L R & } 1 ~ 68 P
在 Keil C51 集成开发环境完成编 和仿真, 实现单 行、 时使用 1 View 单
的 1 Memory Windows r 器内 的y, 仿真、 程序 行VW。

3. 实验设备

安装 Keil C51 的计算机一 。

4. 参考程序框图



+ 1-4 单字节二进制数转换成非压缩BCD | # +

5. 参考程序:

说明 转换的 BCD | 为 123, 分别) 在 09H 和 08H 中, 转换 VW) 在 0AH 中。

```
ORG 0000H
SJMP MAIN
ORG 0030H
MAIN: MOV 08H, #23H
      MOV 09H, #01H
      MOV R1, 08H
      MOV R0, 09H
      MOV A, #00H
      CJNE R0, #00H, LOOP1
```

```

        SJMP LOOP2
LOOP1:  ADD A, #64H
        DJNZ  R0, LOOP1
LOOP2:  MOV R2, A
        MOV   A, R1
        ANL  A, #0F0H
        SWAP A
        MOV  R0, A
        MOV  A, R2
        CJNE R0, #00H, LOOP3
        SJMP LOOP4
LOOP3:  ADD  A, #0AH
        DJNZ  R0, LOOP3
LOOP4:  MOV  R2, A
        MOV  A, R1
        ANL  A, #0FH
        ADD  A, R2
        MOV  0AH, A
        END

```

6. 实验思考题

- (1) 试编写 表程序程序。
- (2) 试编写二进制数转换成 BCD | 的程序
- (3) 试编写二进制到 ASCII | 转换的程序

1.3 实验3 Proteus软件学习与单片机I/O接口应用实验

1. 实验目的

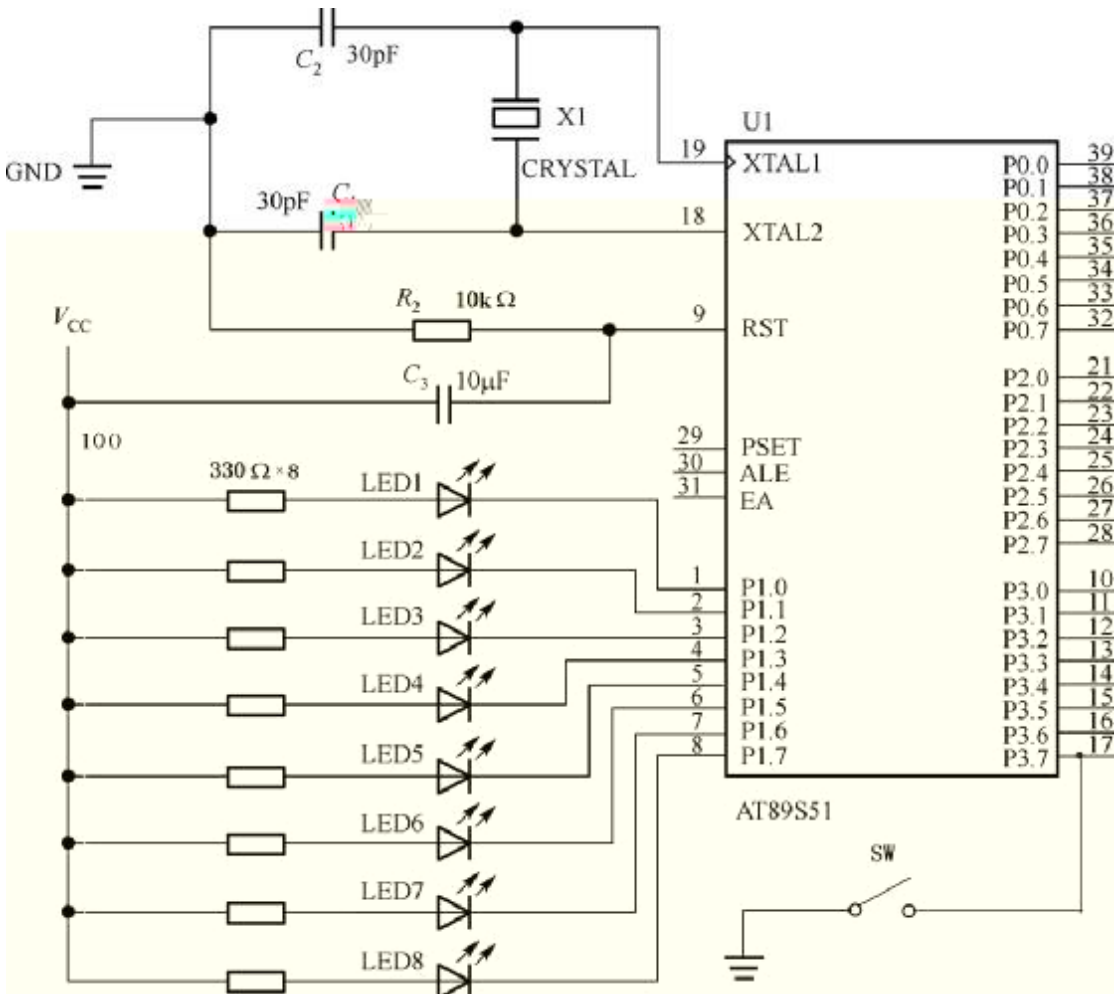
掌握 51 系列单片机 I/O 端口的使用方法。

掌握 PROTEUS 软件的使用方法。

2. 实验内容

使用 Proteus 画出硬件电路，如 + 1-5 所 示，单片机的 P1 口接 8 个 LED 发 光 二 极管，试编写程序实现 8 个发 光 二 极管 顺 序 点 亮，即实现发 光 二 极管 组 成 的 流 水 灯 控 制，鼓 励 用 多 种 编 程 方 法 实 现 流 水 灯 控 制 的 编 程。

利用 Proteus 硬件仿真功能，完成流水 灯 的 仿 真 运 行。

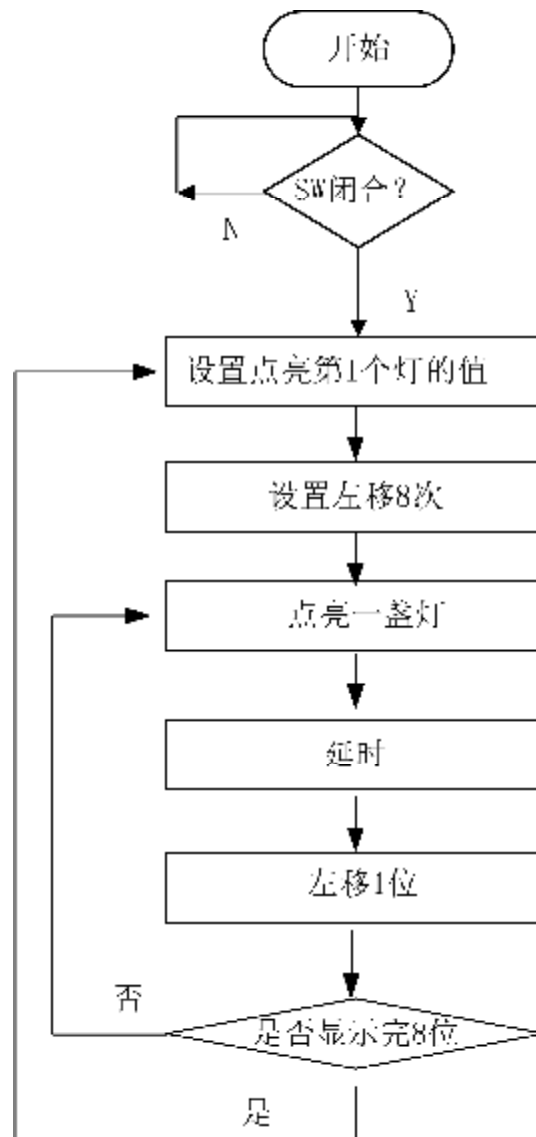


+ 1-5 流水 灯 硬件电路 +

3. 实验设备:

安装 PROTEUS 软件的计算机一 台。

4. 参考程序框图



+ 1-6 程序L R流程 +


5. 参考程序见参考文献1第141页。

6. 实验步骤：(参考文献1第146页)

(1) 新设计&件

运行 Proteus 软件的单“File --- New Design”，用 DEFAULT 默认模板。设计，: ; ! 为.DSN。

(2) * w件

首先在工具T上 w件ec，如  有所， D单> 工具T上的“P” ，进 w件 * ec，如+ 1-7所， ，在? 上角 Keyword # 中 w件! 找(例如找 AT89C51)，软件自动找w器件， 4符合条件的原件在C@列出， M要的w件上 双>， 自动4w件) 对 * 器 Category 中。

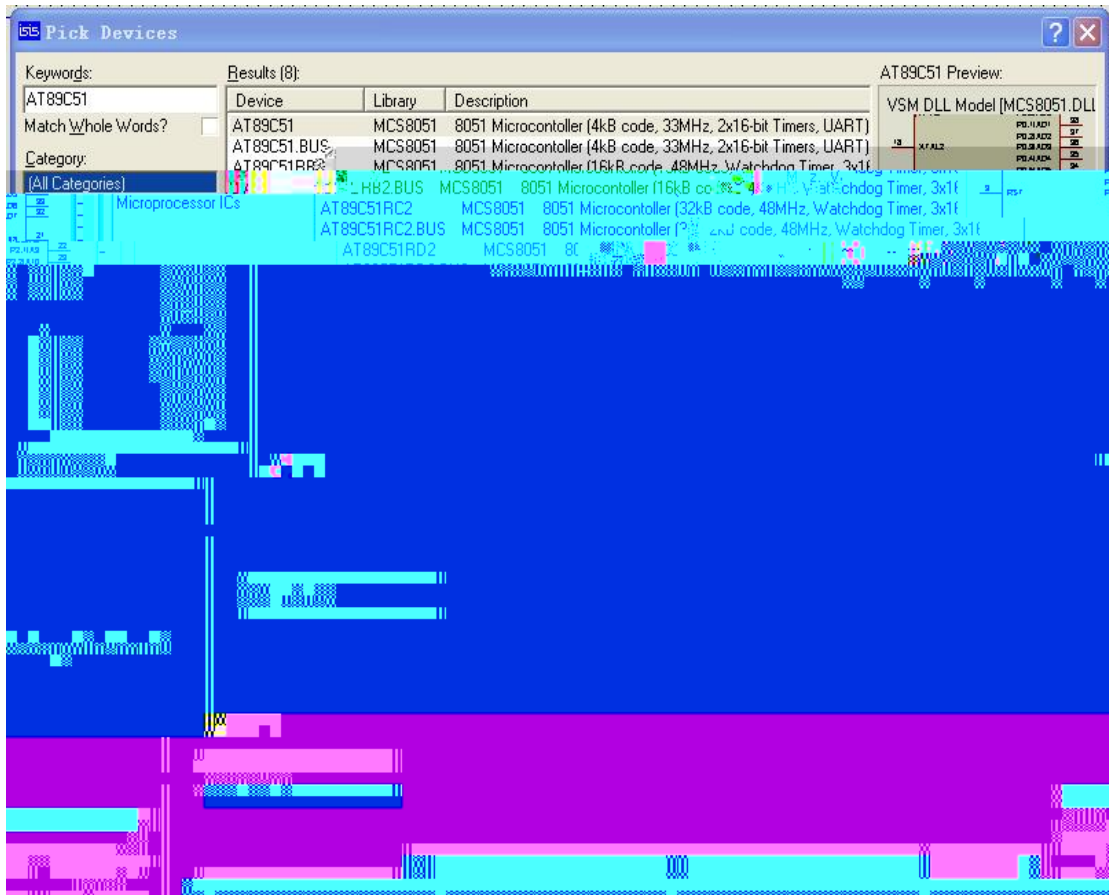
D依以 样的方c 其Q所Mw件，如

Ø 选取RES、RES8 (电阻或排阻)

- Ø LED-RED红色发光二极管
- Ø CAP、CAP-ELEC: 通用电容、电解电容
- Ø CRYSTAL; 晶振

(3)) w件到编辑区

在对 * 器中单> AT89C51 中w件, 4 N移动到编辑, 鼠N变成铅笔形i , 单> ? 键, # 中出现一个w件原理+ 的轮廓+, 可以移动。鼠N移到合% 后, 鼠N? 键, 即可) 一个w件, d 续单>, 可) 多个 样的w件。



+ 1-7 w件 *

(4) 移动w件

? 侧工具T 上的“箭头”+ N, 主ec 切换为 * ec, v 鼠N移到C侧的原理+ 中, 鼠N经过w件时 就成1 手形 , v 鼠N移到 LED-RED 上, ? 键, LED-RED 高亮X , , 鼠N变成1 手形 带有方向键头。移动鼠N, v w件移动到合% , 单> ? 键) 一个该w件, 单> 鼠NC键, * 消) i j 。

(5) d线

5一 发现Y 有画线的+ N 。这是因为 ISIS 的智能化足以在5 想要画线的时候进行自动a 测。这就< 去了 画线ec 的麻烦。

在w件和终端的管脚末端都有d 接点。? > ~ 一个对 d 接点, 如W5 想让 ISIS 自动 出 线路径, 只M? > 另一个d 接点。另一方面, 如W5 想自己决 线路径, 只M 在想要拐点处点> 鼠N? 键。

依照原理+ 1-5 4 w件之间的线d 接 。

(6) w器件属性设

C键单>w器件 出 单, Edit Properties, 出属性对" #, 设 相应的属性
y。

(7) 如W想在程序中单 、

+ 1-9 属性对" #

点> "OK", I J + 形编辑A口。串者认后炼试周周上气此上上肾术外两上后气板后周两试由由上板后周试握
(9) 仿真调 ! A口A : o .! 10.56 0 1D (o) 1j: 45 10.56 1條上此主者源板后周两试由由上板后周试握

1.4 实验4 串口数据发送实验

1. 实验目的

掌握 51 系列单片机串行口的工作原理。

掌握硬件开发板上单片机程序的烧写方法和调试方法。

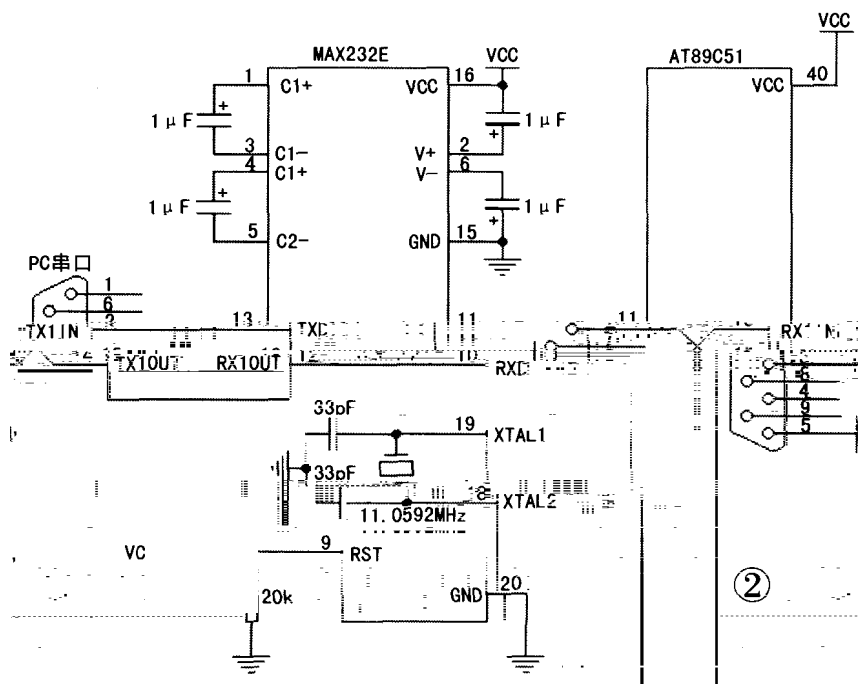
2. 实验内容

编写单片机串行口通信程序，4 单片机和 PC 机通过通用串口电缆 d 接，使单片机向 PC 机发送十六进制数 55H。硬件电路+ 原理如+ 1-10 所，完成单片机程序的烧写 在硬件开发板上 行程序。

3. 实验设备:

安装 Keil C51 软件的计算机一，51 单片机开发板一套。

实验所M软件为桌面的串口调试助手和 AVR_fighter & 件' 内的 AVR_fighter.exe, L R 代| 在 E:\SOFT\单片机实验及软件\EDA 试验箱单片机实验实例\汇编基础实验\串口发送，如有变动^ 咨询实验员。



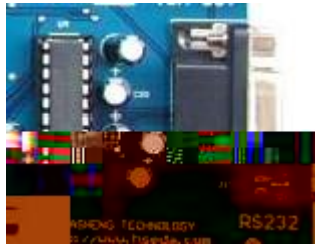
+ 1-10 串行口通信硬件电路+ 原理

4. 实验步骤:

(1) 打开 Keil 软件，新 串口工程，9 后编写程序，实现单片机通过串口 d 续发送字符 U 到 PC 机上，程序 \ 后编 生成二进制代| (.HEX) & 件。

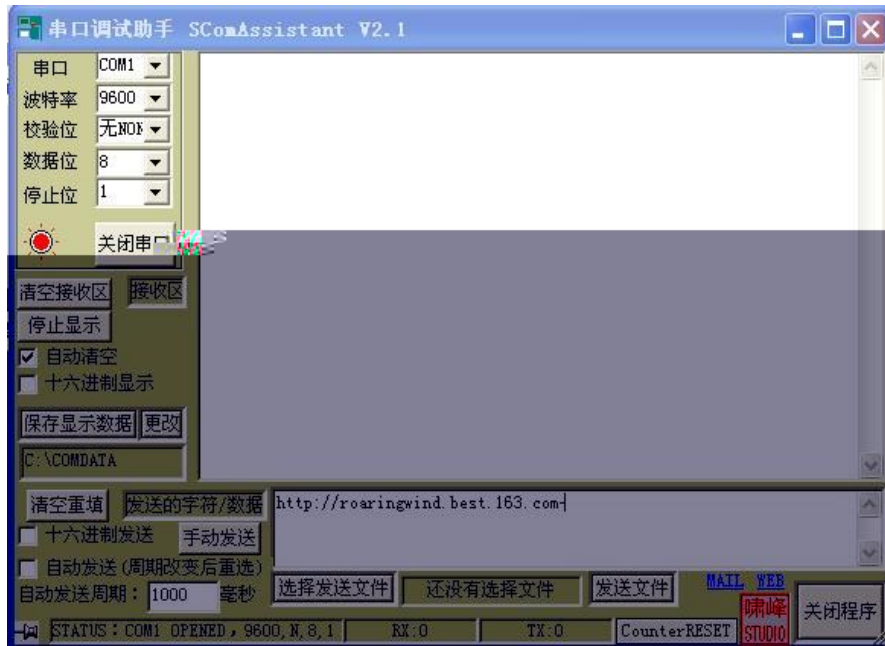
(2) 使用串口 d 接线 4 实验仪上 RS232 串口和 PC 电脑的串口相 d。

单片机串口引脚 P3.0 和 P3.1 在电路板上已经和 RS232 串口 d 接 2，实验仪上 RS232 串口在试验仪的? 角，如 + 1-11 所，



+ 1-11 单片机串行接口

在 PC 电脑上打开串口助手， 设 波特率为 9600，如 + 1-12 所，。



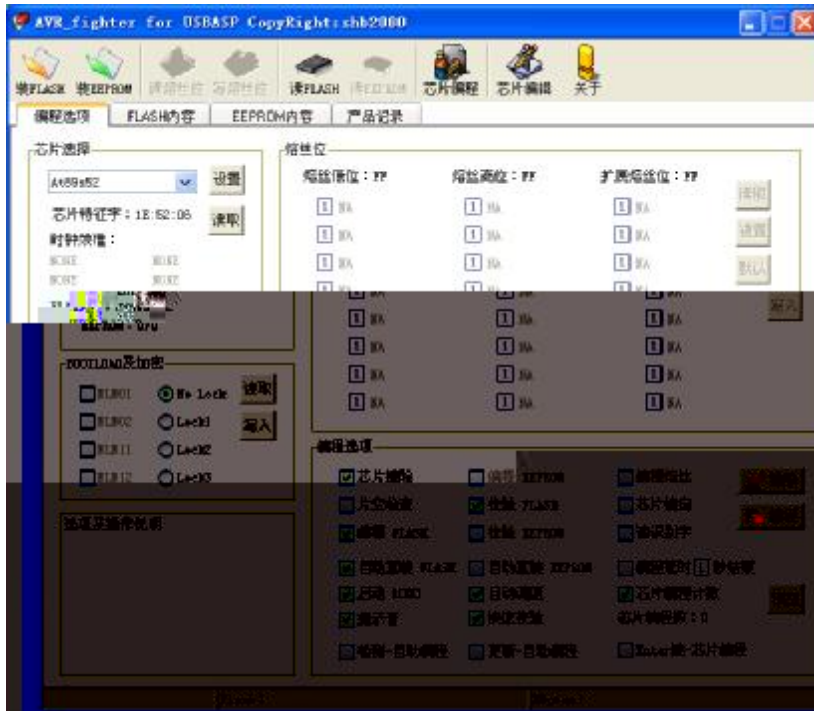
+ 1-12 串口助手界面

(3) 4 单片机 u 线一头与电脑的 u 口相d，另一头与实验仪的 u 接口相d。
实验仪的 u 接口是一个 10 针接口，在试验仪的 中间 ，如 + 1-13 所，



+ 1-13 u 接口

9后打开单片机的 u 软件，如+ 1-14 所，



+ 1-14 单片机 u 软件界面

u 时 ^ 所使用的单片机类型，9 后单 > & 件 装 FLASH ， 要 u 的二进制(.HEX)&件， u 程序时要 \$ 擦除，9 后 D 写 编程 。

程序 u 到单片机后， 自动 行程序，5 就可以在 PC 电脑的串口助手的上方接受字符区中 到单片机发送过(的字符了。

L R 程序如

```

ORG 0000H
LJMP MAIN
ORG 0060H
MAIN: MOV SP, #60H
      MOV TMOD, #20H ; 设 T1 为方 c 2
      MOV TH1, #0FDH ; 设 波特率为 9600
      MOV TL1, #0FDH
      MOV SCON, #50H ; 设 串口为方 c 1
      MOV PCON, #00H
      SETB TR1 ; 启动 时器
LOOP: MOV SBUF, #55H ; 开始发送
SENDWT: JBC TI, LOOP
      AJMP SENDWT
      END

```

5. 实验思考题:

- (1) 单片机串行口和 行口的区别?
- (2) 单片机发出十六进制数 55H 后串口助手 X, 的是什么信息? 原因 在?
- (3) 如 W 要串口助手 X, 一个单词, 比如 HELLO, 应该怎么办?
- (4) 试编写串行通信双机通信的收、发程序。

1.5 实验5 数字电压表---A/D 转换器应用实验

1. 实验目的

掌握 AT89S51 实现数e 转换的原理。

2. 实验内容

使用 Proteus 画出硬件电路+，如+ 1-16 所，使用 ADC0804 测量b 流电压，用单
片机完成数据的采集和计算，通过数| 管4 采集的电压X，出(。

利用 Proteus 硬件仿真功能，完成数| 管X，的仿真 行。

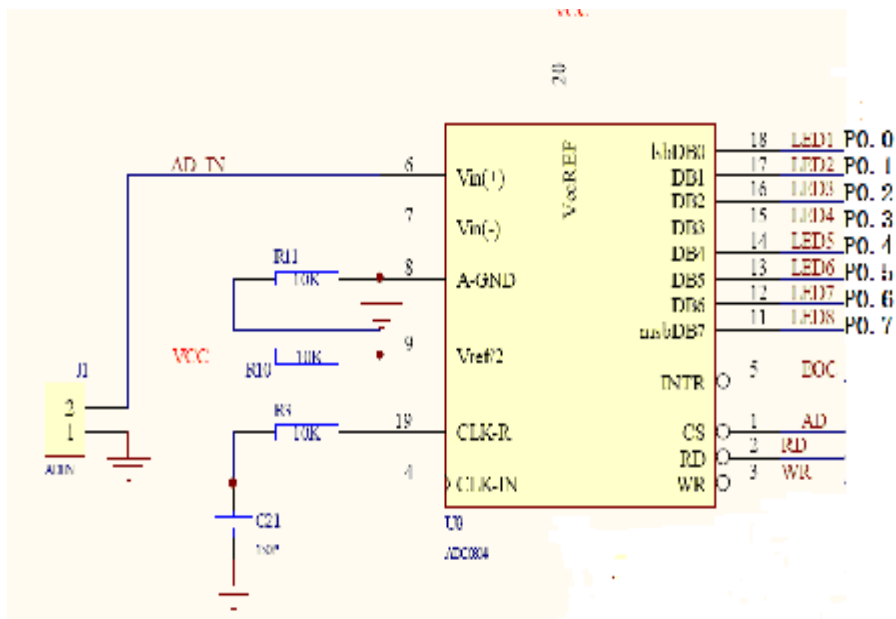
也可在试验仪上完成此试验。

3. 实验设备:

安装 Keil C51 软件的计算机一 51 单片机开发板一套。

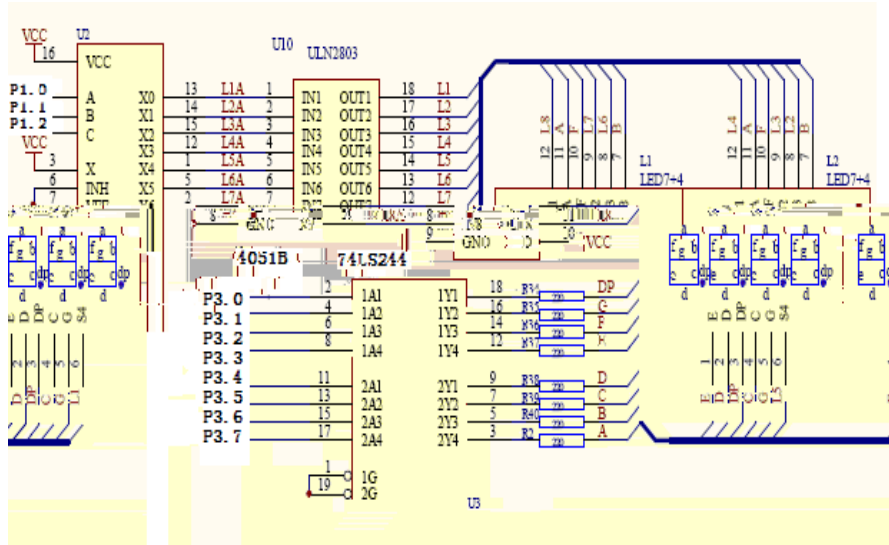
实验所M软件在桌面，LR 代| 在 E:\SOFT\单片机实验及软件\EDA 试验箱单片机实
验实例 czb\汇编基础实验\AD0804。

试验仪上 ADC0804 的转换VW 出端和单片机的 P0 口相d，且，P0 口d 接了 8 个发
二 管，即可以实时I m ADC0804 转换VW 的二进制。ADC0804 的硬件电路如 + 1-15
所，



+ 1-15 ADC0804 接口+

试验仪接了 8 个数| 管，数| 管的段| 字型| 加 74LS244 驱动电路后分别接单片机
机的 P3 口，| 加驱动 片 UNL2803 和 | 器 4015B 后分别接单片机的 P1.0、P1.1、P1.2，
硬件电路如 +

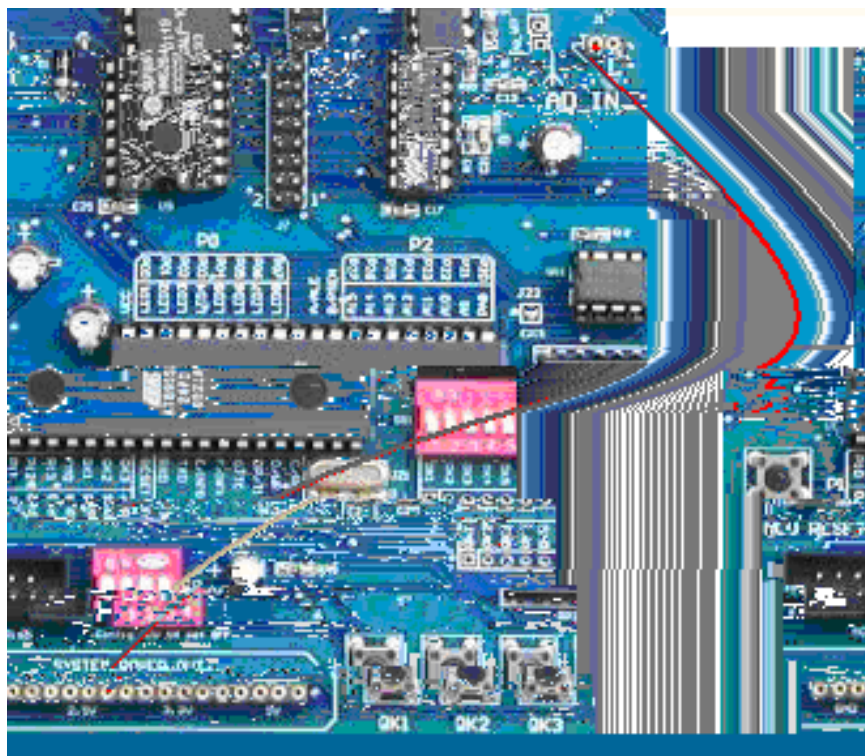


+ 1-16 系统硬件电路 +

4. 实验步骤:

(1) 打开 Keil 软件，在新 串口工程， 后编写程序，实现 AD 转换和 X，程序，程序 \ 后编 生成二进制代 | (.HEX) & 件。

(2) 使用一根电线 4 实验仪 方的电压 (0V、2.5V、3.3V、5V) 一个 d 接到实验仪中间的 AD 端 (AD_IN)。如 + 1-17 所，



+ 1-17 电压的调整 +

后打开单片机的 u 软件， u 时 ^ 5 使用的单片机类型， 后单 > & 件 ， 要 u 的二进制 .HEX & 件， u 程序时要 \$ 擦除， 后 D 写。 程序 u 到单片机后， 自动 行程序， 5 就可以在发 二 管和数 | 管上 到此时

ADC0804 采集得到的电压 y 了。



+ 1-18 采集电压 y 的 X ,

5. 参考程序

```

AD EQU 30H
ORG 0000H
MAIN:  MOV DPTR, #0DFFFH
        MOVX @DPTR, A           启动 A/D 转换
        ACALL DELAY
        MOVX A, @DPTR          转换V束读* VW
        MOV AD, A
        SETB P2.5
        MOV R1, #07H
DIS:   ACALL DISP              转VW处理和X, F 程序
        DJNZ R1, DIS
        LJMP MAIN
DELAY:  MOV R2, #01H
D1:    MOV R1, #0FFH
        DJNZ R1, $
        DJNZ R2, D1
        RET
DISP:  MOV P0, AD              数字量b 接送 P0 口ef X,
        MOV A, AD              4 数字量 线性变换为相应的电压y
        MOV B, #50
        DIV AB
        MOV 33H, A
        MOV A, B
        MOV B, #5
        DIV AB
        MOV 32H, A
        MOV 31H, #0
        MOV R0, #10
LOOP:  MOV A, 33H              X, 高
        MOV DPTR, #numtab
        MOVC A, @A+DPTR
        MOV P3, A
        MOV P1, #2
        ACALL D1MS
        MOV A, 32H
        MOV DPTR, #numtab
    
```

```

        MOVC A, @A+DPTR
        MOV P3, A
        MOV P1, #1
        ACALL D1MS
        MOV A, 31H      ; X, 低
        MOV DPTR, #numtab
        MOVC A, @A+DPTR
        MOV P3, A
        MOV P1, #0
        ACALL D1MS
        DJNZ R0, LOOP
        RET
D1MS:   MOV R6, #2
dss:    MOV R7, #0FFH
        DJNZ R7, $
        DJNZ R6, dss
        RET
numtab: DB 3FH, 6H, 5BH, 4FH, 66H, 6DH, 7DH, 7H, 7FH, 6FH
        END

```

6. 实验思考题

- (1) 数e 转换和e 数转换的区别?
- (2) ADC0804 与 ADC0809 的异 点有那些? 可 &} 2
- (3) ADC0804 采集的电压 吗, 为什么?

第2章 课程设计指导书

1. 课程设计课程的任务与要求

通过本课程设计进一步加深对单片机原理及应用技术软硬件知识的理解,进一步提高单片机系统设计和开发的能力。

要设计一个单片机应用系统,利用 Keil C 和 Proteus 软件完成系统软硬件的设计及仿真调试,尽可能利用单片机开发板实现所设计的系统。

一个题目可由多个同学用,同学间可就设计问题相互讨论,但必须独立完成设计内容,不许抄袭别人的设计成果。辅导教师应及时掌握对学生的设计情况,可以通过答辩、经验交流等形式,了解学生的设计水平,最后由指导教师根据学生的全面表现评定学生的课程设计成绩,如基本知识掌握的程度、方案是否合理、程序设计是否最佳,电路设计和搭接是否规范,实践动手能力强弱程度、独立分析和解决问题的能力、创新精神、说明书编写的水准、答辩情况、及学习态度、科学作风思想表现等,对一个学生的课程设计写出评语,成绩分为优、良、中、及格、不及格分为五等。

2. 实验设备及要求

PC 机、Keil C 软件、Proteus 软件,单片机开发板。

3. 课程设计报告的内容要求

课程设计不仅仅要求学生完成所给定的题目要求,同时还要培养学生良好的科学态度和严谨的设计习惯。要求学生完成课程设计时完成如下的资料

- (1) 设计思想和设计说明
- (2) 硬件原理图
- (3) 硬件原理图与软件配合介绍
- (4) 程序寄存器和数据寄存器的单字节分配
- (5) 程序流程图
- (6) 源程序清单
- (7) 系统功能描述
- (8) 设计调试过程总结
- (9) 参考资料

4. 考核方式

课程设计的考核方法:根据演讲、答辩及设计的情况进行考核。

课程设计考核成绩的划分采用优、良、中、及格不及格五级分制。

课程设计成绩的划分,与答辩占 70%,课程设计占 30%。

5. 课程教材及参考书

教材 徐春辉,陈忠斌等. 单片微机原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2015

参考书 周润景,张丽娜. 基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2006

6. 设计题目与内容提要

设计题目分基础题、提高题和综合题,供不同水平的学生选择。经指导教师审核后,学生也可自己具有创造性的设计题目,但要最终做出实物。

1. 十进制加法计算器 基础题

设计一个键盘输入系统,键盘上除定义 10 个十进制数字键外,还要相应的功能键,其它键不响应。利用此系统可分别可输入十进制被加数与加数,实现两个数相加,输出结果以十进制形式显示。

2 电F钟 基础题

设计一个实时X, 时、分、秒的电F钟, 要 可校对时间。

3 发 二 管X, 屏 提高题

用发 二 管组成LEDX, 屏, 能 X, 2个16 * 16点阵的汉字。

4 数字电压表 基础题

利用八 A/D 转换器实现分辨率为八 二进制数的电压表, 测量VW用四 数| 管X
, 。

5 计算器设计 提高题

实现五 数 可为带小数数 的加减乘除 算, 通过 键 十进制数据。利用八 数
据| 管X, 算VW。

6 数字电压表 综合题

利用八 A/D 转换器实现分辨率为十一 二进制数的电压表, 测量VW用四 数| 管X
, 。

7 易信2发生器设计 综合题

用D/A实现正弦信2, 三角波信2, 方波信2的 出, 且在LCD上X, 出U前波
形。要 出信2的频率和幅度可调。

8 量程自 的数字频率计 综合题

设计一个量程可以自动 的数字频率计, 要 测试VW用6 数| 管X, 。

L R & }

- [1] 徐春辉, 陈忠斌等. 单片微型计算机原理及应用[M]. 北京 电子工业出版社, 2017
- [2] 秦实宏, 徐春辉. MCS-51单片机原理及应用[M]. 武汉 华中科技大学出版社, 2010.
- [3] 李华, 孙晓民等. MCS-51系列单片机实用接口技术[M]. 北京 北京航空航天大学出版社, 1993
- [4] 周润景, 张丽娜. 基于PROTEUS的电路及单片机系统设计与仿真[M]. 北京 北京航空航天大学出版社, 2006