

MCS-51 单片机实验讲义

北京工商大学信息工程学院

目 录

第一章 概述.....	1
第二章 实验系统组成和结构.....	3
第三章 MCS-51 系列单片机实验	16
软件实验	
1. 存储器块清零.....	17
2. 二进制到 BCD 码转换.....	18
3. 二进制到 ASCII 码转换.....	19
4. 内存块移动.....	20
5. 程序跳转表.....	21
6. 数据排序.....	22
硬件实验	
1. P1 口输入输出	23
2. 继电器控制.....	25
3. 用 74LS245 读入数据.....	26
4. 用 74LS273 输出数据.....	27
5. PWM 转换电压实验.....	28
6. 音频控制.....	29
7. 用 8255 输入、输出.....	30
8. 串行数转换并行数	31
9. 并行数转换串行数.....	33
10. 计数器实验.....	35
11. 外部中断实验.....	36
12. 定时器实验.....	38
13. D/A 转换实验.....	40
14. A/D 转换实验.....	42
15. 外部中断实验(急救车与交通灯).....	44
16. 八段数码管显示.....	46
17. 键盘扫描显示实验.....	48
18. 电子时钟.....	40
19. 单片机串行口通讯实验.....	52
20. 打印机控制实验.....	54
21. 直流电机控制实验.....	56
22. 步进电机控制实验.....	58
23. 温度传感器实验.....	61

24. 液晶显示屏控制实验.....	62
25. 电子琴.....	64
26. 空调温度控制实验.....	66
27. 计算器实验.....	69
28. 压力传感器实验.....	71
29. 红外通讯实验.....	72
30. 16x16 点阵显示实验.....	76
31. I2C 总线实验.. ..	78
第四章 逻辑分析工具.....	80
第五章 系统自检功能.....	83

第一章 概述

1.1 系统实验板

本实验板提供以下实验电路和模块

- (1) 逻辑电平输入开关
- (2) 逻辑电平显示电路
- (3) 单脉冲电路
- (4) 扬声器驱动电路
- (5) 继电器控制电路
- (6) 逻辑门电路
- (7) 逻辑笔电路
- (8) 4MHz 脉冲信号源和多级分频电路，可得多种脉冲信号。
- (9) PWM 转换电压电路
- (10) 模拟量电压(电位器)电路
- (11) 串口通信实验电路
- (12) 六位 8 段码 LED 数字显示器
- (13) 4x6 键盘
- (14) 存储器
- (15) 8255 端口扩展电路
- (16) 模数变换电路，可接入两路模拟量。
- (17) 数模变换电路，提供 $0\sim-5V$ ， $-5V\sim+5V$ ， $-8V\sim+8V$ 三路输出
- (18) 液晶屏显示电路
- (19) 直流电机实验模块
- (20) 步进电机实验控制模块
- (21) 打印机驱动实验模块
- (22) 温度传感器实验模块
- (23) 压力传感器实验模块
- (24) 红外通讯实验模块
- (25) 16x16 点阵显示实验模块
- (26) I²C 总线实验模块
- (27) 8251A 串行口扩展电路
- (28) 8253 定时器扩展电路
- (29) 8259 中断扩展电路
- (30) 8237 DMA 扩展电路
- (31) 通用集成电路插座(DIP40/28/24/20/18/16/14)
- (32) 地址译码输出模块
- (33) 地址、数据及控制电路总线接出接口模块

(34) 逻辑分析仪数字采样和可编程数字脉冲信号输出模块

(35) 虚拟示波器

1.2 仿真器系统构成

本仿真实验系统具有三种使用方法：

(1) 无系统机，仅用实验仪的板上仿真器进行仿真和实验。

(2) 有系统机，用系统机上的集成调试软件驱动板上仿真器进行仿真和实验。

(3) 无实验仪、无仿真器，仅在系统机上采用软件模拟方式进行仿真。

1.3 配 EX51B 仿真板，可进行 8051 实验。

1.4 实验系统自带键盘和显示器，自带系统监控程序。如果没有系统机也同样进行各种学习和实验。

1.5 配备 PC 机集成调试软件，在有系统机的情况下，通过板上仿真器实现 64K 全空间的硬件断点和仿真。

1.6 PC 机和系统机软件具有全集成化仿真环境，中、英文两种界面，软件仿真与硬件仿两种模式，软件仿真可以在无仿真仪的情况下进行。

综上所述，本实验仪可以方便灵活地构成各种实验方案，在有无系统机和实验仪的情况下，都能进行相应的编程实验，从而具有极为广泛的应用范围，板上提供了基本的实验电路，减少繁琐的连接线过程，板上也提供了 DIP40 / 28 / 24 / 20 / 16 / 14 插孔和 CPU 的地址数据总线引出插孔，供学生自己扩展其它实验，培养实际动手能力，加强对实验电路的理解。实验程序采用多种语言适应不同层次的学生需要。高级语言编写应用程序，是一种时代的需要，通过应用高级语言的编程和实验，可使学生掌握高级语言的编程方法，为今后进入社会实践打下坚实的基础，而汇编语言又能让学生了解机器深层的原理。

第二章 实验系统组成和结构

实验系统可根据教学实践的需要实现 MCS51 单片机原理与接口的一系列实验，并在硬件上预留了自主开发实验的空间。对基本实验仅需连少量连接线就可完成，减轻学员工作量。同时也提供了需较多连线的扩展性实验，以进一步锻炼学员的实践开发能力。此外，系统还为学员们提供了强大的软、硬件调试手段。

§ 2.1 实验系统主机的硬件组成

本实验系统主机上有丰富的实验电路模块和灵活的组成方法，可以完成各种实验。本实验仪成功高档通用仿真器所具有的逻辑分析仪、波形发生器和程序跟踪器等强大的分析功能，让学生在实验时不仅能了解程序的执行过程，更能直观地看到程序运行时的时序或者电路上的信号。

2.1.1 逻辑电平开关电路

实验仪上有 8 只开关 K0—K7，并有与之相对应的 K0—K7 引线孔为逻辑电平输出端。开关向上拨相应插孔输出高电平“1”，向下拨相应插孔输出低电平“0”。

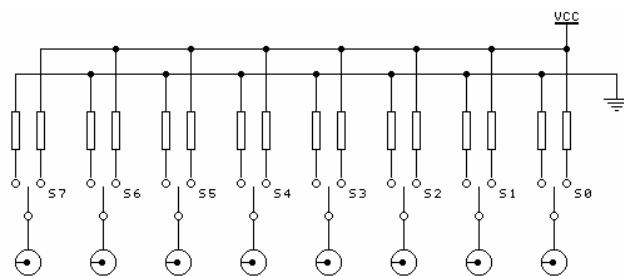


图 1： 逻辑电平开关电路

2.1.2 LED 电平显示电路

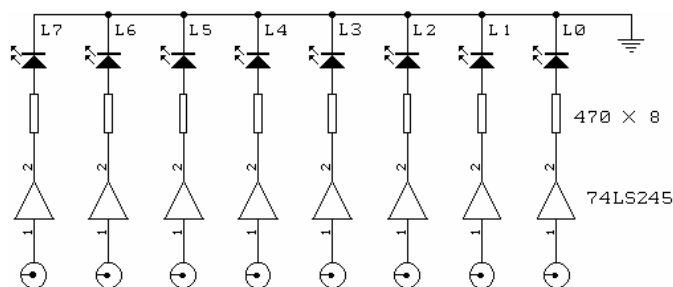


图 2： LED 电平显示电路

实验仪上装有 8 只发光二极管及相应驱动电路。见图 2，L0—L7 为相应发光二极管驱动信号输入端，该输入端为高电压电平“1”时发光二极管点亮。我们可以通过 P1 口对其直

接进行控制，点亮或者熄灭发光二极管。

2.1.3 单脉冲电路

单脉冲电路由按键 (PULSE) 和去抖动电路组成,每按一次 (PULSE) 键 产生一个单脉冲。板上有单脉冲的输出信号插孔, 图为 “” 和 “”, 分别为正脉冲和负脉冲。

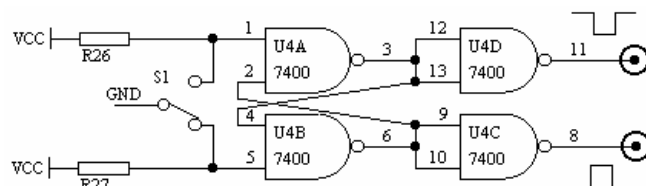


图 3: 单脉冲发生电路

2.1.4 音频放大电路

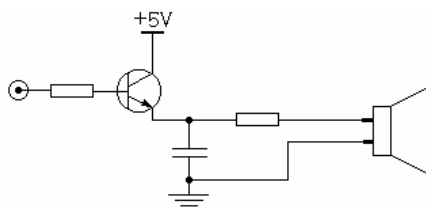


图 4: 音频放大滤波电路

2.1.5 继电器输出电路

当控制端电平置高, 公共触点与常开端吸合。我们可以将常开端接入一发光二极管, 公共端接+5V 电平, 通过对控制端进行控制, 观察发光二极管的状态。见图 5。

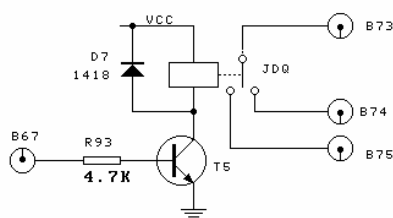


图 5: 继电器控制电路

2.1.6 逻辑门电路

本实验仪提供系列门电路：非门，或门，与门，D 触发器。逻辑门电路由 7400 和 7404 组合实现。

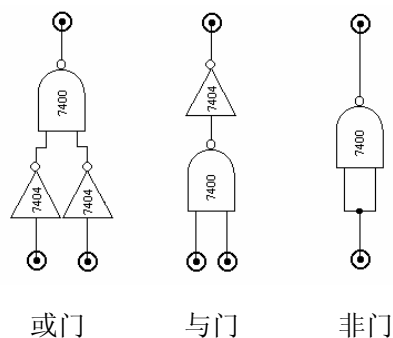


图 6：逻辑门电路

2.1.7 逻辑测量（逻辑笔）电路

本实验仪上有逻辑测量电路，如图 7。可用于测量各种电平，其中红灯亮表示高电平，绿灯亮表示低电平。如果两灯同时闪动，表示有脉冲信号；两灯都不亮时，表示浮空（高阻态）。

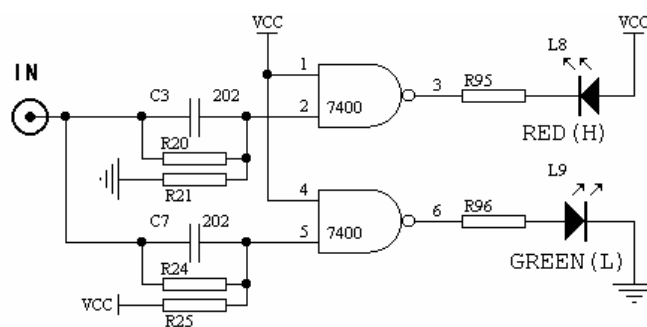


图 7：逻辑笔电路

2.1.8 4 MHz 脉冲信号源和多级分频电路

下图是 4MHz 脉冲信号输出电路。可将 4MHz 脉冲信号接到分频电路上，经过分频后，能得到 2M、1M、500K、250K、125K、62.5KHz 多种频率的脉冲信号。

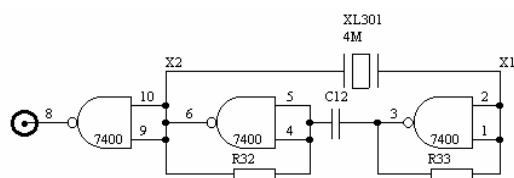


图 8-1：4 MHz 脉冲产生电路

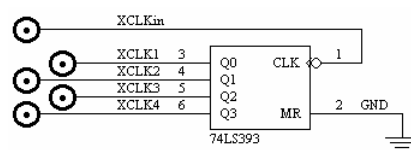


图 8-2：脉冲分频电路

2.1.9 PWM 转换电路

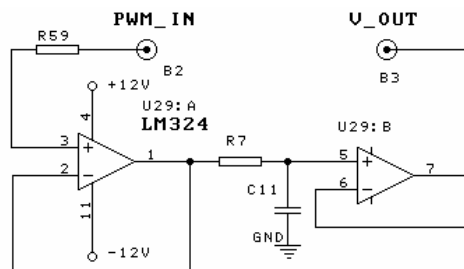


图 9: PWM 转换电路

2.1.10 可调模拟量输入电路

电位器电路用于产生可变的模拟量 (0-5V)。

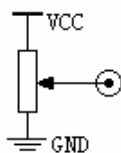


图 10: 电位器

2.1.11 串口通信程序实验插孔

做串行通信时, 如果不需要将 TTL 电平转到 RS232 电平, 可直接将 TXD、RXD 与通信对方交叉对接, 并且共地即可。

单片机与标准的串行设备通信, 需要将 TTL 电平转到 RS232 电平或将 RS232 电平转换成 TTL 电平。本实验仪提供用户串行通信接口, 可以用这两个插孔进行 RS232 通信程序实验, 经电平转换后, 再通过实验仪的“用户串口”接到 PC 机或其它 RS232 设备, 实现数据互传。

2.1.12 六位 LED 数码显示器

2.1.13 4×6 键盘电路

本实验仪的 LED 显示电路和键盘电路如图 11。显示控制的位码由 74HC374 输出, 经 ULN2003 反向驱动后, 做 LED 的位选通信号。位选通信号也可做为键盘列扫描码, 键盘扫描的行数据从 74HC245 读回, 374 输出的列扫描码经 245 读入后, 用来判断是否有键被按下, 以及按下的是什么键。如果没有键按下, 由于上拉电阻的作用, 经 245 读回的值是高, 如果有键按下, 374 输出的低电平经过按键被接到 245 的端口上, 这样从 245 读回的数据就会有低位, 根据 374 输出的列信号和 245 读回的行信号, 就可以判断哪个键被按下。LED 显示的段码由另一个 74HC374 输出。

键盘和 LED 显示电路的地址译码见图, 做键盘和 LED 实验时, 需将 KEY/LED CS 接到相

应的地址译码上。位码输出地址为 0X002H，段码输出地址为 0X004H，键盘行码读回地址为 0X001H，此处 X 是由 KEY/LED CS 决定。例如将 KEY/LED CS 接到地址译码的 CS0 上，那么位码输出地址就为 08002H，段码输出地址就是 08004H，键盘行码读回地址为 08001H。

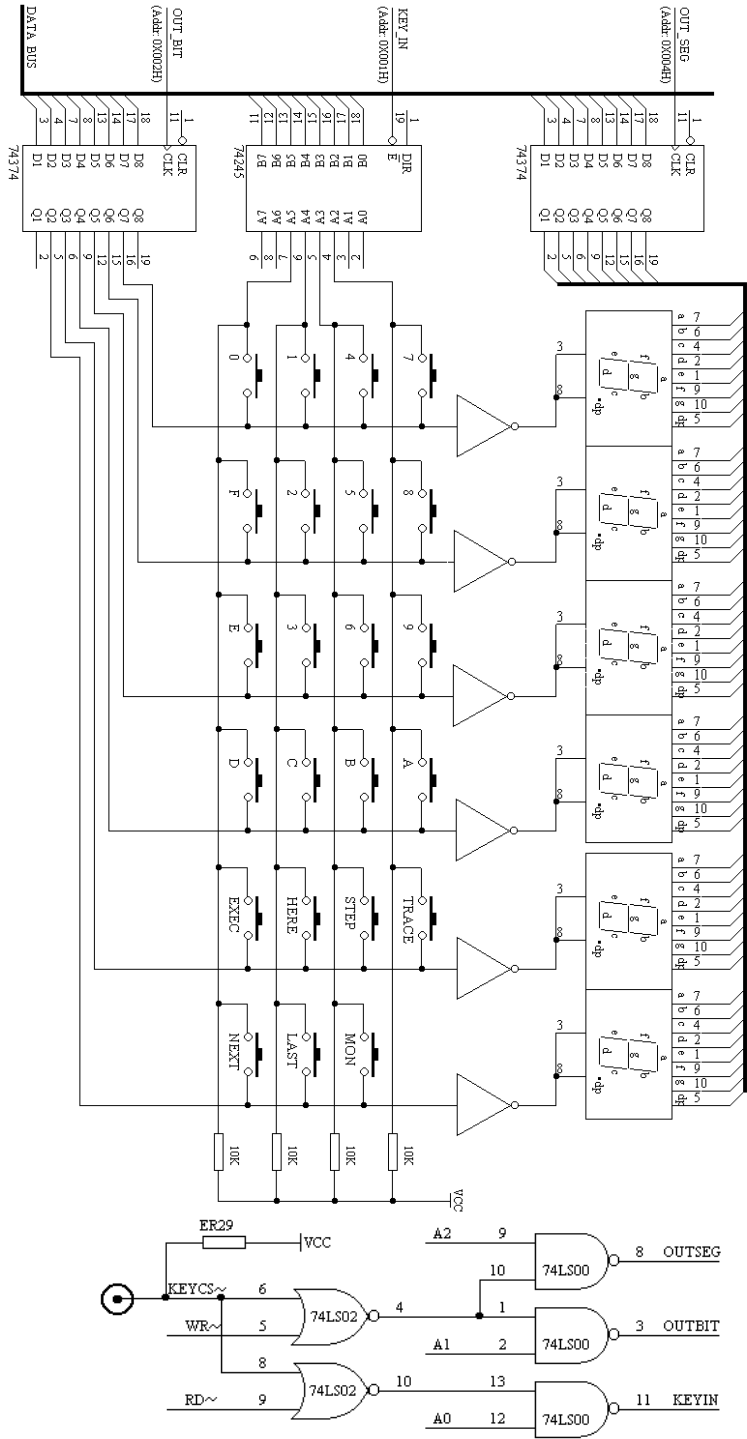


图 11: 键盘及 LED 显示电路

2.1.14 存储器电路

本实验仪上有一片 32K 存储器 61256。提供给学生做存储器实验，由于地址译码为 4K 一段，所以只能提供 4K 容量使用，地址从 0000H~0FFFH。用 RAM CS 来选择合适的地址段，以适应不同的应用电路。

2.1.15 8255 端口扩展电路

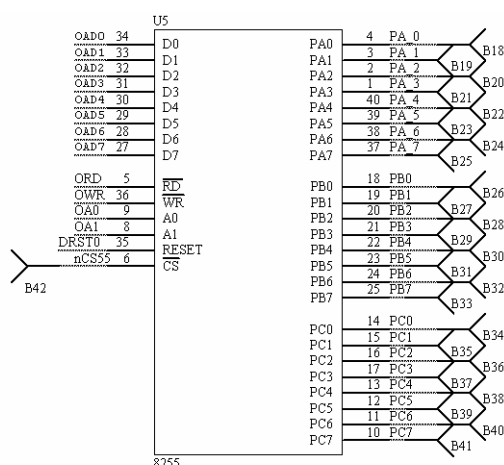


图 12: 8255 端口扩展电路

2.1.16 A/D 转换电路

实验仪上有一个 0~5V 的可调电位器，将可变电压输出端接入 A/D 转换电路的输入端，通过 CPU 软件处理，读进 A/D 转换值，再将转换值送数码管显示。我们可以调节电位器，使之输出不同电压值，通过数码管的显示，检验 A/D 转换正确与否。

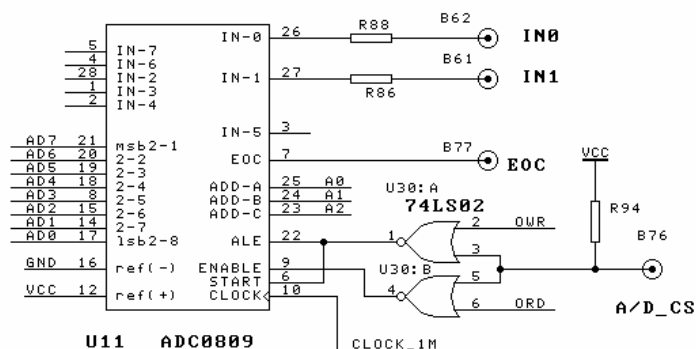


图 13: A/D 转换电路

2. 1. 19 直流电机电路

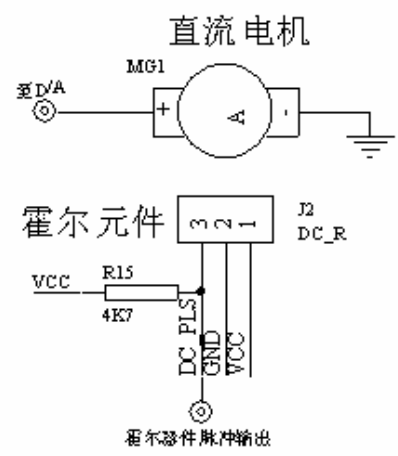


图 16: 直流电机/霍尔器件电路

2. 1. 20 步进电机电路

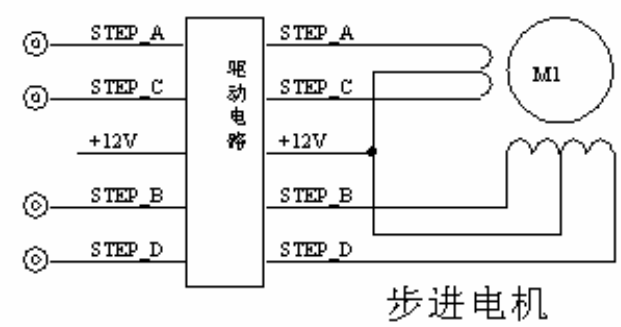


图 17: 步进电机驱动电路

2. 1. 21 打印机驱动电路

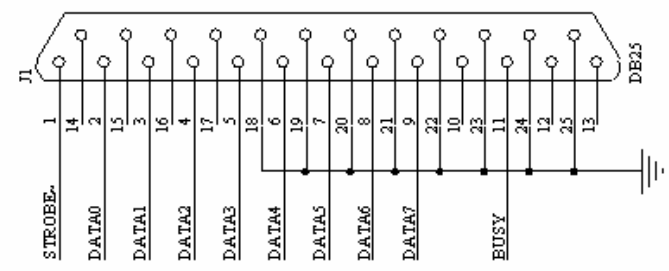


图 18: 打印机驱动电路

2.1.22 温度传感器电路

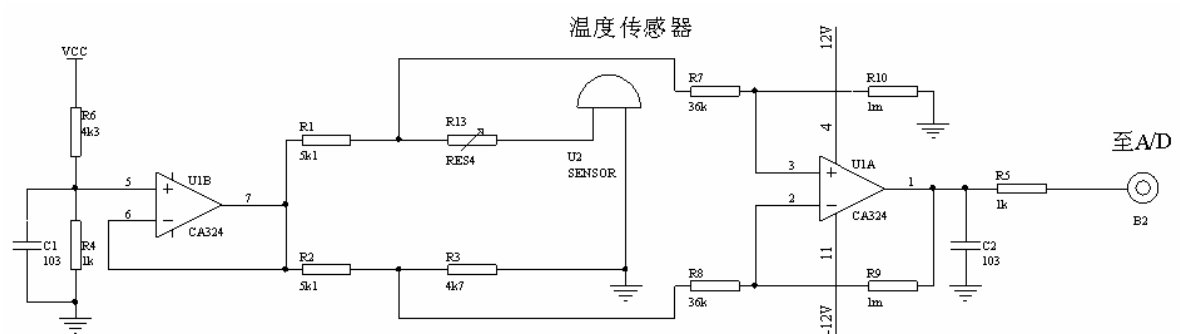


图 19: 温度传感器电路

2.1.23 压力传感器电路

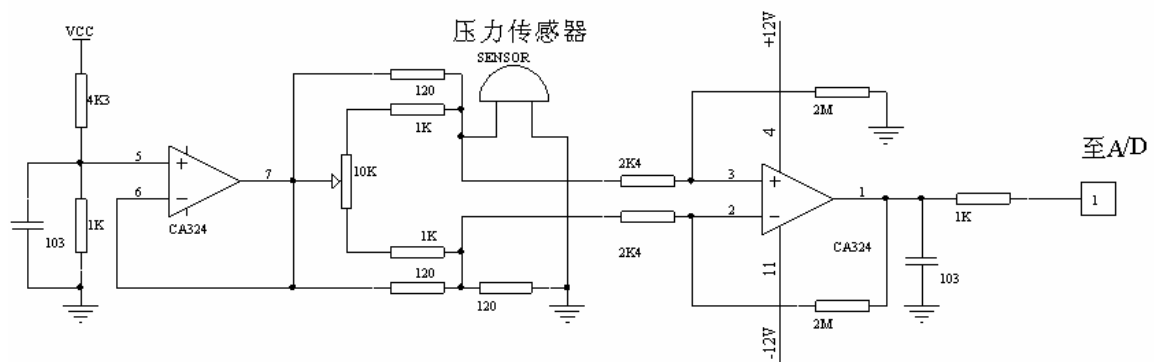


图 20: 压力传感器电路

2.1.24 红外通信电路

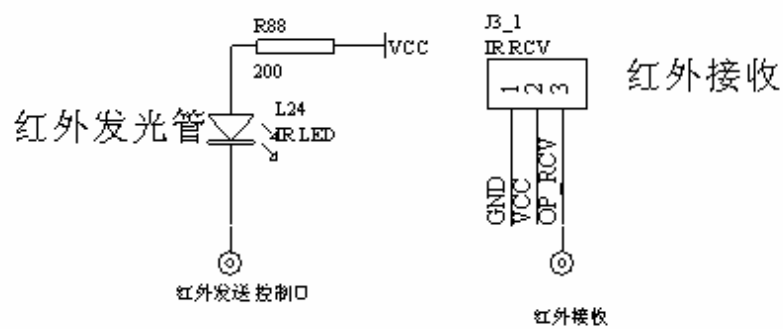


图 21: 红外通信电路

2.1.25 16×16 LED 点阵电路

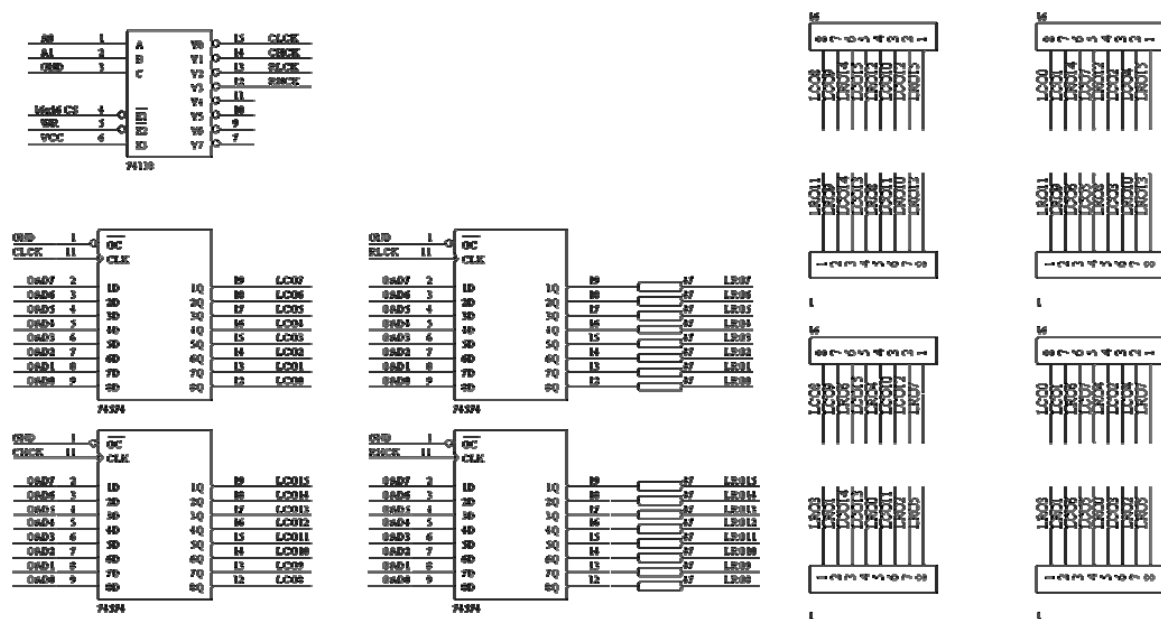


图 22: LED 点阵电路

2.1.26 I²C 总线实验电路

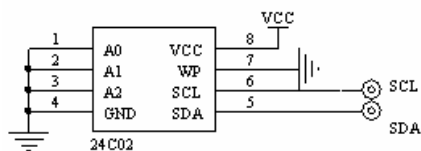


图 23: I²C 总线电路

2.1.27 实验电路插座

本实验仪具有 1 个 40 芯通用电路插座，每个插座的全部引脚都被引出到相应的插孔，40 芯通用插座可兼容 28 芯、24 芯、16 芯和 14 芯插座。利用这个插座，可对双列直插式的各种微机芯片进行实验。

2.1.28 总线插孔

本实验仪上有三排总线插座，用于引出各种总线信号，其中 AD0~AD7 为 8 根数据总线，A0~A15 为 16 根地址总线。另外 ALE, RD, WR 为控制总线。与 CPU 相关的一些控制信号和 I/O 信号例如 P1 口、RXD、TXD 等信号在相应的仿真板上。

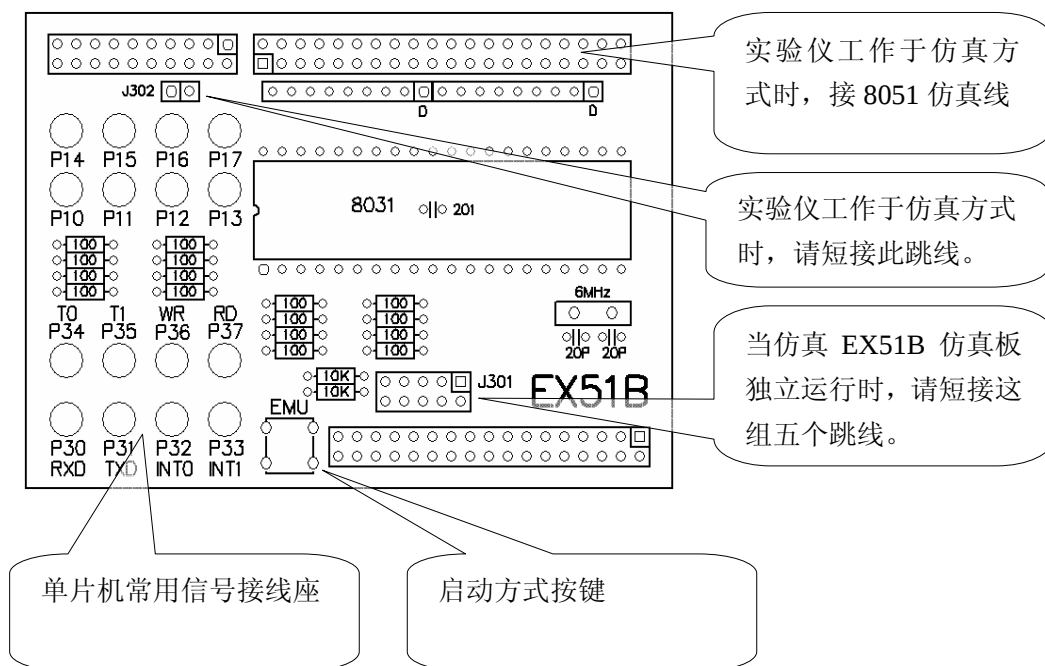
2.1.29 地址译码插孔

片选号	地址范围
CS0	08000H~08FFFH
CS1	09000H~09FFFH
CS2	0A000H~0AFFFH
CS3	0B000H~0BFFFH
CS4	0C000H~0CFFFH
CS5	0D000H~0DFFFH
CS6	0E000H~0EFFFH
CS7	0F000H~0FFFFH

§ 2.2 实验系统的仿真板简介

2.2.1 EX51B 仿真板

进行 80C51 的实验时，需将 EX51B 仿真板插在实验仪上，EX51B 仿真板如下图：



在 EX51B 仿真板上有两个跳线器 J301 和 J302，和一个启动方式选择按键。

J301: 当仿真板独立运行时，请将这组跳线全部短接。所说的仿真板独立运行，就是说没有仿真器，把程序烧录到 CPU 中，插到 40DIP 座上运行程序。（注：用 KEIL 的下载仿真方式也属于独立运行方式）。与独立运行相对的是仿真方式，在这种方式下，这组跳线都要开路，仿真方式有两种：1. 直接用实验仪自带的仿真器，2. 外接伟福仿真器，将仿真器用 34 芯电缆接到实验仪的 CN2 插座上，此时，EX51B 仿真板相当于一个仿真头。

J302: 本实验仪具有外接仿真功能，当实验仪工作于外接仿真方式时，为防止总线冲突，将此跳线短接，屏蔽实验仪的外部总线。这时实验仪上所有接在总线上的器件都不会受到影响。参见实验仪用于仿真的有关说明。

启动方式按键：

EX51B 仿真板可工作于两种独立进行方式，1. 把程序烧到 CPU 芯片中，打开实验就可以直接运行。2. 用 KEIL 的 MON51 下载方式进行仿真。按住“启动方式”键，就可进入此方式。（注：EX51B 仿真板工作于独立方式时，需要将实验仪上仿真器拔下来）

§ 2.3 实验系统的调试方法

使用 WAVE 集成调试软件进行联机仿真，有关 WAVE 集成调试软件的使用方法，参见《伟福仿真器使用说明书》。

第三章 实验说明

🔱 MCS51 系列单片机实验说明

§ 4.1 系统的安装和启动

- 1、 仿真开发系统集成调试软件的安装和使用见 WAVE 仿真开发系统使用手册。
- 2、 用户根据实验要求，进行 MCS51 单片机实验时，应插上 EX51B 仿真板。
- 3、 将配套的串行通讯电缆的一端与实验仪上的“仿真器串口”
- 4、 9 芯 D 形插座相连，另一端与 PC 相的串行口相连。
- 5、 将实验台的电源线与 220V 电源相连。（实验结束后应拔下）
- 6、 打开实验台电源开关，红色电源指示灯亮。仿真开发器初始化成功后，
- 7、 LED 会显示 8051，表示仿真系统正常。
- 8、 打开计算机电源，执行 WAVE 集成调试软件。

注意：

- 1、 无论是集成电路的插拔、通讯电缆的连接、跳线器的设置还是实验线路的连接，都应确保在断电情况下进行，否则可能造成对设备的损坏。
- 2、 实验线路连接完成后，应仔细检查无误后再接通电源。

§ 4.2 MCS51 系列单片机实验软件设置

WAVE 集成调试环境应设置如下：

仿真器型号：伟福 Lab6000 实验仪

仿真头型号：MCS51 实验 （8031 / 32）

软件实验一 存储器块清零

一、实验要求

指定存储器中某块的起始地址和长度，要求能将其内容清零。

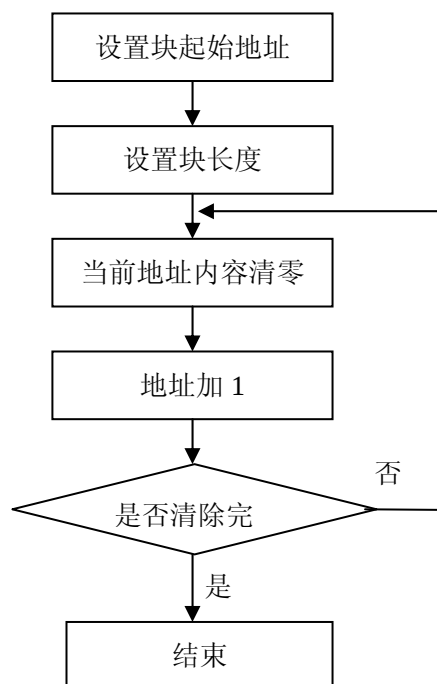
二、实验目的

1. 掌握存储器读写方法
2. 了解存储器的块操作方法

三、实验说明

通过本实验，学生可以了解单片机读写存储器的读写方法，同时也可以了解单片机编程，调试方法。如何将存储器块的内容置成某固定值(例全填充为 0FFH)? 请学生修改程序，完成此操作。

四、程序框图



五、设计：将存储器块的内容置成固定值 05H，并且可以改变存储器块的地址。

软件实验二 二进制到 BCD 转换

一、实验要求

将给定的一个二进制数，转换成二十进制（BCD）码

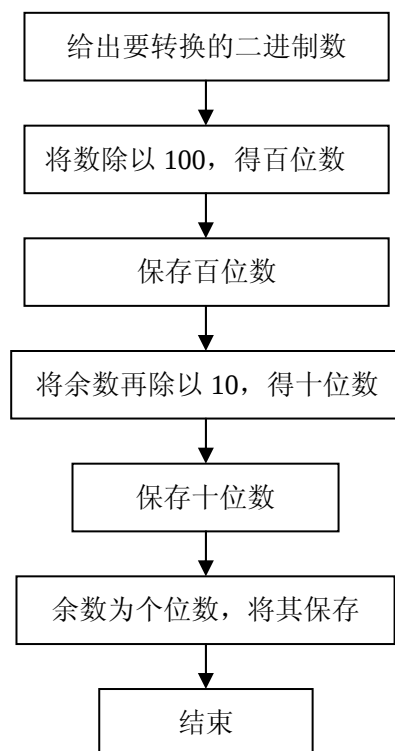
二、实验目的

1. 掌握简单的数值转换算法
2. 基本了解数值的各种表达方法

三、实验说明

计算机中的数值有各种表达方式，这是计算机的基础。掌握各种数制之间的转换是一种基本功。有兴趣的同学可以试试将 BCD 转换成二进制码。

四、程序框图



五、设计：试将二进制码转换成 BCD 码。

软件实验三 二进制到 ASCII 码转换

一、实验要求

给出一个 BCD 数，将其转换成 ASCII 值。

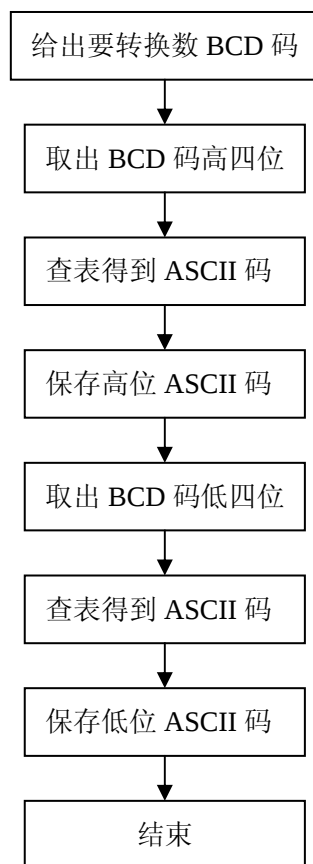
二、实验目的

1. 了解 BCD 值和 ASCII 值的区别
2. 了解如何将 BCD 值转换成 ASCII 值
3. 了解如何查表进行数值转换及快速计算。

三、实验说明

此实验主要让学生了解数值的 BCD 码和 ASCII 码的区别，利用查表功能可能快速地进行数值转换。进一步了解数值的各种表达方式。

四、程序框图



五、设计：改变 BCD 码的值, 观察结果的变化。

软件实验四 内存块移动

一、实验要求

将指定源地址和长度的存储块移到指定目标位置

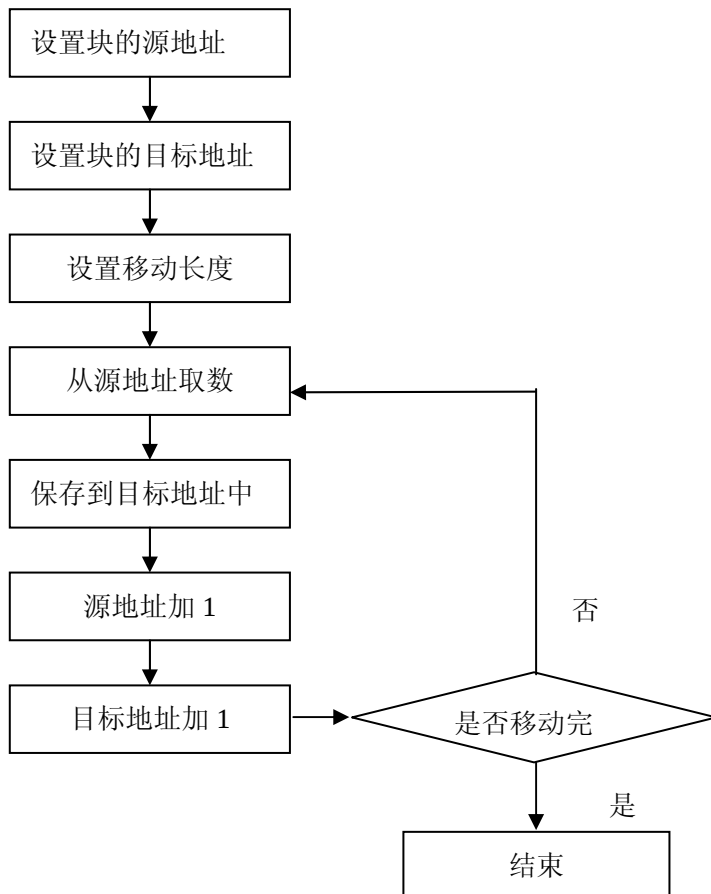
二、实验目的

1. 了解内存的移动方法。
2. 加深对存储器读写的认识。
- 3.

三、实验说明

块移动是计算机常用操作之一，多用于大量的数据复制和图象操作。本程序是给出起始地址，用地址加一方法移动块，请思考给出块结束地址，用地址减一方法移动块的算法。另外，若源块地址和目标块地址有重叠，该如何避免？

四、程序框图



五、设计：编制源块地址和目标块地址有重叠情况的内存块移动程序。

软件实验五 程序跳转表

一、实验要求

在多分支结构的程序中，能够按调用号执行相应的功能，完成指定操作。

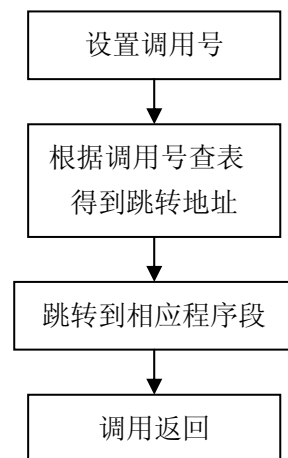
二、实验目的

1. 了解程序的多分支结构
2. 了解多分支结构程序的编程方法

三、实验说明

多分支结构是程序中常见的结构，若给出调用号来调用子程序，一般用查表方法，查到子程序的地址，转到相应子程序。

四、程序框图



软件实验六 数据排序

一、实验要求

给出一组随机数，将此组数据排序，使之成为有序数列

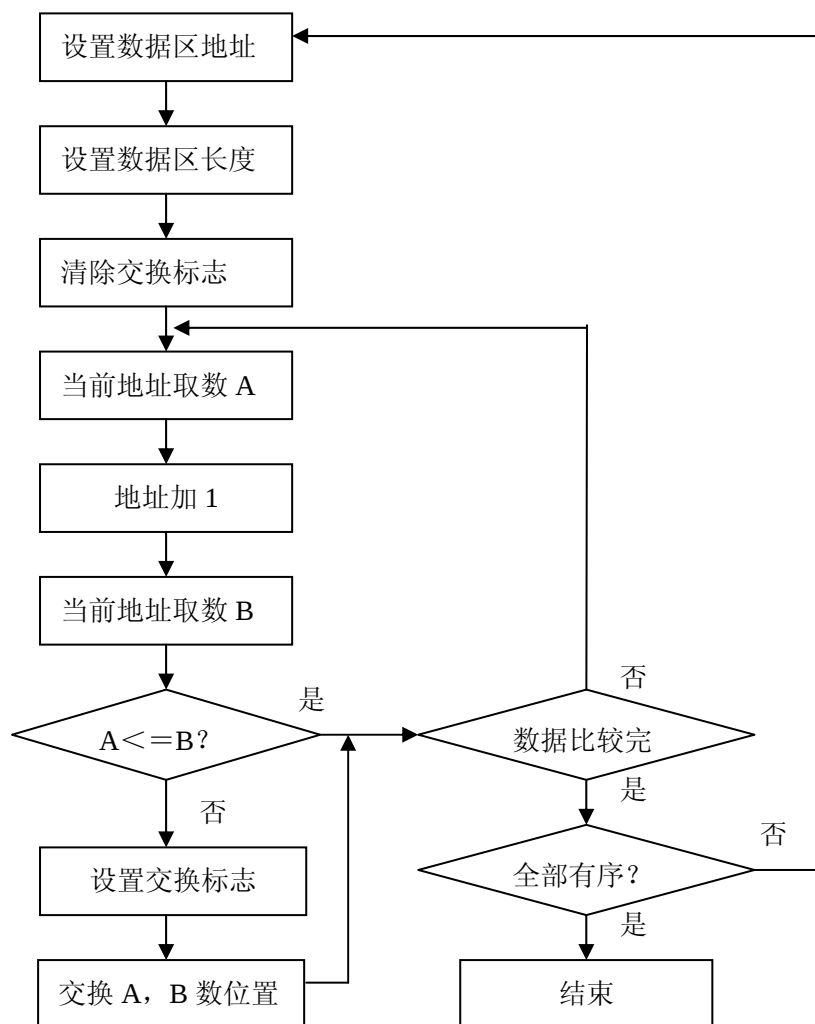
二、实验目的

了解数据排序的简单算法。

三、实验说明

有序的数列更有利于查找。本程序用的是“冒泡排序”法，算法是将一个数与后面的数相比较，如果比后面的数大，则交换，如此将所有的数比较一遍后，最大的数就会在数列的最后面。再进行下一轮比较，找出第二大数据，直到全部数据有序。

四、程序框图



硬件实验一 P1 口输入、输出实验

一、实验要求

1. P1 口做输出口，接八只发光二极管，编写程序，使发光二极管循环点亮。
2. P1.0、P1.1 作输入口接两个拨动开关，P1.2、P1.3 作输出口，接两个发光二极管，编写程序读取开关状态，将此状态，在发光二极管上显示出来。编程时应注意 P1.0、P1.1 作为输入口时应先置 1，才能正确读入值。

二、实验目的

1. 学习 P1 口的使用方法。
2. 学习延时子程序的编写和使用。
3. 学习用‘与’‘或’运算对 MCS96 系列 CPU 的变量进行位操作。

三、实验电路及连线

P1.0 ● — — ● LED0
P1.1 ● — — ● LED1
P1.2 ● — — ● LED2
P1.3 ● — — ● LED3

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	L0
2	P1.1	L1
3	P1.2	L2
4	P1.3	L3

实验 1: P1 口循环点灯

S0 ● — — ● P1.0
S1 ● — — ● P1.1
P1.2 ● — — ● LED4
P1.3 ● — — ● LED5

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	S0	P1.0
2	S1	P1.1
3	P1.2	L4
4	P1.3	L5

实验 2: P1 口输入输出

四、实验说明

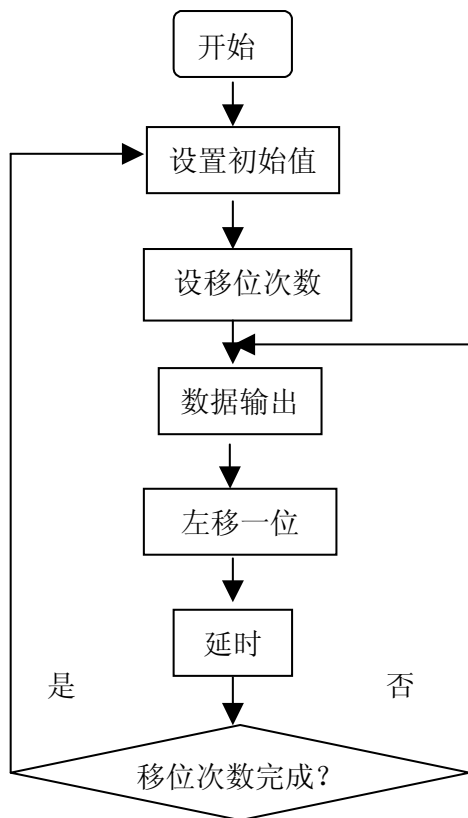
1. P1 口是准双向口。它作为输出口时与一般的双向口使用方法相同。由准双向口结构可知当 P1 口用为输入口时，必须先对它置“1”。若不先对它置“1”，读入的数据是不正确的。
2. 8051 延时子程序的延时计算问题，对于程序

```
Delay:
    MOV    R6, #0H
    MOV    R7, #0H
DelayLoop:
    DJNZ   R6, DelayLoop
    DJNZ   R7, DelayLoop
    RET
```

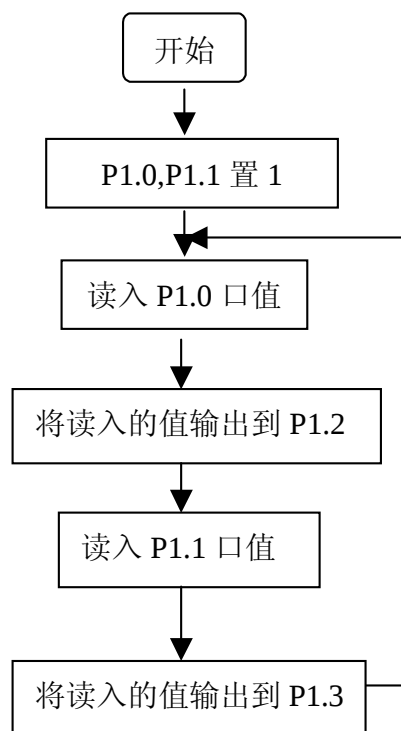
查指令表可知 MOV, DJNZ 指令均需用两个机器周期，在 6MHz 晶振时，一个机器周期时间长度为 12/6MHZ，所以该段程序执行时间为：

$$(256 \times 255 + 2) \times 2 \times 12 \div 6 \approx 261\text{ms}$$

五、实验框图



(A) P1 口循环点灯程序框图



(B) P1 口输入输出程序框图

六、设计：1. P1 口做输出口，接八只发光二极管，编写程序，使发光二极管(同时点亮两支)循环点亮。

2. P1.0、P1.1 作为输入口时,如果先清零,再读入,观察结果如何。

硬件实验二 继电器控制实验

一、实验要求

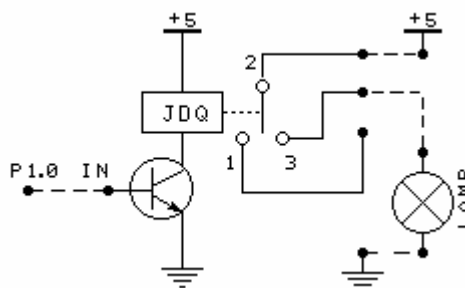
用单片机的端口，输出电平控制继电器的吸合和断开，实现对外部装置的控制。

二、实验目的

1. 学习 I/O 端口的使用方法
2. 掌握继电器的控制的基本方法
3. 了解用弱电控制强电的方法

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	继电器输入
2	5V	继电器常闭输入
3	L0	继电器中间输入

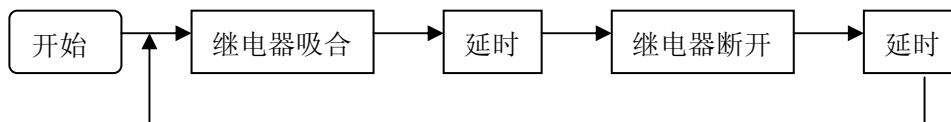


四、实验说明

现代自动控制设备中，都存在一个电子电路与电气电路的互相连接问题，一方面要使电子电路的控制信号能够控制电气电路的执行元件（电动机，电磁铁，电灯等），另一方面又要为电子线路的电气电路提供良好的电气隔离，以保护电子电路和人身的安全。继电器便能完成这一桥梁作用。

本实验采用的继电器其控制电压是 5V，控制端为高电平时，继电器工作常开触点吸合，连触点的 LED 灯被点亮。当控制端为低电平时，继电器不工作。执行时，对应的 LED 将随继电器的开关而亮灭。

五、实验框图



六、设计：要想改变继电器通断时间, 程序应如何改变？

硬件实验三 用 74LS245 读入数据

一、实验要求

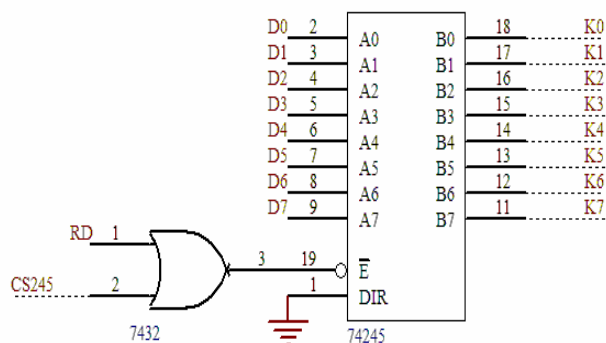
利用板上的集成电路插座，扩展一片 74LS245，来读入开关状态。

二、实验目的

- 1、了解 CPU 常用的端口连接总线的方法。
- 2、掌握 74LS245 进行数据读入或输出。

三、实验电路及连线

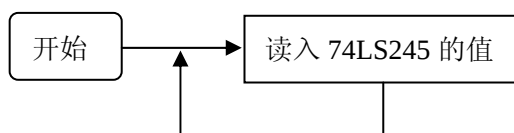
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	K0	245-18 脚
2	K1	245-17 脚
3	K2	245-16 脚
4	K3	245-15 脚
5	K4	245-14 脚
6	K5	245-13 脚
7	K6	245-12 脚
8	K7	245-11 脚
9	CS0	CS245



四、实验说明

一般情况下，CPU 的总线会挂有很多器件，如何使这些器件不造成冲突，这就要使用一些总线隔离器件，例如 74LS245 就是一种。74LS245 是三态总线收发器，利用它既可以输出也可输入数据。本实验 74LS245 的片选地址为 CS0，即 8000H，读这个地址，就是从 74LS245 读回开关的值。可以用单步的方式执行程序，改变开关状态，观察读回的值。

五、实验程序框图



硬件实验四 用 74LS273 输出数据

一、实验要求

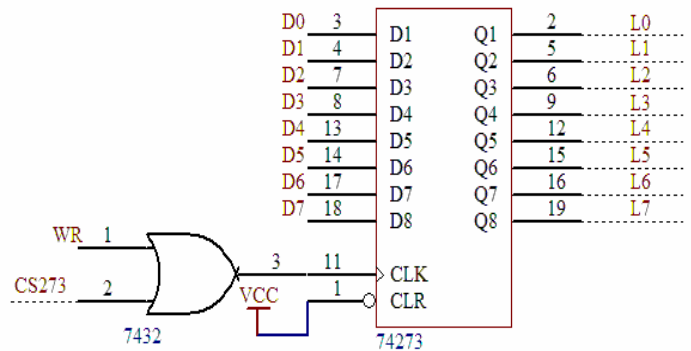
在通用插座上扩展一片 74LS273 作为输出口，控制八个 LED 灯。

二、实验目的

- 1、学习在单片机系统中扩展简单 I/O 接口的方法。
- 2、学习数据输出程序的设计方法。
- 3、了解数据锁存的概念和方法。

三、实验电路及连接

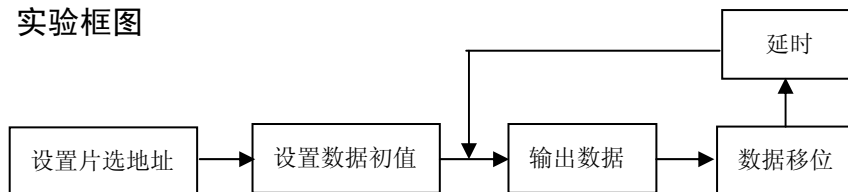
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	L0	373-2 脚
2	L1	373-5 脚
3	L2	373-6 脚
4	L3	373-9 脚
5	L4	373-12 脚
6	L5	373-15 脚
7	L6	373-16 脚
8	L7	373-19 脚
9	CS0	CS273



四、实验说明

因为本实验是用 74LS273 扩展 I/O 端口。方法是：通过片选信号和写信号将数据总线上的值锁存在 273 中，同时在 273 的输出端品输出，当数据总线上的值撤消以后，由于 273 能够锁存信号，所以 273 的输出端保持不变，直到下次有新的数据被锁存。本实验中，在数据输出同时输出片选信号和写信号。

五、实验框图



六、设计：编制程序，通过 74LS245 读入数据，然后将读入的数据通过 74LS273 输出。

硬件实验五 PWM 转换电压实验

一、实验要求

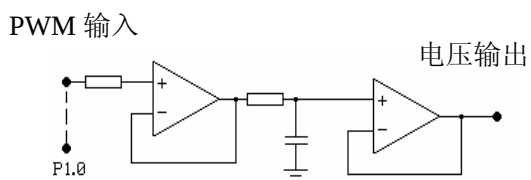
用 P1 端口输出不同占空比的脉冲，通过 PWM 转换电压电路转换成电压。

二、实验目的

1. 了解脉宽调制(PWM)的原理
2. 学习用 PWM 输出模拟量

三、实验电路及连接

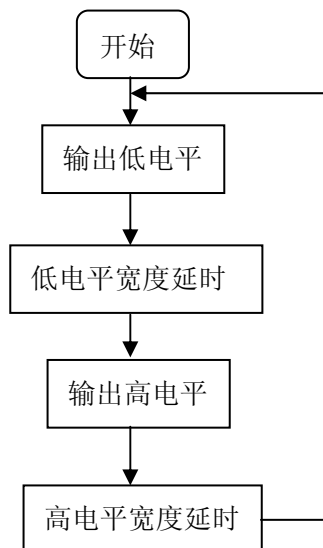
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	PWM 输入
2	PWM 输出	电压表



四、实验说明

PWM 是单片机上常用的模拟量输出方法，通过外接的转换电路，可以将脉冲的占空比变成电压。程序中通过调整占空比来输出模拟电压。占空比就是脉冲中高电平与低电平的宽度比。用万用表测量电压。

五、程序框图



六、设计：编程, 改变占空比, 观察结果。

硬件实验六 音频控制实验

一、实验要求

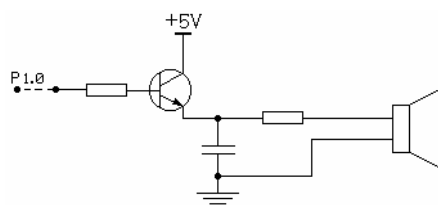
用端口输出不同频率的脉冲，控制喇叭发出不同音调

二、实验目的

1. 学习输入 / 输出端口控制方法。
2. 了解音频发声原理。

三、实验线路及连线

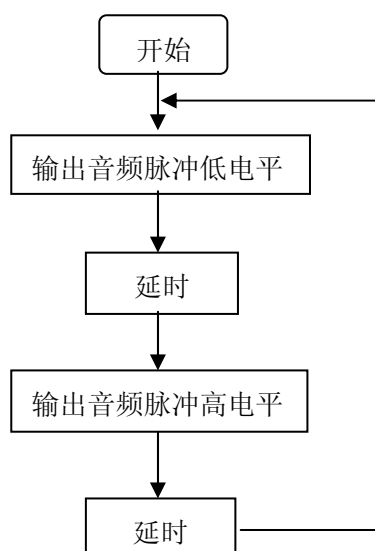
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	喇叭脉冲输入



四、实验说明

端口输出的方波经放大滤波后，驱动扬声器发声。声音的频率由端口输出时延时控制。本实验只给出发出单频率的声音的程序，请同学们思考如何修改程序，可以让扬声器发出不同频率，不同长短的声音。

五、程序框图



六、设计:改变程序,使音调高低变化。

硬件实验七 8255 输入、输出实验

一、实验要求

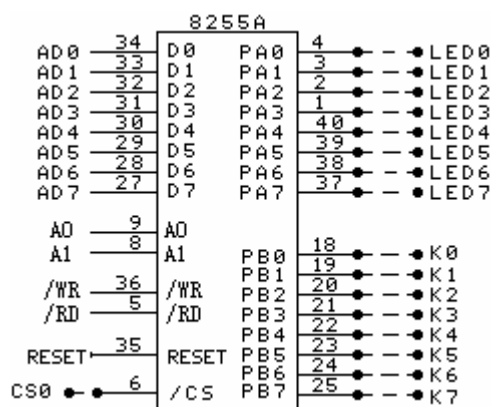
利用 8255 可编程并行口芯片，实现输入/输出实验，实验中用 8255PA 口作输出，PB 口作输入。

二、实验目的

- 1、了解 8255 芯片结构及编程方法。
- 2、了解 8255 输入/输出实验方法。

三、实验电路及连线

8255 的 CS/接地址译码/CS0，则命令字地址为 8003H，PA 口地址为 8000H，PB 口地址为 8001H，PC 口地址为 8002H。PA0-PA7（PA 口）接 LED0-LED7（LED）PB0-PB7（PB 口）接 K0-K7（开关量）。数据线、读/写控制、地址线、复位信号板上已接好。

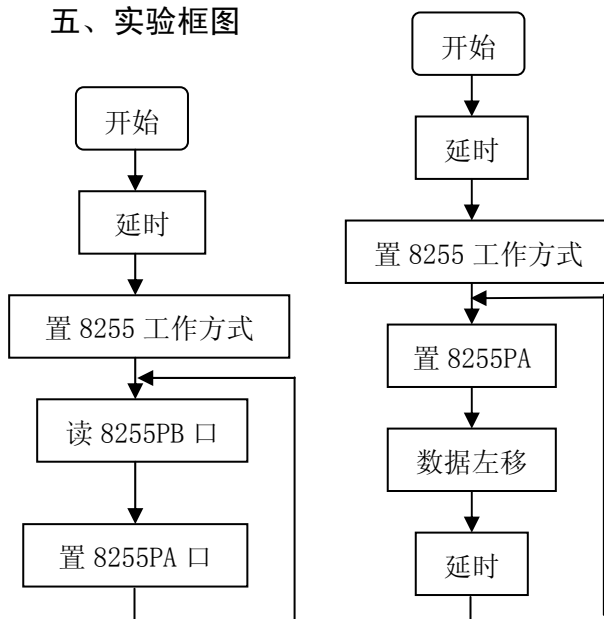


连线	连接孔 1	连接孔 2
1	CS0	8255CS
2	L0	8255-PA0
3	L1	8255-PA1
4	L2	8255-PA2
5	L3	8255-PA3
6	L4	8255-PA4
7	L5	8255-PA5
8	L6	8255-PA6
9	L7	8255-PA7
10	K0	8255-PB0
11	K1	8255-PB1
12	K2	8255-PB2
13	K3	8255-PB3
14	K4	8255-PB4
15	K5	8255-PB5
16	K6	8255-PB6
17	K7	8255-PB7

四、实验说明

可编程通用接口芯片 8255A 有三个八位的并行 I/O 口，它有三种工作方式。本实验采用的是方式 0：PA，PC 口输出，PB 口输入。很多 I/O 实验都可以通过 8255 来实现。

五、实验框图



六、设计：8255 片选端接 CS1，程序应如何改变。

硬件实验八 串行数转换并行数实验

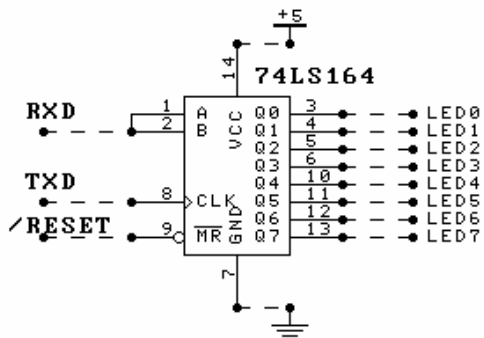
一、实验要求

利用单片机的串行口和 I/O 端口串行输出，利用 74LS164 移位转换成并行数据，接在 LED 灯上显示。74LS164 置于通用插座上。

二、实验目的

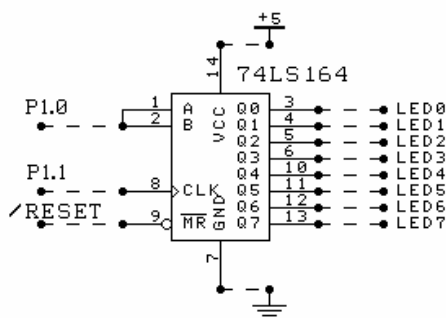
- 1、掌握 8031 串行口方式 0 工作方式及编程方法。
- 2、掌握用 8031 的 P1 口的 I/O 功能，输出串行数据。
- 3、掌握利用串行口入 I/O 口，扩展 I/O 通道的方法。

三、实验电路及连线



74LS164 插入 40 脚锁紧座

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	L0	164-3 脚
2	L1	164-4 脚
3	L2	164-5 脚
4	L3	164-6 脚
5	L4	164-10 脚
6	L5	164-11 脚
7	L6	164-12 脚
8	L7	164-13 脚
9	RXD	164-1 脚
10	RXD	164-2 脚
11	TXD	164-8 脚
12	RST_	164-9 脚
13	GND	164-7 脚
14	VCC	164-14 脚



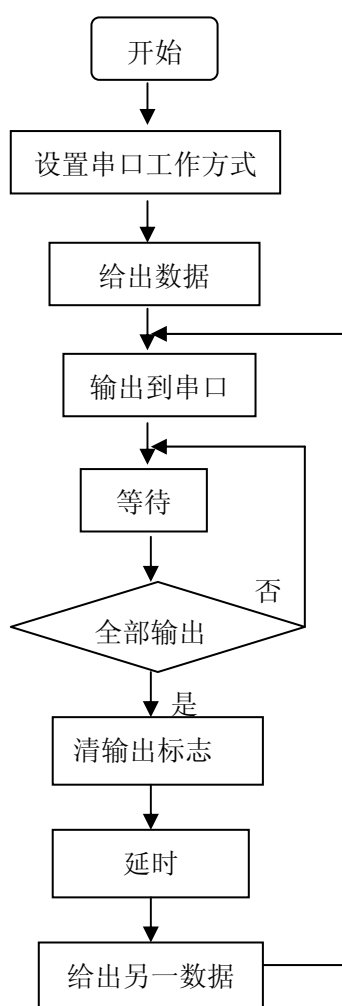
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	L0	164-3 脚
2	L1	164-4 脚
3	L2	164-5 脚
4	L3	164-6 脚
5	L4	164-10 脚
6	L5	164-11 脚
7	L6	164-12 脚
8	L7	164-13 脚
9	P1.0	164-1 脚
10	P1.0	164-2 脚
11	P1.1	164-8 脚
12	RST_	164-9 脚
13	GND	164-7 脚
14	VCC	164-14 脚

- 1、用串口方式 0，串行输出数据/时钟 2、用 I/O 口串行输出数据/时钟

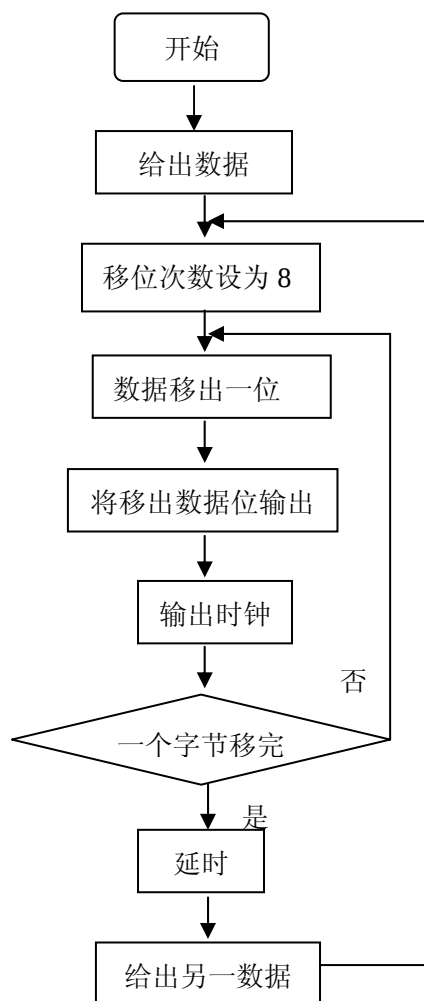
四、实验说明

串行口工作在方式 0 时，可通过外接移位寄存器实现串并行转换。在这种方式下，数据为 8 位，只能从 RXD 端输入输出，TXD 端总是输出移位同步时钟信号，其波特率固定为 $F_{osc}/12$ 。在 CPU 将数据写入 SBUF 寄存器后，立即启动发送。待 8 位数据输完后，硬件将状态寄存器的 TI 位置 1，TI 必须由软件清零。用串行口工作方式 0 输出数据/时钟，是自动移位输出，用 P1 端口串行输出数据时，要编程移位数据，输出数据/时钟。同时注意用 P1 口输出位信号时，需要用到‘与’‘或’运算得到相应位。

五、实验框图



(A) 串口方式 0 输出 程序框图



(B) P1 口输出数据/时钟 程序框图

硬件实验九 并行数转换串行数实验

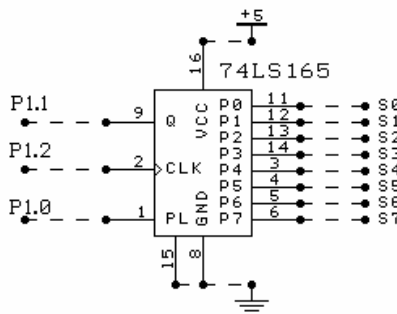
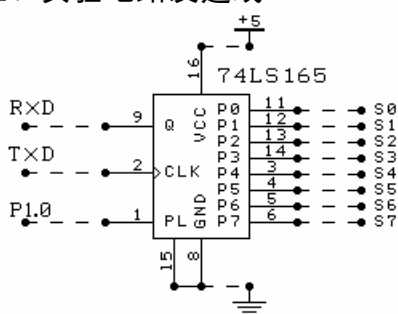
一、实验要求

将外接的并行数利用 74LS165 读入，并且移位转换成串行数，利用单片机串行口和 P1 口串行读入。74LS165 置于通用插座上。

二、实验目的

- 1、掌握 8031 串行口方式 0 工作方式及编程方法。
- 2、掌握用 8031 的 P1 口的 I/O 功能，读入串行数据。
- 3、掌握利用串行口及 I/O 口，扩展 I/O 通道的方法。

三、实验电路及连线



74LS165 插入 40 脚锁紧座

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	K0	165-11 脚
2	K1	165-12 脚
3	K2	165-13 脚
4	K3	165-14 脚
5	K4	165-3 脚
6	K5	165-4 脚
7	K6	165-5 脚
8	K7	165-6 脚
9	RXD	165-9 脚
10	TXD	165-2 脚
11	P1.0	165-1 脚
12	RST_	165-9 脚
13	GND	165-8 脚
14	GND	165-15 脚
15	VCC	165-16 脚

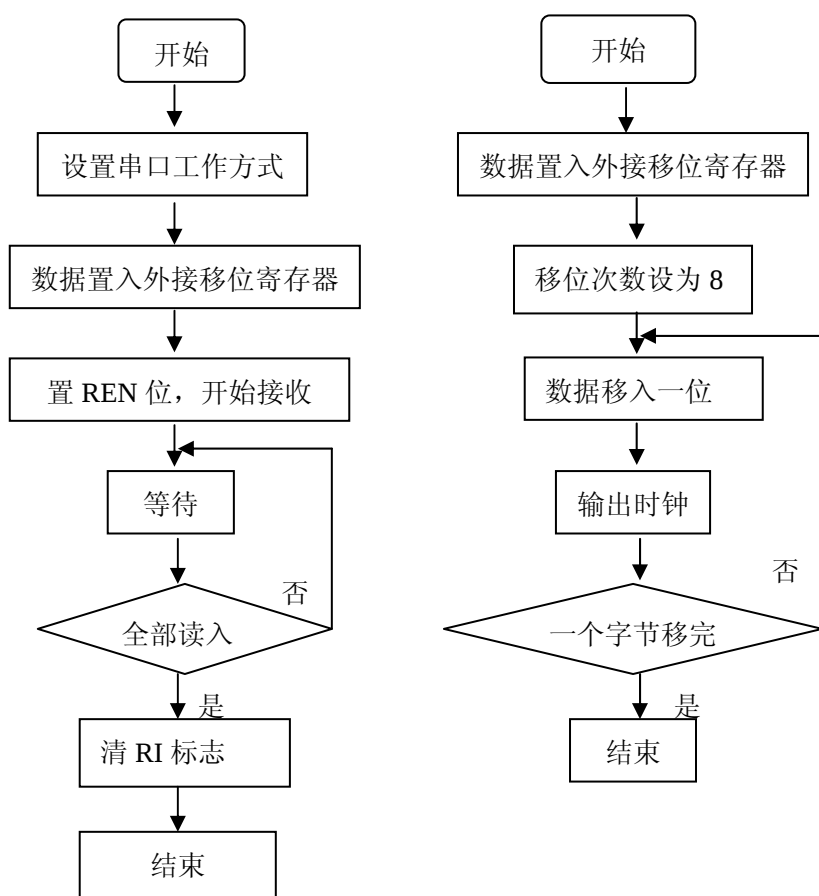
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	K0	165-11 脚
2	K1	165-12 脚
3	K2	165-13 脚
4	K3	165-14 脚
5	K4	165-3 脚
6	K5	165-4 脚
7	K6	165-5 脚
8	K7	165-6 脚
9	P1.1	165-9 脚
10	P1.2	165-2 脚
11	P1.0	165-1 脚
12	RST_	165-9 脚
13	GND	165-8 脚
14	GND	165-15 脚
15	VCC	165-16 脚

- 1、用串口方式 0，串行输入数据/时钟 2、用 I/O 口串行输入数据/时钟

四、实验说明

与上个实验一样，这个实验主要是用串并转换方法扩展 I/O 口。串行口工作在方式 0 时，可通过外接移位寄存器实现串并行转换。在这种方式下，数据为 8 位，只能从 RXD 端输入输出，TXD 端总是输出移位同步时钟信号，其波特率固定为晶振频率 $F_{osc}/12$ 。由软件置位串行控制寄存器的允许接收位 (REN) 后，才启动串行接收。待 8 位数据收完后，硬件将状态寄存器的 RI 位置 1，RI 必须由软件清零。用串行口工作方式 0 读入数据，是自动移位完成的，用 P1 端口串行读入数据时，要编程输出时钟信号，移位读入数据。同时注意用 P1 口输出位信号时，需要用到‘与’‘或’运算得到相应位。

五、实验框图



(A) 串口方式 0 读入 程序框图

(B) P1 口读入数据 程序框图

硬件实验十 计数器实验

一、实验要求

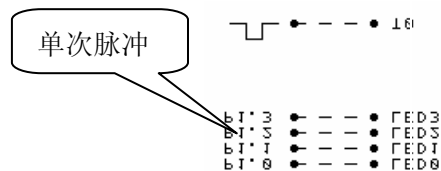
8031 内部定时计数器 T0，按计数器模式和方式 1 工作，对 P3.4 (T0) 引脚进行计数。将其数值按二进制数在 P1 口驱动 LED 灯上显示出来。

二、实验目的

- 1、学习 8031 内部定时/计数器使用方法。

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	L0
2	P1.1	L1
3	P1.2	L2
4	P1.3	L3
5	单脉冲输出	T0



四、实验说明

1. 本实验中内部计数器起计数器的作用。外部事件计数脉冲由 P3.4 引入定时器 T0。单片机在每个机器周期采样一次输入波形,因此单片机至少需要两个机器周期才能检测到一次跳变。这就要求被采样电平至少维持一个完整的机器周期,以保证电平在变化之前即被采样。同时这就决定了输入波形的频率不能超过机器周期频率。

五、实验框图



硬件实验十一 外部中断实验

一、实验要求

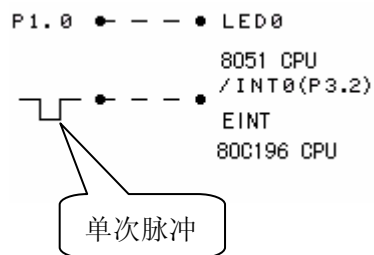
用单次脉冲申请中断，在中断处理程序中对输出信号进行反转。

二、实验目的

- 1、学习外部中断技术的基本使用方法。
- 2、学习中断处理程序的编程方法。

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	L0
2	单脉冲输出	INT0



四、实验说明

中断服务程序的关键是：

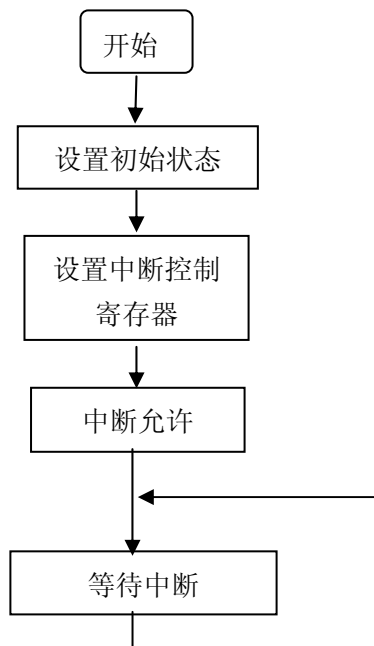
1. 保护进入中断时的状态，并在退出中断之前恢复进入时的状态。
2. 必须在中断程序中设定是否允许中断重入，即设置 EX0 位。

本例中使用了 INT0 中断，一般中断程序进入时应保护 PSW，ACC 以及中断程序使用但非其专用的寄存器。本例的中断程序保护了 PSW，ACC 等三个寄存器并且在退出前恢复了这三个寄存器。另外中断程序中涉及到关键数据的设置时应关中断，即设置时不允许重入。本例中没有涉及这种情况。

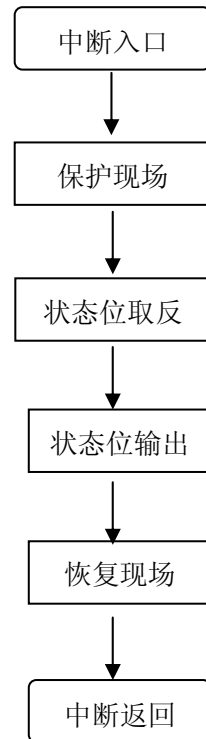
INT0 (P32) 端接单次脉冲发生器。P1.0 接 LED 灯，以查看信号反转。

五、设计：改为上升沿触发外部中断，程序应如何改变？

六、实验框图



主程序框图



外部中断子程序框图

硬件实验十二 定时器实验

一、实验要求

用 CPU 内部定时器中断方式计时, 实现每一秒钟输出状态发生一次反转.

二、实验目的

- 1、学习 8031 内部计数器的使用和编程方法。
- 2、进一步掌握中断处理程序的编程方法。

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	L0

P1.0 ● — — ● LED0

四、实验说明

1、关于内部计数器的编程主要是定时常数的设置和有关控制寄存器的设置。内部计数器在单片机中主要有定时器和计数器两个功能。本实验使用的是定时器。

2、定时器有关的寄存器有工作方式寄存器 TMOD 和控制寄存器 TCON。TMOD 用于设置定时器/计数器的工作方式 0-3, 并确定用于定时还是用于计数。TCON 主要功能是为定时器在溢出时设定标志位, 并控制定时器的运行或停止等。

3、内部计数器用作定时器时, 是对机器周期计数。每个机器周期的长度是 12 个振荡器周期。因为实验系统的晶振是 6MHZ, 本程序工作于方式 2, 即 8 位自动重装方式定时器, 定时器 100us 中断一次, 所以定时常数的设置可按以下方法计算:

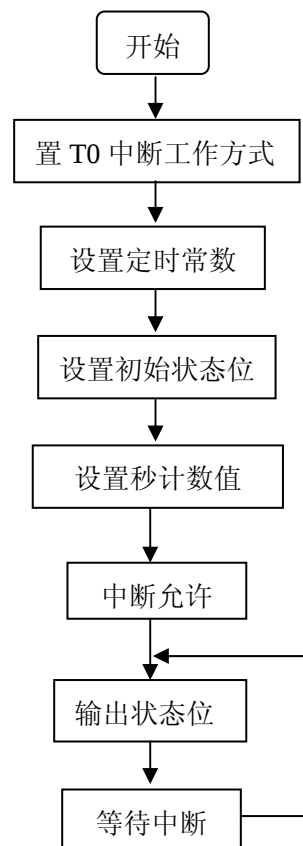
机器周期=12÷6MHZ=2uS

(256-定时常数)×2uS=100us

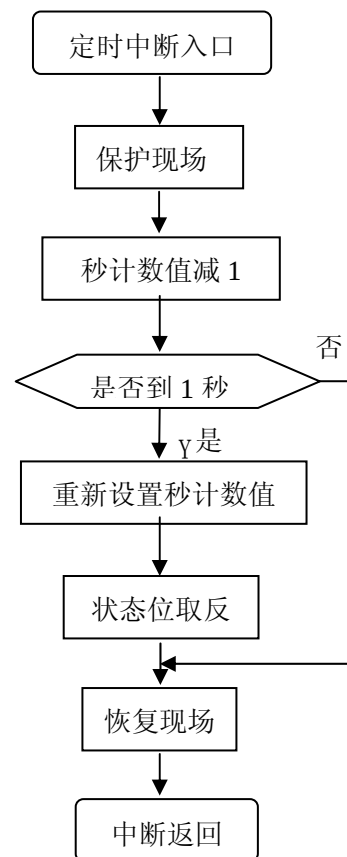
定时常数=206. 然后对 100us 中断次数计数 10000 次, 就是 1 秒钟.

4、在例程的中断服务程序中, 因为中断定时常数的设置对中断程序的运行起到关键作用, 所以在置数前要先关对应的中断, 置数完之后再打开相应的中断。

五、实验框图



主程序框图



定时中断子程序框图

六、设计：改为计数器中断, 每记录 3 个脉冲, 中断一次, 中断处理程序不变.

硬件实验十三 D/A 转换实验

一、实验要求

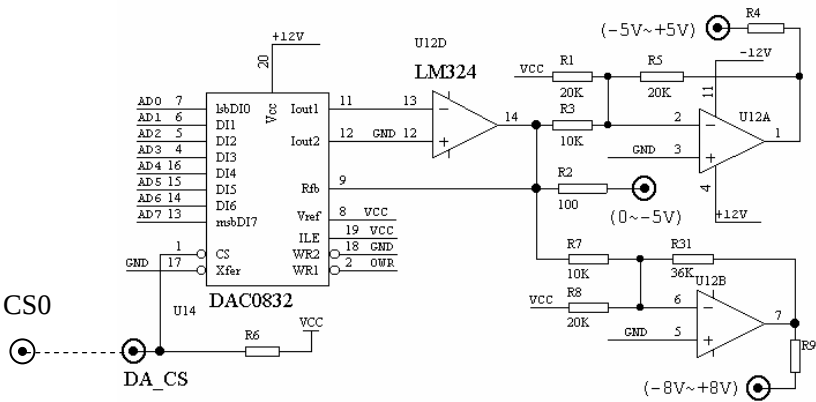
利用 DAC0832，编制程序产生锯齿波、三角波、正弦波。三种波轮流显示，用示波器观看。

二、实验目的

- 1、了解 D/A 转换的基本原理。
- 2、了解 D/A 转换芯片 0832 的性能及编程方法。
- 3、了解单片机系统中扩展 D/A 转换的基本方法。

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	DA_CS	CS2
2	-5V~+5V	电压表



用电压表或示波器探头接-5V~+5V 输出，观察显示电压或波形。

四、实验说明

1、D/A 转换是把数字量转换成模拟量的变换，实验台上 D/A 电路输出的是模拟电压信号。要实现实验要求，比较简单的方法是产生三个波形的表格，然后通过查表来实现波形显示。

2、产生锯齿波和三角波的表格只需由数字量的增减来控制，同时要注意三角波要分段来产生。

要产生正弦波，较简单的方法是造一张正弦数字量表。即查函数表得到的值转换成

十六进制数填表。

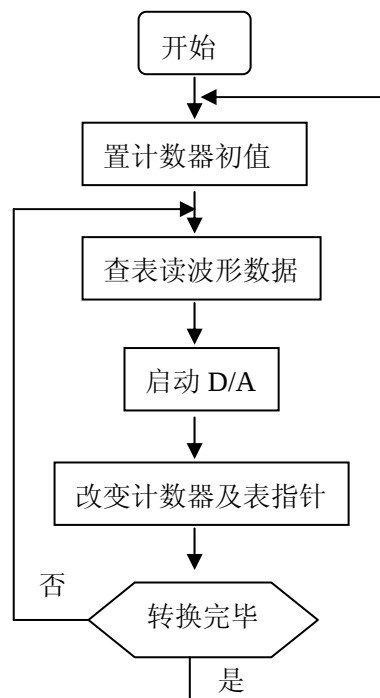
D/A 转换取值范围为一个周期，采样点越多，精度越高些。本例采用的采样点为 256 点/周期。

3、8 位 D/A 转换器的输入数据与输出电压的关系为

$$U(0 \sim -5V) = U_{ref}/256 \times N$$

$$U(-5V \sim +5V) = 2 \cdot U_{ref}/256 \times N - 5V \quad (\text{这里 } U_{ref} \text{ 为 } +5V)$$

五、 实验框图



硬件实验十四 A/D 转换实验

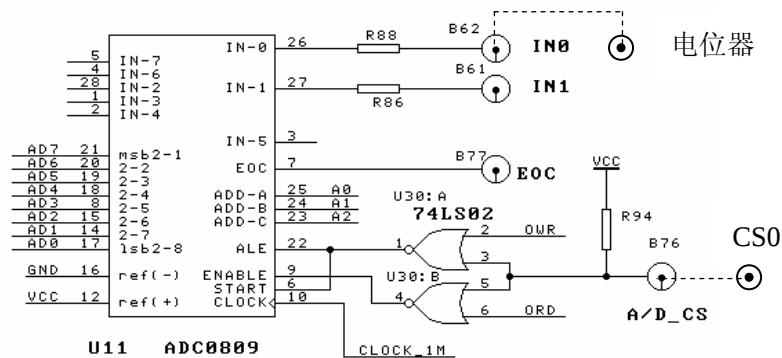
一、实验要求

利用实验板上的 ADC0809 做 A/D 转换器，实验板上的电位器提供模拟量输入，编制程序，将模拟量转换成二进制数字量，用 8255 的 PA 口输出到发光二极管显示。

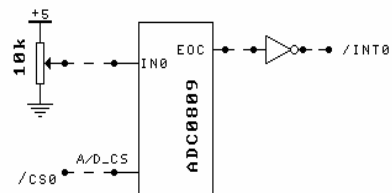
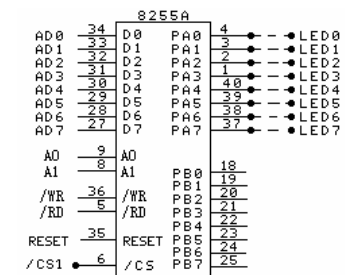
二、实验目的

- 1、掌握 A/D 转换与单片机的接口方法。
- 2、了解 A/D 芯片 ADC0809 转换性能及编程。
- 3、通过实验了解单片机如何进行数据采集。

三、实验电路及连线



连线	连接孔 1	连接孔 2
1	IN0	电位器输出
2	AD_CS	CS0
3	EOC	INT0
4	8255_CS	CS1
5	PA0	L0
6	PA1	L1
7	PA2	L2
8	PA3	L3
9	PA4	L4
10	PA5	L5
11	PA6	L6
12	PA7	L7

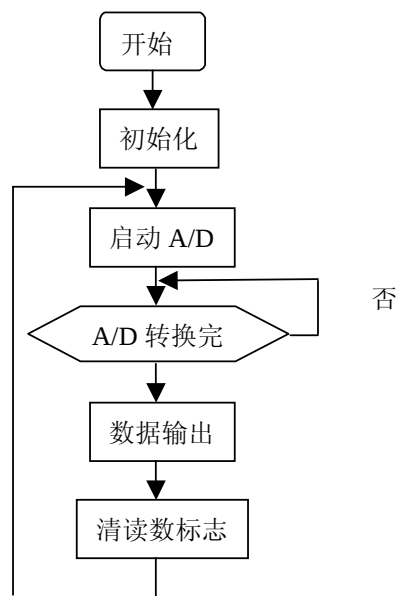


四、实验说明

A/D 转换器大致有三类：一是双积分 A/D 转换器，优点是精度高，抗干扰性好；价格便宜，但速度慢；二是逐次逼近 A/D 转换器，精度，速度，价格适中；三是并行 A/D 转换器，速度快，价格也昂贵。

实验用的 ADC0809 属第二类，是八位 A/D 转换器。每采集一次一般需 100us。本程序是用延时查询方式读入 A/D 转换结果，也可以用中断方式读入结果，在中断方式下，A/D 转换结束后会自动产生 EOC 信号，将其与 CPU 的外部中断相接，有兴趣的同学可以试试编程用中断方式读回 A/D 结果。

五、实验框图



主程序框图

硬件实验十五 外部中断(急救车与交通灯)

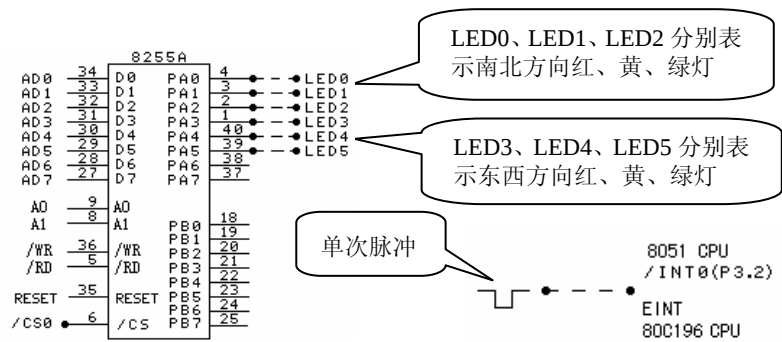
一、实验要求

本实验模拟交通信号灯控制，一般情况下正常显示，有急救车到达时，两个方向交通信号灯全红，以便让急救车通过。设急救车通过路口时间为 10 秒，急救车通过后，交通恢复正常，本实验用单次脉冲申请外部中断，表示有急救车通过。

二、实验目的

- 1、学习外部中断技术的基本使用方法。
- 2、学习中断处理程序的编程方法。

三、实验电路及连线



连线	连接孔 1	连接孔 2
1	8255_CS	CS0
2	PA0	L0
3	PA1	L1
4	PA2	L2
5	PA3	L3
6	PA4	L4
7	PA5	L5
8	单脉冲输出	EINT (96)

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	P1.0	L0
2	P1.1	L1
3	P1.2	L2
4	P1.3	L3
5	P1.4	L4
6	P1.5	L5
7	单脉冲输出	INT0 (51)

四、实验说明

中断服务程序的关键是：

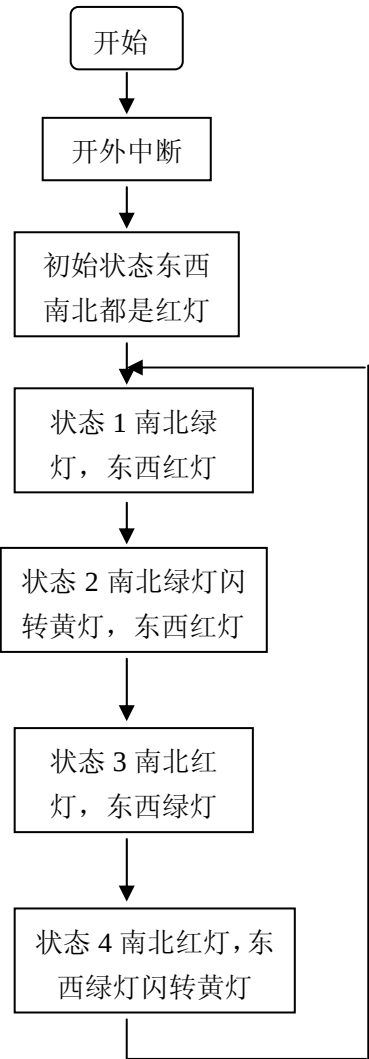
- 1、保护进入中断时的状态，并在退出中断之前恢复进入时的状态。
- 2、必须在中断程序中设定是否允许中断重入，即设置 EX0 位。

本例中使用了 INT0 中断，一般中断程序进入时应保护 PSW，ACC 以及中断程序使用但

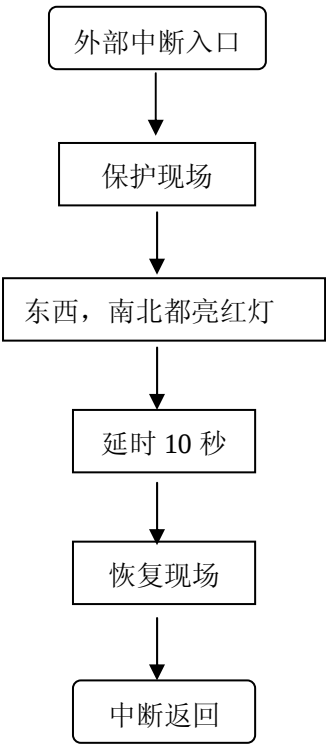
非其专用的寄存器。本例的中断程序保护了 PSW, ACC 等三个寄存器并且在退出前恢复了这三个寄存器。另外中断程序中涉及到关键数据的设置时应关中断，即设置时不允许重入。本例中没有涉及这种情况。

对于 8051CPU 外部中断由 INT0 (P32) 端接入。中断信号由单次脉冲发生器产生。
对中断的处理可参见硬件实验十一
本实验提供了用单片机的 I/O 端口控制交通信号灯的方法。

五、实验框图



主程序框图



外部中断子程序框图

硬件实验十六 八段数码管显示

一、实验要求

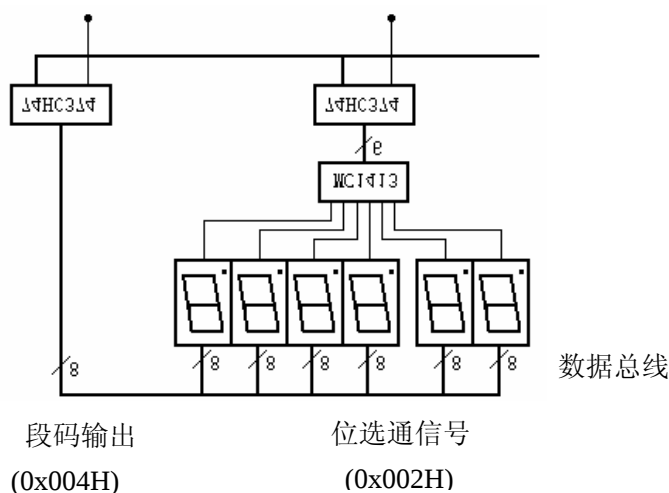
利用实验仪提供的显示电路, 动态显示一行数据.

二、实验目的

1. 了解数码管动态显示的原理。
2. 了解用总线方式控制数码管显示

三、实验线路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	KEY/LED_CS	CS0



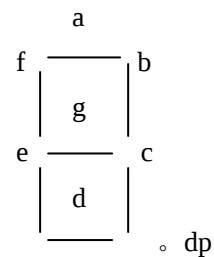
四、实验说明

1. 本实验仪提供了 6 位 8 段码 LED 显示电路, 学生只要按地址输出相应数据, 就可以实现对显示器的控制。显示共有 6 位, 用动态方式显示。8 位段码、6 位位码是由两片 74LS374 输出。位码经 MC1413 或 ULN2003 倒相驱动后, 选择相应显示位。

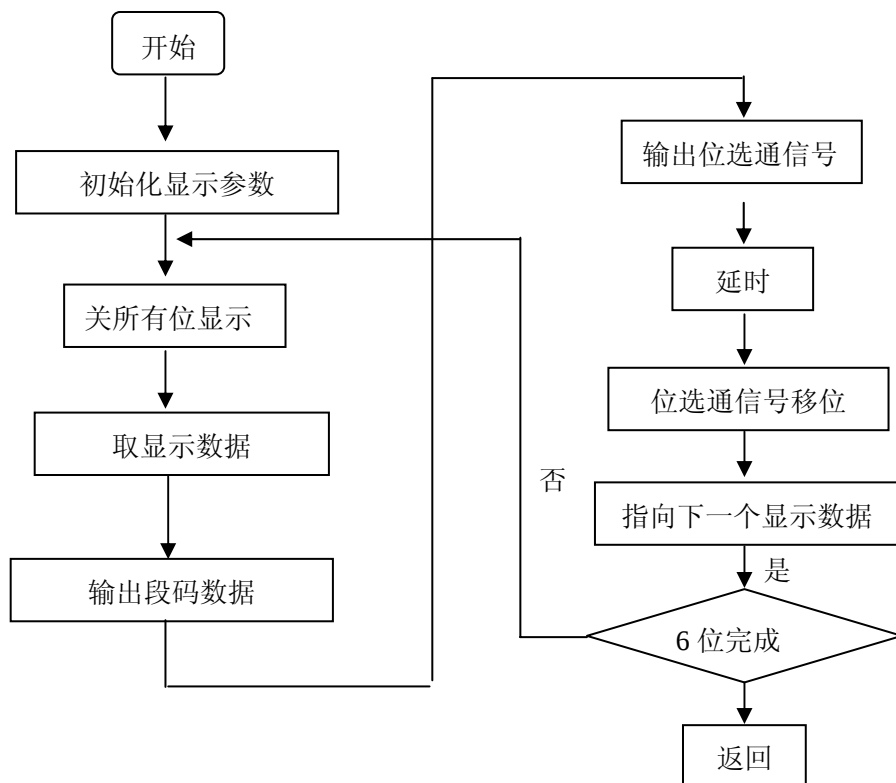
本实验仪中 8 位段码输出地址为 0X004H, 位码输出地址为 0X002H。此处 X 是由 KEY/LED CS 决定, 参见地址译码。做键盘和 LED 实验时, 需将 KEY/LED CS 接到相应的地址译码上。以使用相应的地址来访问。例如, 将 KEY/LED CS 接到 CS0 上, 则段码地址为 08004H, 位码地址为 08002H。

七段数码管的字型代码表如下表:

显示字形	g	f	e	d	c	b	a	段码
0	0	1	1	1	1	1	1	3fh
1	0	0	0	0	1	1	0	06h
2	1	0	1	1	0	1	1	5bh
3	1	0	0	1	1	1	1	4fh
4	1	1	0	0	1	1	0	66h
5	1	1	0	1	1	0	1	6dh
6	1	1	1	1	1	0	1	7dh
7	0	0	0	0	1	1	1	07h
8	1	1	1	1	1	1	1	7fh
9	1	1	0	1	1	1	1	6fh
A	1	1	1	0	1	1	1	77h
b	1	1	1	1	1	0	0	7ch
C	0	1	1	1	0	0	1	39h
d	1	0	1	1	1	1	0	5eh
E	1	1	1	1	0	0	1	79h
F	1	1	1	0	0	0	1	71h



五、程序框图



六、设计:1. 改变显示内容

2. 改变扫描每一位的延迟时间(增大、减小), 观察结果有什么不同。

硬件实验十七 键盘扫描显示实验

一、实验要求

在上一个实验的基础上, 利用实验仪提供的键盘扫描电路和显示电路, 做一个扫描键盘和数码显示实验, 把按键输入的键码在六位数码管上显示出来。

实验程序可分成三个模块。

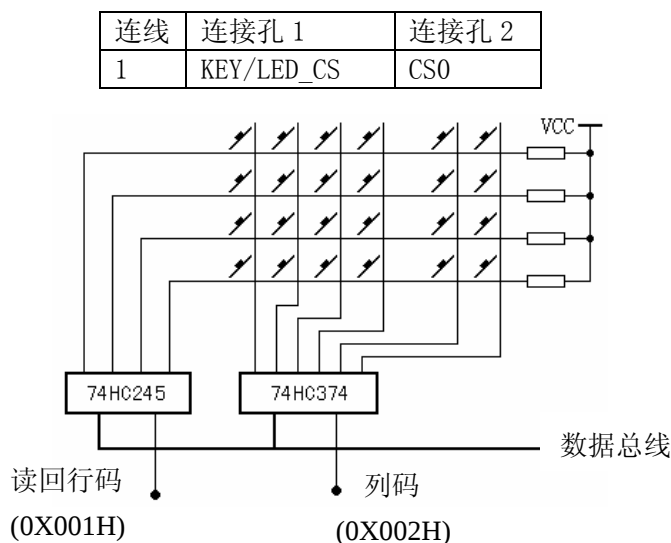
- ①键输入模块: 扫描键盘、读取一次键盘并将键值存入键值缓冲单元。
- ②显示模块: 将显示单元的内容在显示器上动态显示。
- ③主程序: 调用键输入模块和显示模块。

二、实验目的

- 1、掌握键盘和显示器的接口方法和编程方法。
- 2、掌握键盘扫描和 LED 八段码显示器的工作原理。

三、实验电路及连线

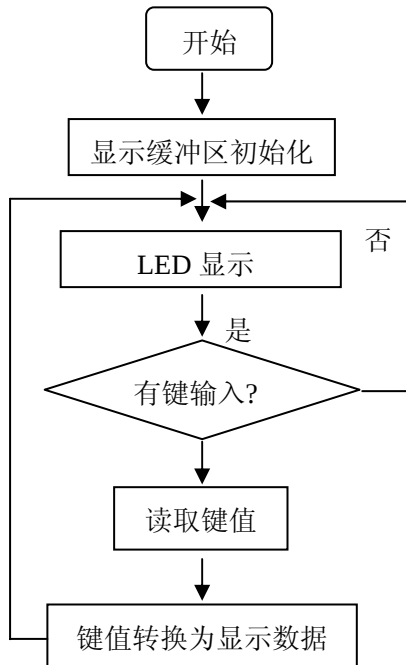
这里只是键盘草图, 详细原理参见图 1



四、实验说明

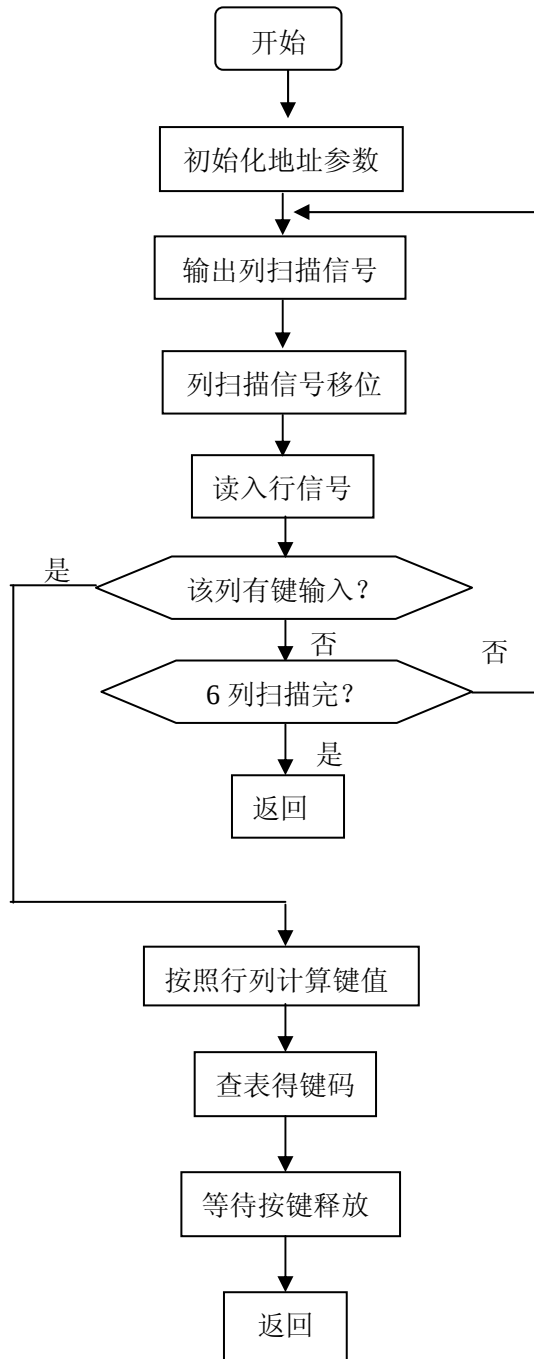
本实验仪提供了一个 6×4 的小键盘, 向列扫描码地址 (0X002H) 逐列输出低电平, 然后从行码地址 (0X001H) 读回。如果有键按下, 则相应行的值应为低, 如果无键按下, 由于上拉的作用, 行码为高。这样就可以通过输出的列码和读取的行码来判断按下的是什么键。在判断有键按下后, 要有一定的延时, 防止键盘抖动。地址中的 X 是由 KEY/LED CS 决定, 参见地址译码。做键盘和 LED 实验时, 需将 KEY/LED CS 接到相应的地址译码上。以便使用相应的地址来访问。例如将 KEY/LED CS 信号接 CS0 上, 则列扫描地址为 08002H, 行码地址为 08001H。列扫描码还可以分时用作 LED 的位选通信号。

五、实验框图



主程序框图

显示程序框图见前个实验



读键输入子程序框图

六、设计: 1. 改变显示内容, 显示键号+1

2. 改变显示内容, 同时显示六位不同的内容, 如按“1”键, 显示“123456”。

硬件实验十八 电子时钟

一、实验要求

利用 CPU 的定时器和实验仪上提供的数码显示电路，设计一个电子时钟。格式如下：

XX XX XX 由左向右分别为：时、分、秒

二、实验目的

- 1、进一步掌握定时器的使用和编程方法。
- 2、进一步掌握中断处理程序的编程方法。
- 3、进一步掌握数码显示电路的驱动方法。

三、实验电路及连线

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	KEY/LED_CS	CS0

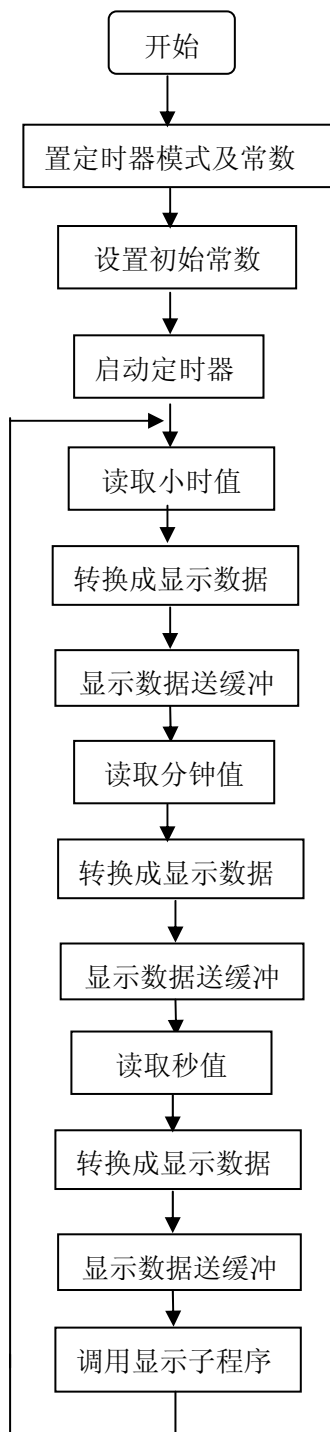
本实验连线只需接上显示/键盘的选择信号即可。

四、实验说明

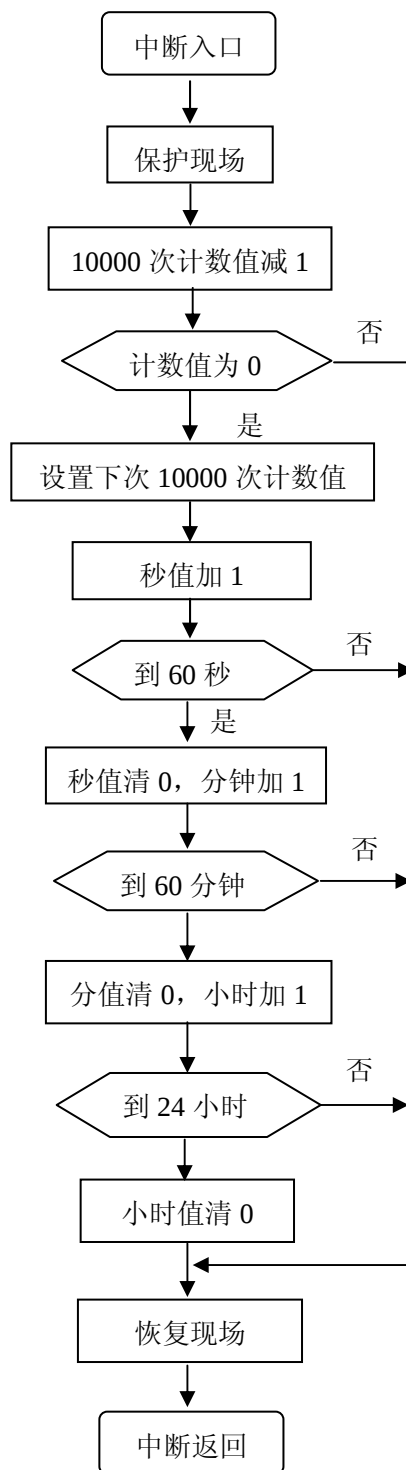
定时器每 100 μ s 中断一次，在中断服务程序中，对中断次数进行计数，100 μ s 计数 10000 次就是 1 秒。然后再对秒计数得到分和小时值，并送入显示缓冲区。显示子程序模块可参照硬件实验十六和硬件实验十七。

五、实验框图(下页)

六、设计:加入整分钟蜂鸣器响一声功能。



主程序框图



100us 定时中断服务程序

硬件实验十九 单片机串行口通讯实验

一、实验要求

利用单片机串行口，实现两个实验台之间的串行通讯。其中一个实验台作为发送方，另一侧为接收方。发送方读入按键值，并发送给接收方，接收方收到数据后在 LED 上显示。

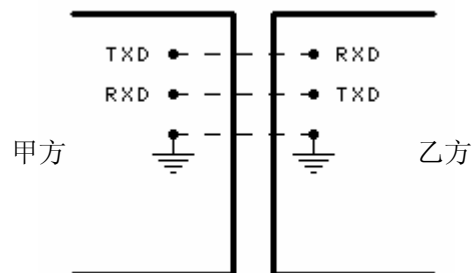
二、实验目的

- 1、掌握单片机串行口工作方式的程序设计，及简易三线式通讯的方法。
- 2、了解实现串行通讯的硬环境、数据格式的协议、数据交换的协议。
- 3、学习串口通讯的中断方式的程序编写方法。

三、实验电路

显示电路和键盘电路见硬件实验十六和硬件实验十七。

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	甲方 TXD	乙方 RXD
2	甲方 RXD	乙方 TXD
3	甲方 GND	乙方 GND
4	KEY/LED_CS	CS0

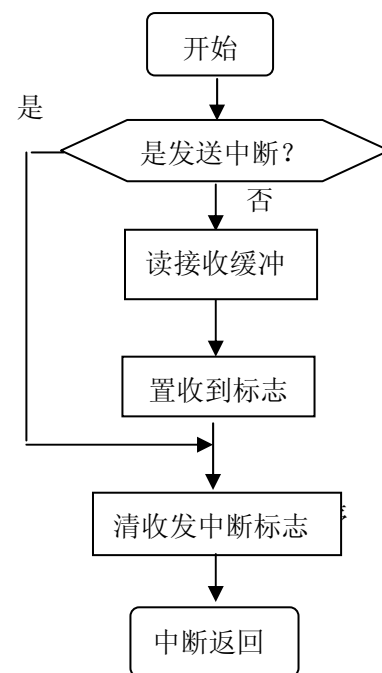
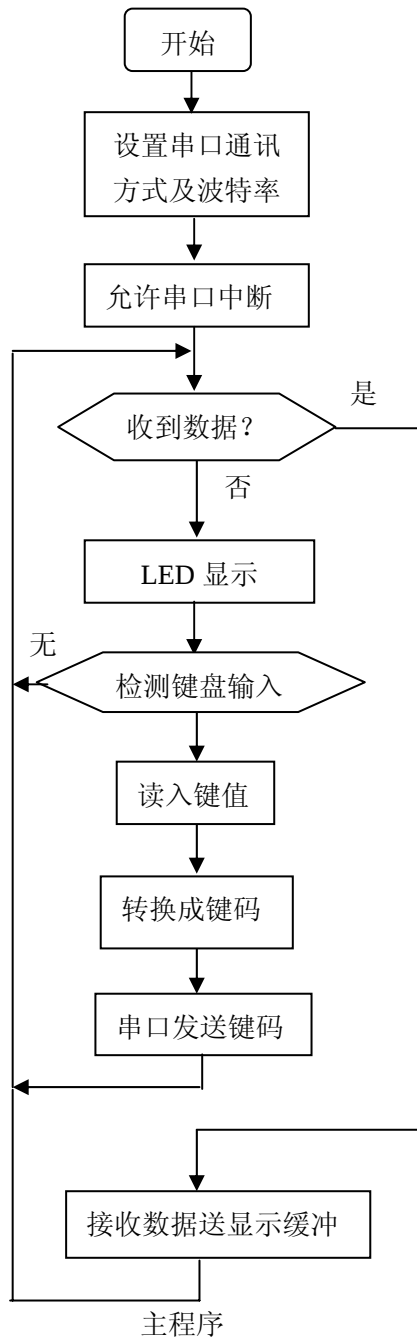


四、实验说明

1、通讯双方的 RXD、TXD 信号本应经过电平转换后再行交叉连接，本实验中为减少连线可将电平转换电路略去，而将双方的 RXD、TXD 直接交叉连接。也可以将本机的 TXD 接到 RXD 上，这样按下的键，就会在本机 LED 上显示出来。

2、若想与标准的 RS232 设备通信，就要做电平转换，输出时要将 TTL 电平换成 RS232 电平，输入时要将 RS232 电平换成 TTL 电平。可以将仿真板上的 RXD、TXD 信号接到实验板上的“用户串口接线”的相应 RXD 和 TXD 端，经过电平转换，通过“用户串口”接到外部的 RS232 设备。可以用实验仪上的逻辑分析仪采样串口通信的波形

五、实验框图



硬件实验二十 打印机控制实验

一、实验要求

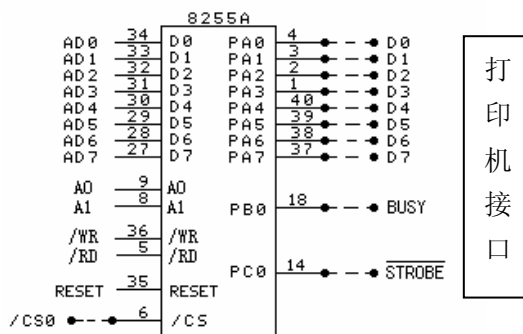
用 8255 控制打印机，PA 口做数据口，PB.0 用于读入打印机的‘忙’状态，PC.0 口用于输出打印选通信号。编写程序向打印输出一串字符。

二、实验目的

1. 了解单片机控制打印机原理和方法。
2. 学习如何编写程序控制打印机。
3. 了解单片机控制外部设备的常用电路。
4. 熟悉 8255 的控制方法

三、实验电路连线框图

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	8255_CS	CS0
2	PA0	DATA0
3	PA1	DATA1
4	PA2	DATA2
5	PA3	DATA3
6	PA4	DATA4
7	PA5	DATA5
8	PA6	DATA6
9	PA7	DATA7
10	PB0	BUSY
11	PC0	STROBE
12	打印机	打印机接口



四、实验说明

打印机的控制流程一般为：

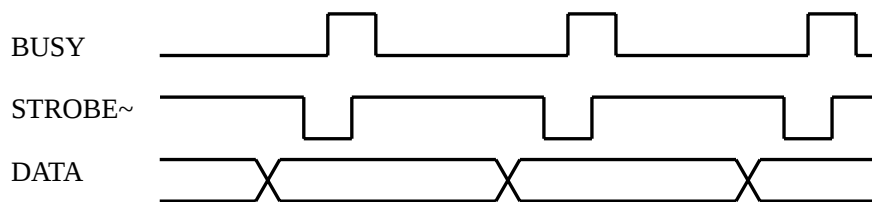
- 1) 读打印机状态，判断打印机是否忙（BUSY）。
- 2) 若不忙，则向打印机数据口输出数据（D0-D7）。
- 3) 向打印机输出数据选通信号（STROBE~）。

本实验的打印机状态通过 8255 的 PB.0 读入，判断打印机是否忙。

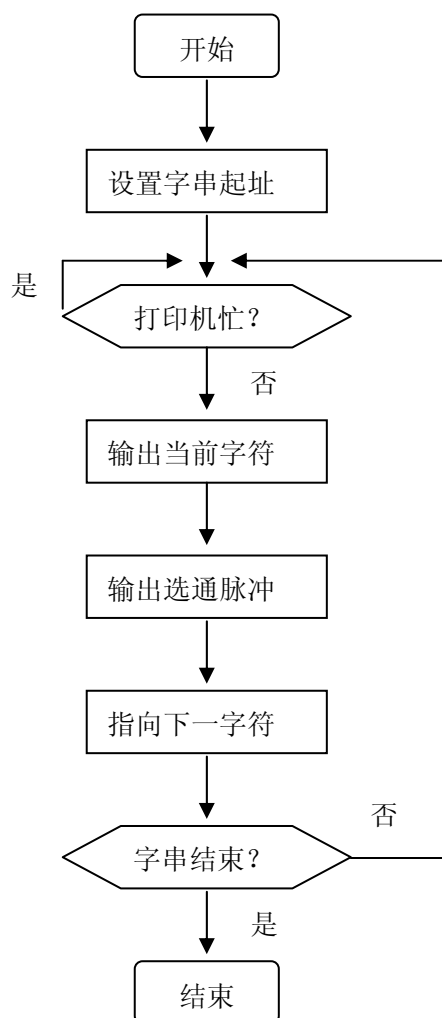
八位打印数据由 8255 的 PA 口输出，写到 PA 口的数据就会送到打印机的数据口。

打印选通信号是低有效。输出的选通信号由 8255 的 PC.0 输出。

向打印口输出字符的 ASCII 码，就能打印出相应的字，控制时序图如下：



五、 实验程序框图



硬件试验二十一 直流电机控制实验

一、实验要求

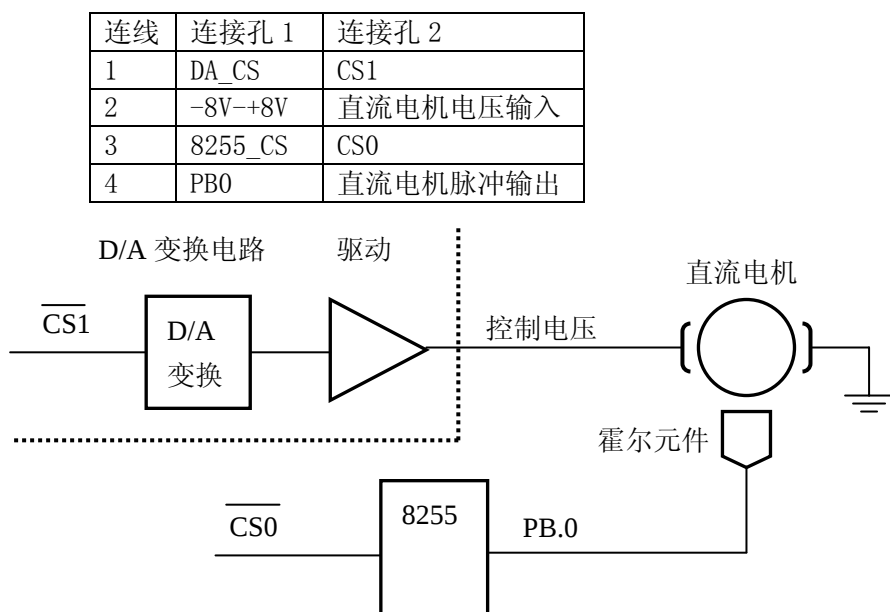
利用实验仪上的 D/A 变换电路，输出-8V 至+8V 电压，控制直流电机。改变输出电压值，改变电机转速，用 8255 的 PB.0 读回脉冲计数，计算电机转速。

二、实验目的

1. 了解直流电机控制原理。
2. 学习单片机控制直流电机的编程方法。
3. 了解单片机控制外部设备的常用电路。

三、实验电路连线框图

D/A 变换电路可参见 D/A 变换实验。8255 电路可参见 8255 实验。



四、实验说明

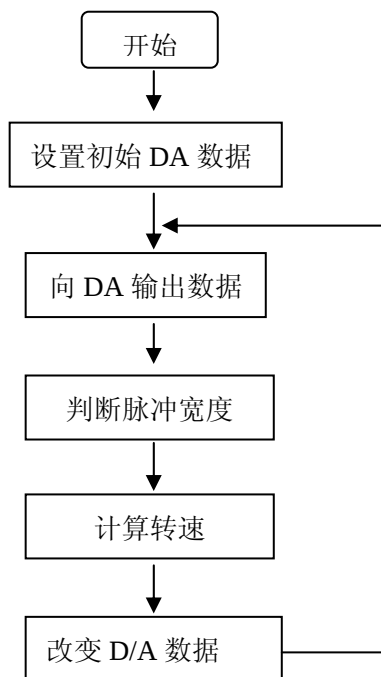
在电压允许范围内，直流电机的转速随着电压的升高而加快，若加上的电压为负电压，则电机反向旋转。本实验仪的 D/A 变换可输出-8V 到+8V 的电压，将电压经驱动后加在直流电机上，使其运转。通过单片机输出数据到 D/A 变换电路，控制电压的高低和正负，观察电机的旋转情况。

在电机转盘上安装一个小磁芯，用霍尔元件感应电机转速，用单片机控制 8255 读

回感应脉冲，从而测算出电机的转速。

有兴趣的同学，可以做一个恒速的试验，即让电机转速保持一定。若电机转速偏低，则提高输出电压，若电机转速偏高，则降低输出电压。首先给电机一定的阻力，让转速保持一定，然后稍微给加大阻力，观察 D/A 输出的电压是否能做出反应，再减小阻力，也观察 D/A 电压，有何变化。注意所加的阻力不能过大，以免电机烧毁。

五、 实验程序框图



硬件试验二十二 步进电机控制实验

一、实验要求

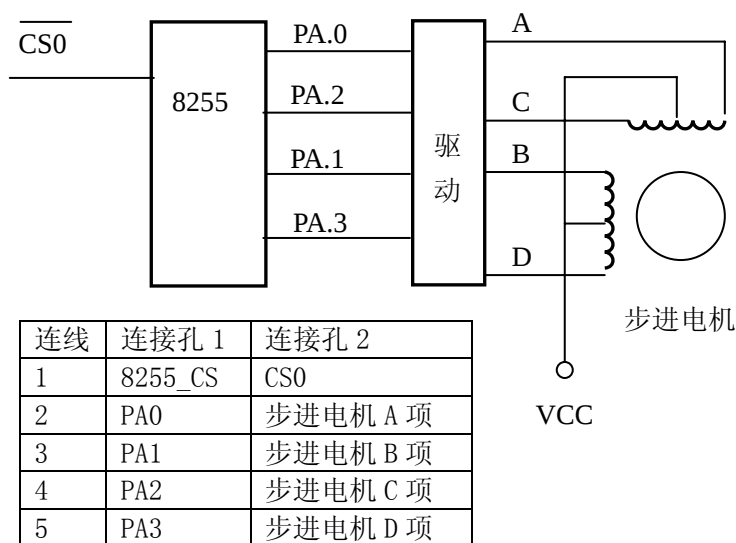
用 8255 扩展端口控制步进电机，编写程序输出脉冲序列到 8255 的 PA 口，控制步进电机正转、反转，加速，减速。

二、实验目的

1. 了解步进电机控制的基本原理。
2. 掌握控制步进电机转动的编程方法。
3. 了解单片机控制外部设备的常用电路。

三、实验电路连线框图

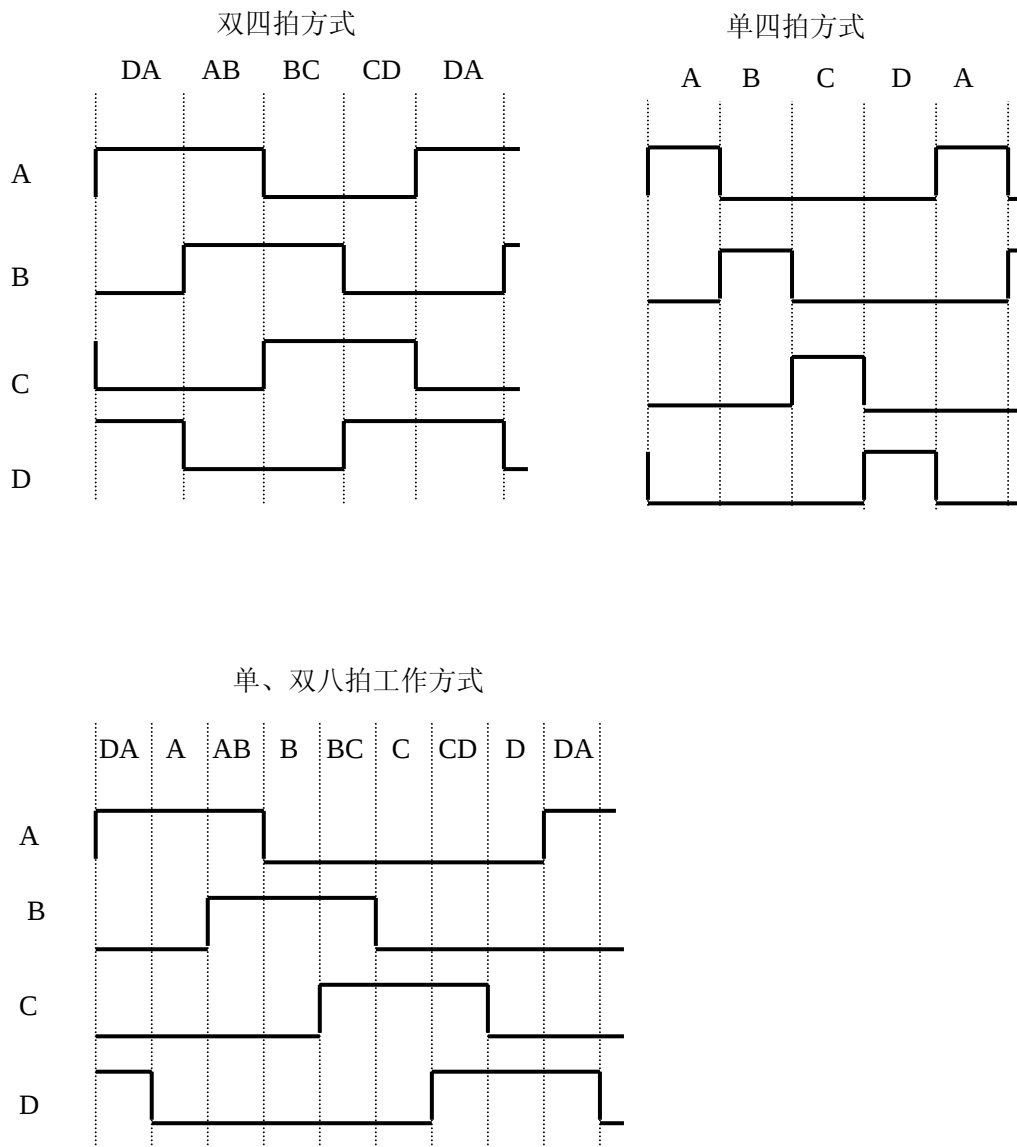
8255 控制的原理图参见 8255 实验。



四、实验说明

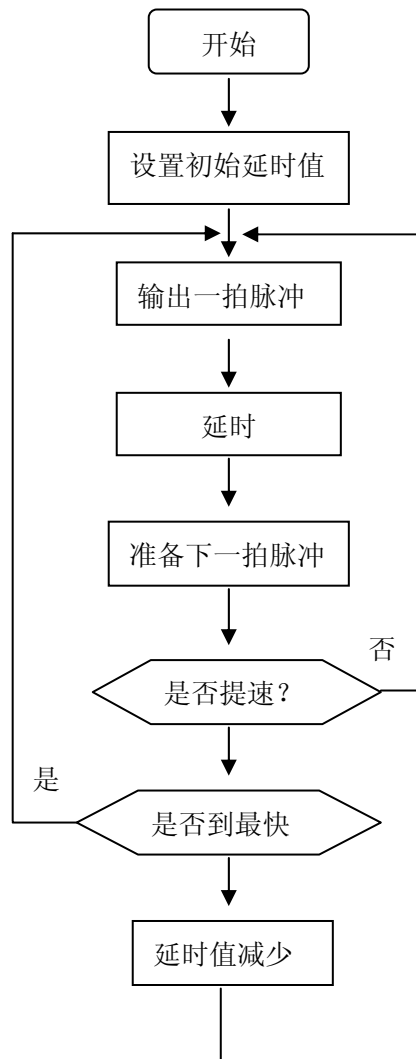
步进电机驱动原理是通过每相线圈中的电流的顺序切换来使电机作步进式旋转。切换是通过单片机输出脉冲信号来实现的。所以调节脉冲信号的频率便可以改变步进电机的转速，改变各相脉冲的先后顺序，可以改变电机的旋转方向。步进电机的转速应由慢到快逐步加速。

电机驱动方式可以采用双四拍($AB \rightarrow BC \rightarrow CD \rightarrow DA \rightarrow AB$)方式，也可以采用单四拍($A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$)方式，或单、双八拍($A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BC \rightarrow C \rightarrow CD \rightarrow D \rightarrow DA \rightarrow A$)方式。各种工作方式的时序图如下：（高电平有效）



上图中示意的脉冲信号是高有效，但实际控制时公共端是接在 VCC 上的，所以实际控制脉冲是低有效。8255 的 PA 口输出的脉冲信号经（MC1413 或 ULN2003A）倒相驱动后，向步进电机输出脉冲信号序列。8051 或 80C196 单片机也可以通过 P1 口输出脉冲信号控制步进电机的运转。也可以通过实验仪上的波形发生器来产生脉冲序列来控制步进电机的运转，参见“第五章 逻辑分析工具”的波形发生器部分。

五、实验程序框图



硬件试验二十三 温度传感器实验

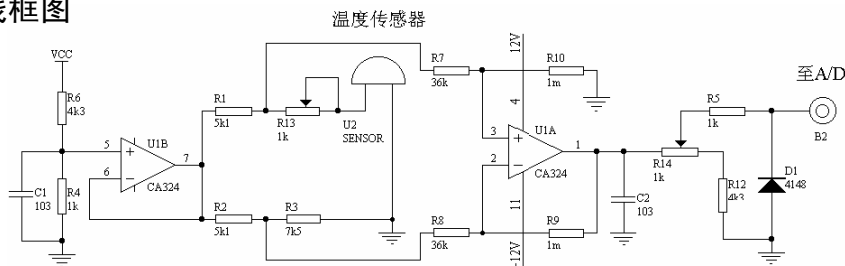
一、实验要求

利用试验板上提供的温度传感器电路，完成温度的采样和显示。

二、实验目的

1. 了解温度传感器电路的工作原理。
2. 了解弱信号传感器的常见电路。
3. 进一步熟悉 A/D 变换电路的工作原理。

三、实验接线框图



连线	连接孔 1	连接孔 2
1	KEY/LED_CS	CS0
2	模数转换 AD_CS	CS2
3	温度传感输出	模数转换器 IN0

四、实验说明

上图是一个较常用的温度测量电路，大致分电源，电阻电桥，运放，输出四部分。电源由 R4、R6、C1、U1B 组成，R4、R6 为分压电路，C1 主要滤除 VCC 中纹波，U1B 为 LM324 运算放大器，工作于电压跟随器方式，其特点是具有高输入阻抗低输出阻抗，为后级电桥提供较稳定的电流。电桥由 R1、R2、R3、R13 及热敏电阻组成，通过调节 R13 使电桥平衡，当温度发生变化时，热敏电阻阻值变化，电桥产生电压差。运放电路由 R7、R8、R9、R10 及 U1A 组成，这是一种灵敏度较高的电桥放大电路，放大倍数由 R9/R8 得到。输出电路由 R4、R12、R14、D1 组成，调节 R14 可以调整输出电压幅度。D1 主要用于防止输出负电压，保护后级 A/D 电路。

其它电阻类传感器的工作原理与此相似，也可分成以上几部分，具体电路可能有所不同，但原理是相同的。

五、实验程序框图

本实验主要介绍温度传感器的电路，具体程序可参见 A/D 变换实验和显示实验。

硬件实验二十四 液晶显示控制实验

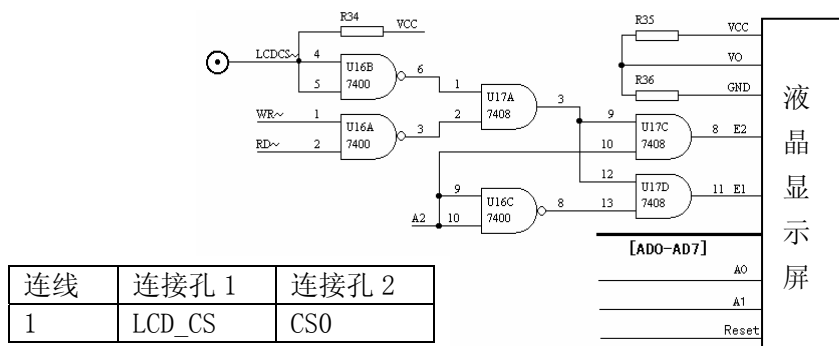
一、实验要求

利用实验上的液晶显示屏电路，编写程序控制显示，输出汉字。

二、实验目的

1. 了解液晶显示屏的控制原理及方法。
2. 了解点阵汉字的显示原理。

三、实验电路及连接



四、实验说明

本实验仪采用的液晶显示屏内置控制器为 SED1520, 点阵为 122x32, 需要两片 SED1520 组成, 由 E1、E2 分别选通, 以控制显示屏的左右两半屏。图形液晶显示模块有两种连接方式。一种为直接访问方式, 一种为间接控制方式。本实验仪采用直接控制方式。

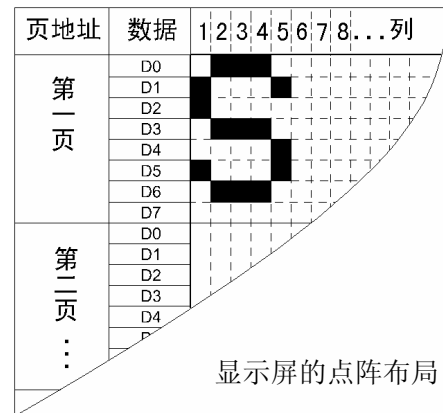
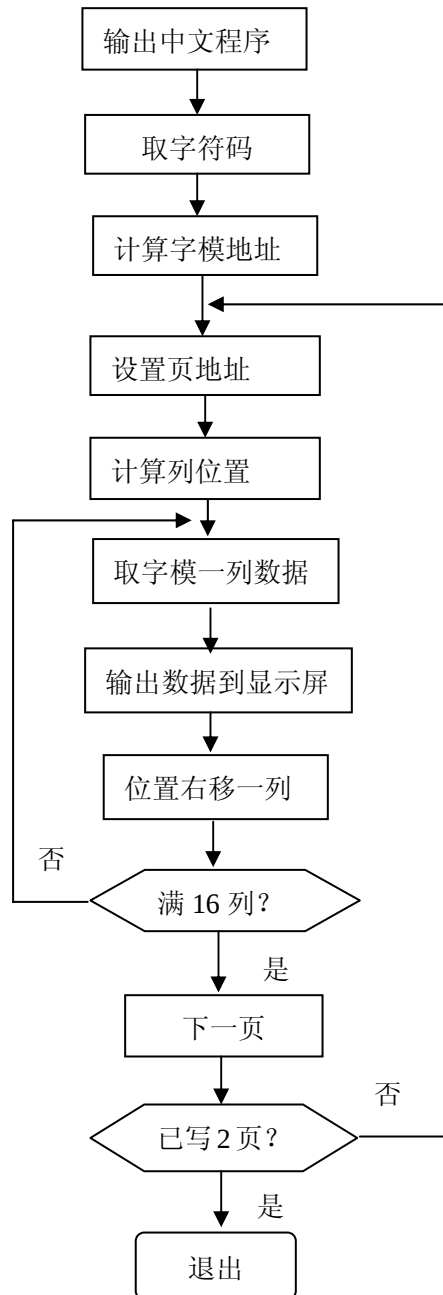
直接控制方式就是将液晶显示模块的接口作为存储器或 I/O 设备直接挂在计算机总线上。计算机通过地址译码控制 E1 和 E2 的选通; 读/写操作信号 R/W 由地址线 A1 控制; 命令/数据寄存器选择信号 A0 由地址线 A0 控制。实际电路如上图所示。地址映射如下 (地址中的 X 由 LCD CS 决定, 可参见地址译码部分说明)

0X000H	0X001H	0X002H	0X003H	0X004H	0X005	0X006H	0X007H
写 E1 指令	写 E1 数据	读 E1 状态	读 E1 数据	写 E2 指令	写 E2 数据	读 E2 状态	读 E2 数据

间接控制方式是计算机通过自身的或系统的并行接口与液晶显示模块连接, 如 8031 的 P1 口和 P3 口, 8255 等并行接口芯片。计算机通过对该并行接口输出状态的编程操作, 完成对液晶显示模块所需时序的操作和数据的传输。这种间接控制方式的电路简单, 控制时序通过编程来实现。

有关图形液晶显示屏的命令和详细原理, 可参见 SED1520 的芯片资料。

五、实验框图



图示的是一个 5x7 的英文字符，用 6 列 x 1 页来显示。一个 16x16 点阵的汉字，可以看成是 16 列 x 2 页的数据。那么同理，一个 24x24 点阵的汉字，可以用 24 列 x 3 页来显示。

硬件实验二十五 电子琴

一、实验要求

利用实验仪上提供的键盘，使数字键 1、2、3、4、5、6、7 作为电子琴按键，按下即发出相应的音调。用 8255 的 PA.0 口发出音频脉冲，驱动喇叭。

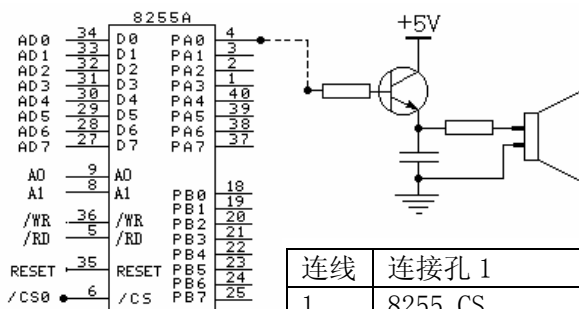
二、实验目的

1. 了解计算机发声原理。
2. 进一步熟悉定时器编程方法。
3. 进一步熟悉键盘扫描电路工作原理及编程方法

三、实验电路及连接

喇叭发声电路与硬件实验六相同，

键盘电路无需连线，原理图可参考图 1 和硬件实验十七



连线	连接孔 1	连接孔 2
1	8255_CS	CS0
2	KEY/LED_CS	CS1
3	PA0	喇叭脉冲输入

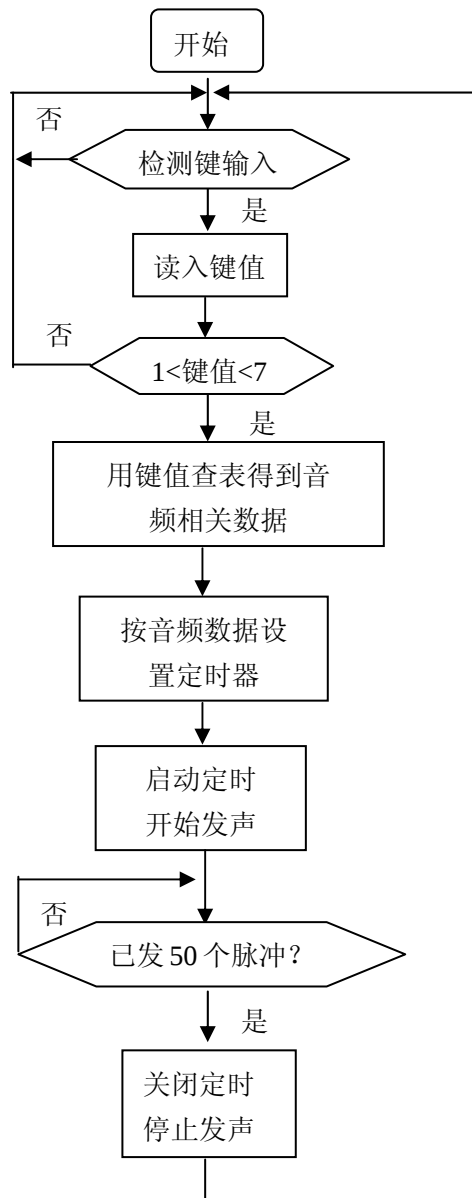
四、实验说明

- 1、利用定时器, 可以发出不同频率的脉冲, 不同频率的脉冲经喇叭驱动电路放大滤波后, 就会发出不同的音调.
- 2、定时器按设置的定时参数产生中断, 这一次中断发出脉冲低电平, 下一次反转发出脉冲高电平. 由于定时参数不同, 就发出了不同频率的脉冲. 本实验中按键一次, 会发 50 个脉冲. 发完后继续检测键盘, 如果键还按下, 继续发音。

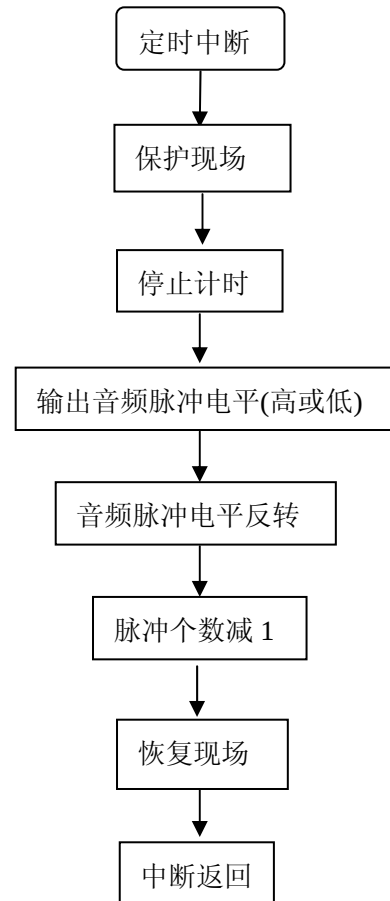
各音阶标称频率值:

音 阶	1	2	3	4	5	6	7
频率 (HZ)	440.00	493.88	554.37	587.33	659.26	739.99	830.61

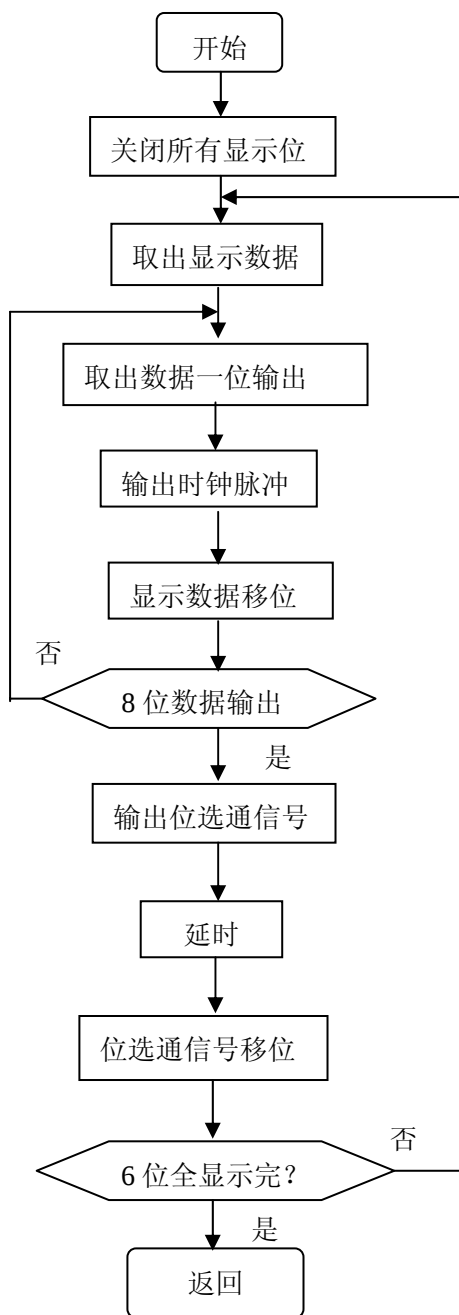
五、实验框图



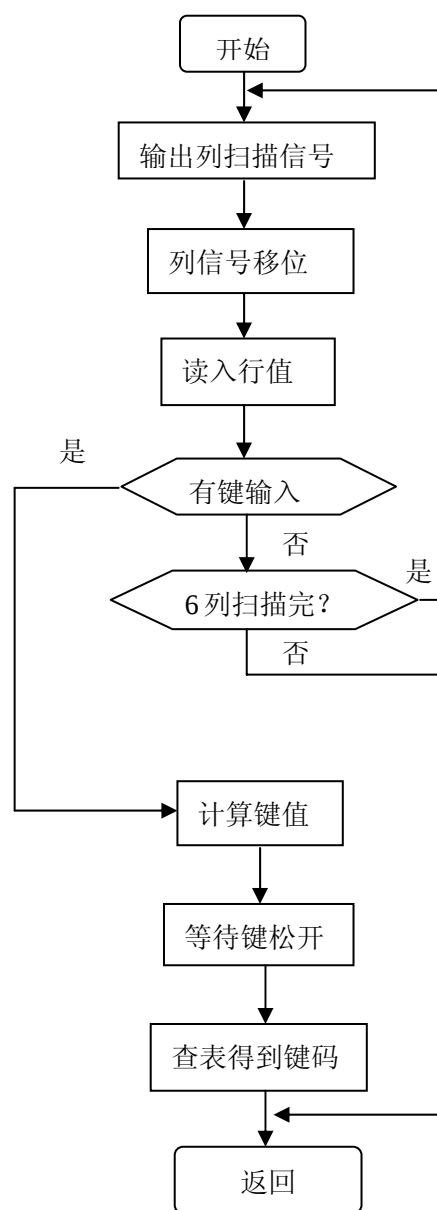
主程序框图



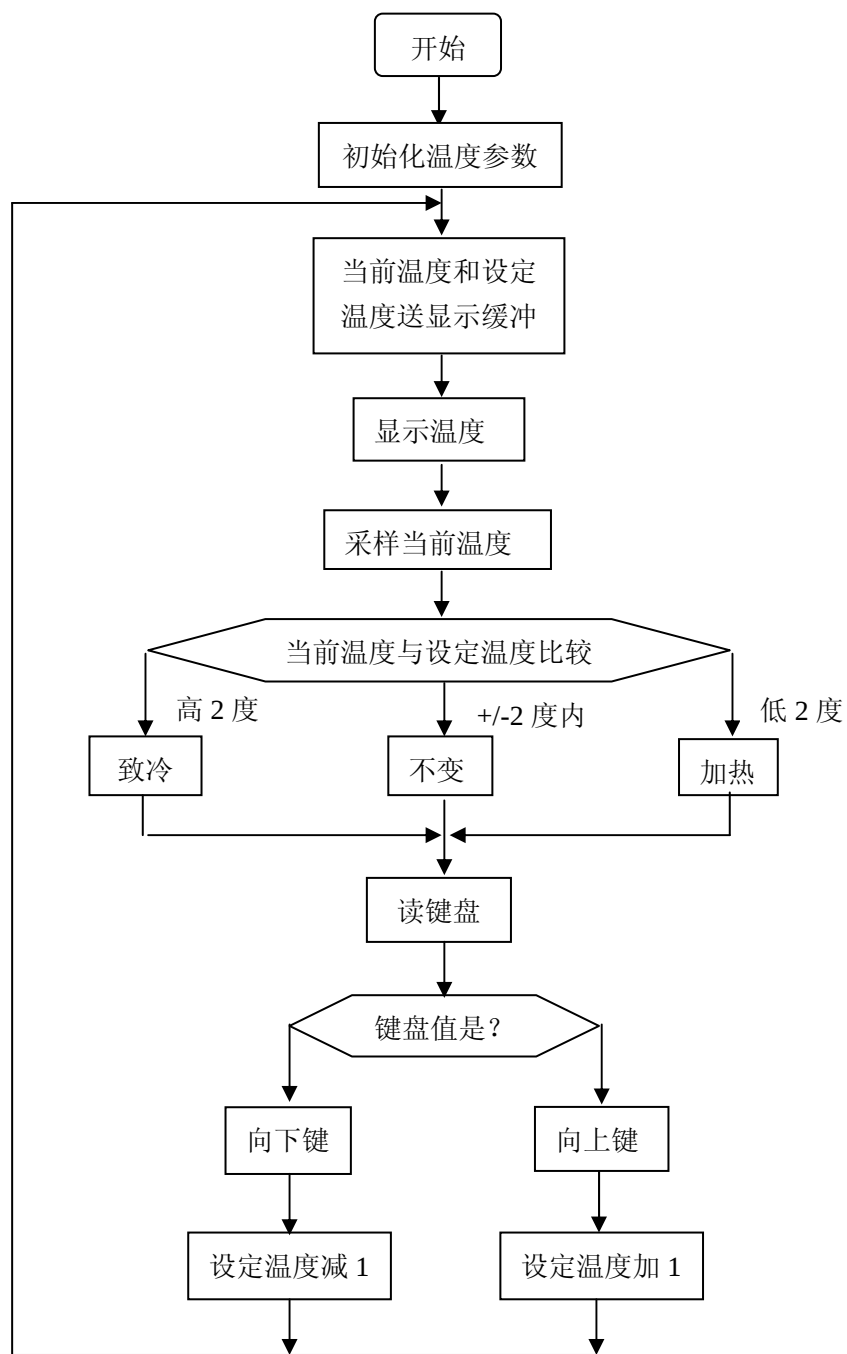
定时中断程序框图



LED 显示子程序框图



键盘扫描子程序框图



温度控制主程序框图

硬件实验二十七 计算器实验

一、实验要求

利用实验仪上提供的显示电路和键盘电路，做一个简单的计算器。

用十六进制 A 键 = ‘+’、B 键 = ‘-’、C 键 = ‘x’、D 键 = ‘/’、E 键 = ‘=’、F 键 = ‘C’。

二、实验目的

1. 进一步熟悉 LED 显示电路和键盘扫描电路的工作原理和编程方法。
2. 了解数据计算的基本方法。

三、实验电路和连线

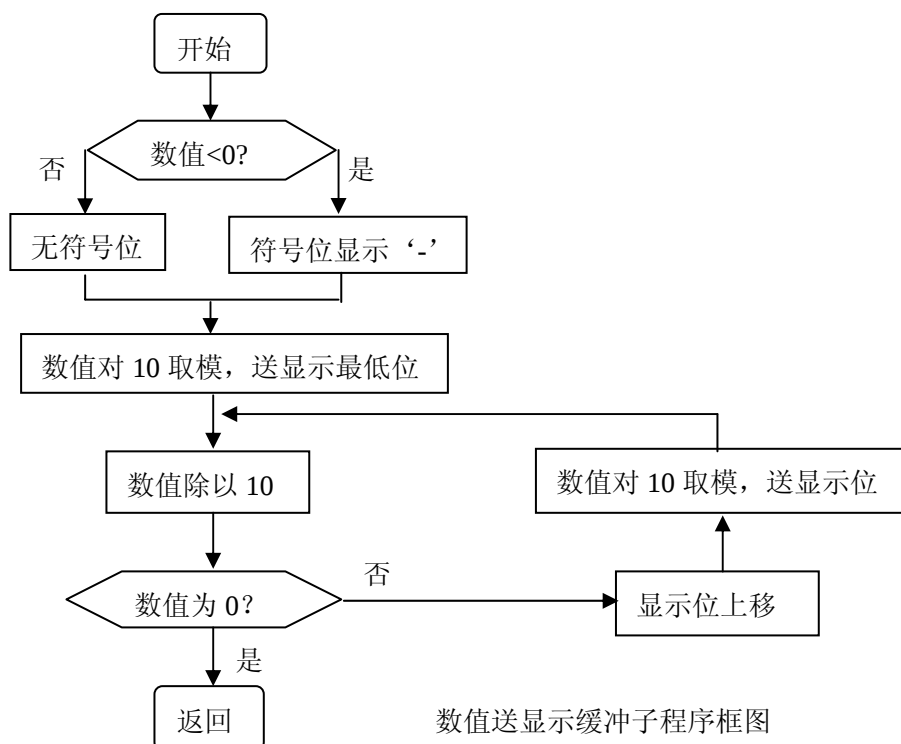
本实验的显示电路和键盘扫描电路已经连接好。具体原理图见第 4 页图 1。用户只需接上键盘/显示的选择信号。

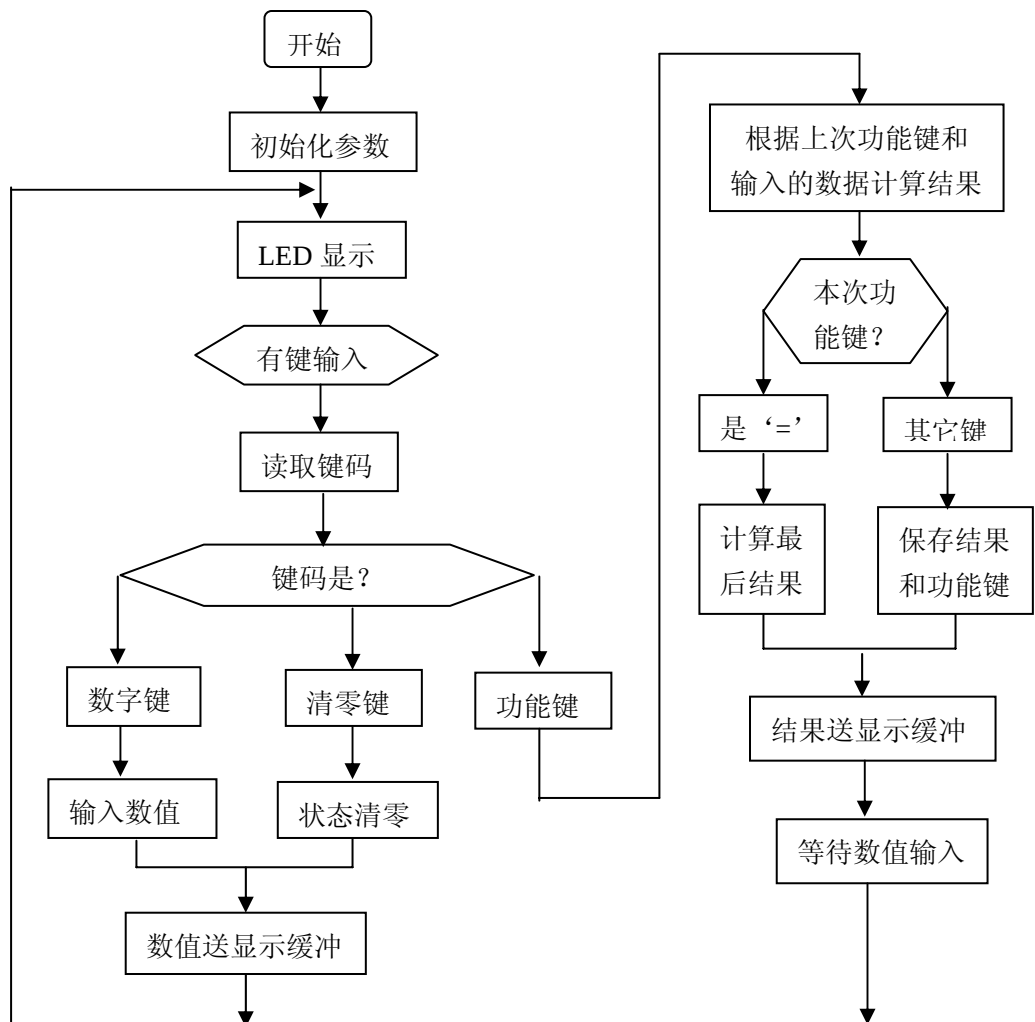
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	KEY/LED_CS	CS1

四、实验说明

本实验的 LED 显示电路和键盘扫描电路见硬件实验十六、十七。

五、实验框图





硬件试验二十八 压力传感器实验

一、实验要求

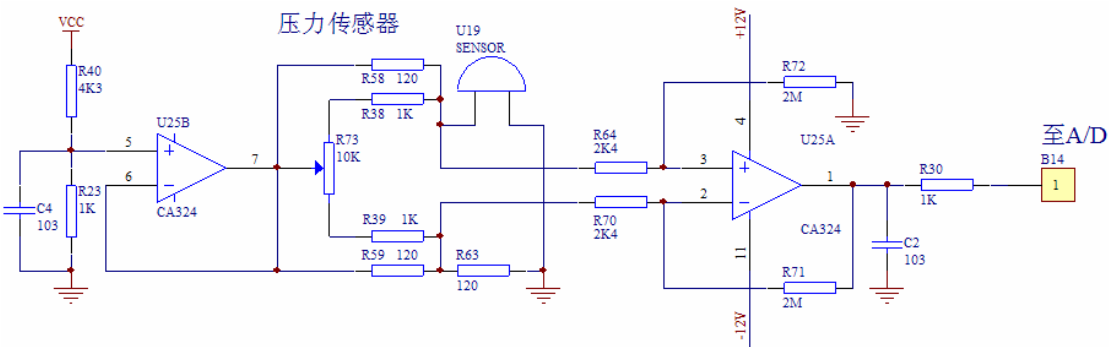
利用试验板上提供的压力传感器电路，完成压力的采样和显示。

二、实验目的

- 1. 了解压力传感器电路的工作原理。
- 2. 了解弱信号传感器的常见电路。
- 3. 进一步熟悉 A/D 变换电路的工作原理。

三、实验接线框图

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	KEY/LED_CS	CS0
2	模数转换 AD_CS	CS2
3	压力传感输出	模数转换器 IN0



四、实验说明

上图是一个较常用的温度测量电路，大致分电源，电阻电桥，运放，输出四部分。

五、实验程序框图

本实验主要介绍压力传感器的电路，具体程序可参见 A/D 变换实验和显示实验。

硬件试验二十九 红外遥控实验

一、实验要求

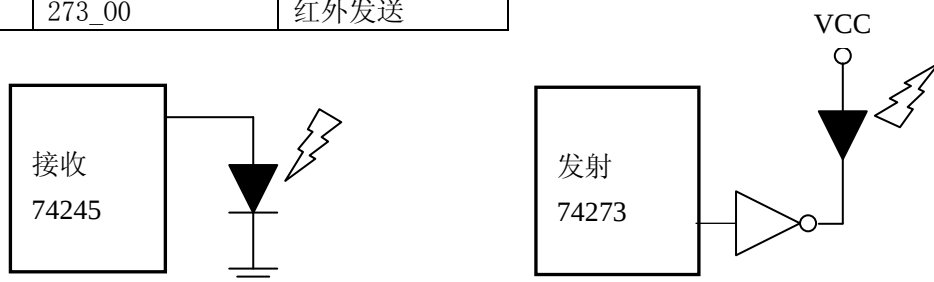
利用实验仪上的红外器件，编写发送和接红外信号程序，实现近距离的无线通信。

二、实验目的

1. 了解红外遥控电路的原理，及编码方法。
2. 了解远程控制的一般原理和方法。
3. 学习如何编写红外发射和接收程序。
4. 了解单片机控制外部设备的常用电路。

三、实验接线框图

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	245_CS	CS0
2	273_CS	CS2
3	245_I0	红外接收
4	273_00	红外发送



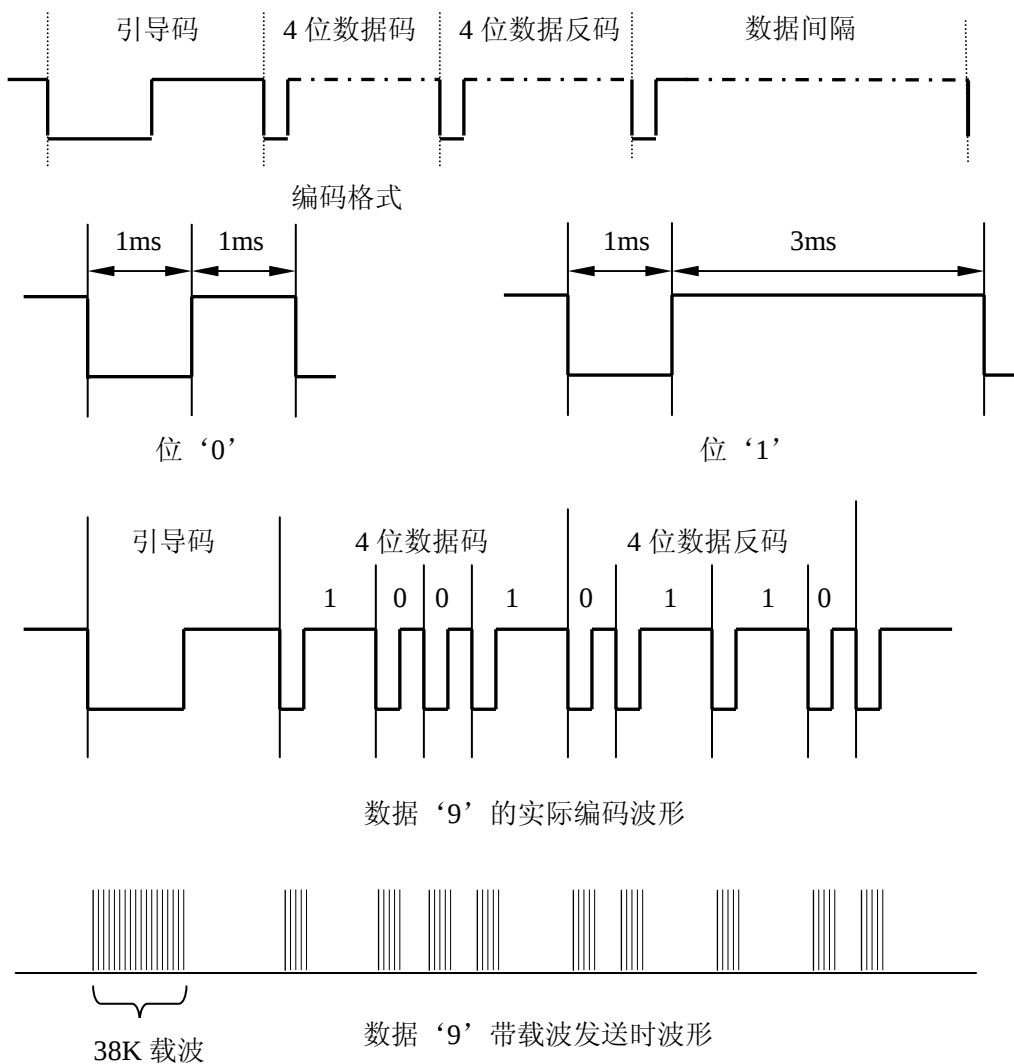
四、实验说明

红外遥控为现在最常用的近距离无线通信方式，它是将数字信号用红外线发送出去。为了能让受控设备能识别信号，要将数字信号编码，现今红外有很多编码标准，常见有 PHILIPS 的 RC5 格式和 NEC 格式。本实验为了简化，采用我们自己设计的一种编码方式。下面将详细说明。在普通场合，有很多红外发射源，有白炽灯、日光、发热体，这些都会干扰红外信号，所以在发射时，还要数字将脉冲信号调制在 30K-40K 的载波上，以抑制这些红外干扰。本实验采用最常用的 38K 载波。为了抗干扰，还可以在接收处适当地加一些隔离。本实验接收部分采用的是一体化接收头，将信号解调和放大全部做在一起，提高了可靠性。这样，接收头送到单片机的就是编码的数据信号，而不是调制信号，数据的解码通过单片机来完成。

本实验使用的编码包括四部分，引导码，4 位数据码，4 位数据反码和数据间隔。引导码用于标识一个数据的开始，数据码为有效数据，数据反码是将有效数据取反后

编码，用于提高数据的识别率。

引导码由 5ms 低电平和 5ms 的高电平组成，数字位 ‘0’ 由 1ms 低电平和 1ms 高电平组成，数字位 ‘1’ 由 1ms 电平和 3ms 高电平组成。数据间隔为 20ms。

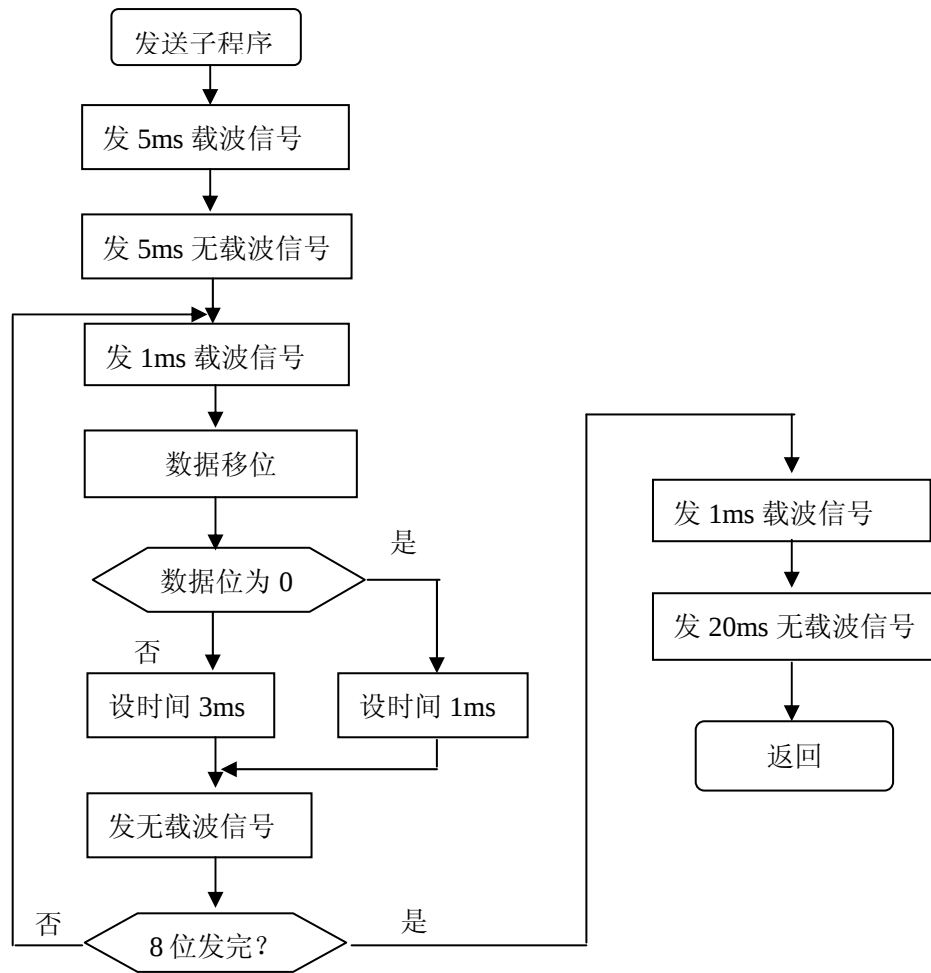


在用脉冲控制红外发射管时，是低有效。即当输出低电平时，红外管导通发光。单片机输出的脉冲信号被锁存在 74273 中，经 ULN2003A 反向驱动后，驱动红外管产生脉冲信号。

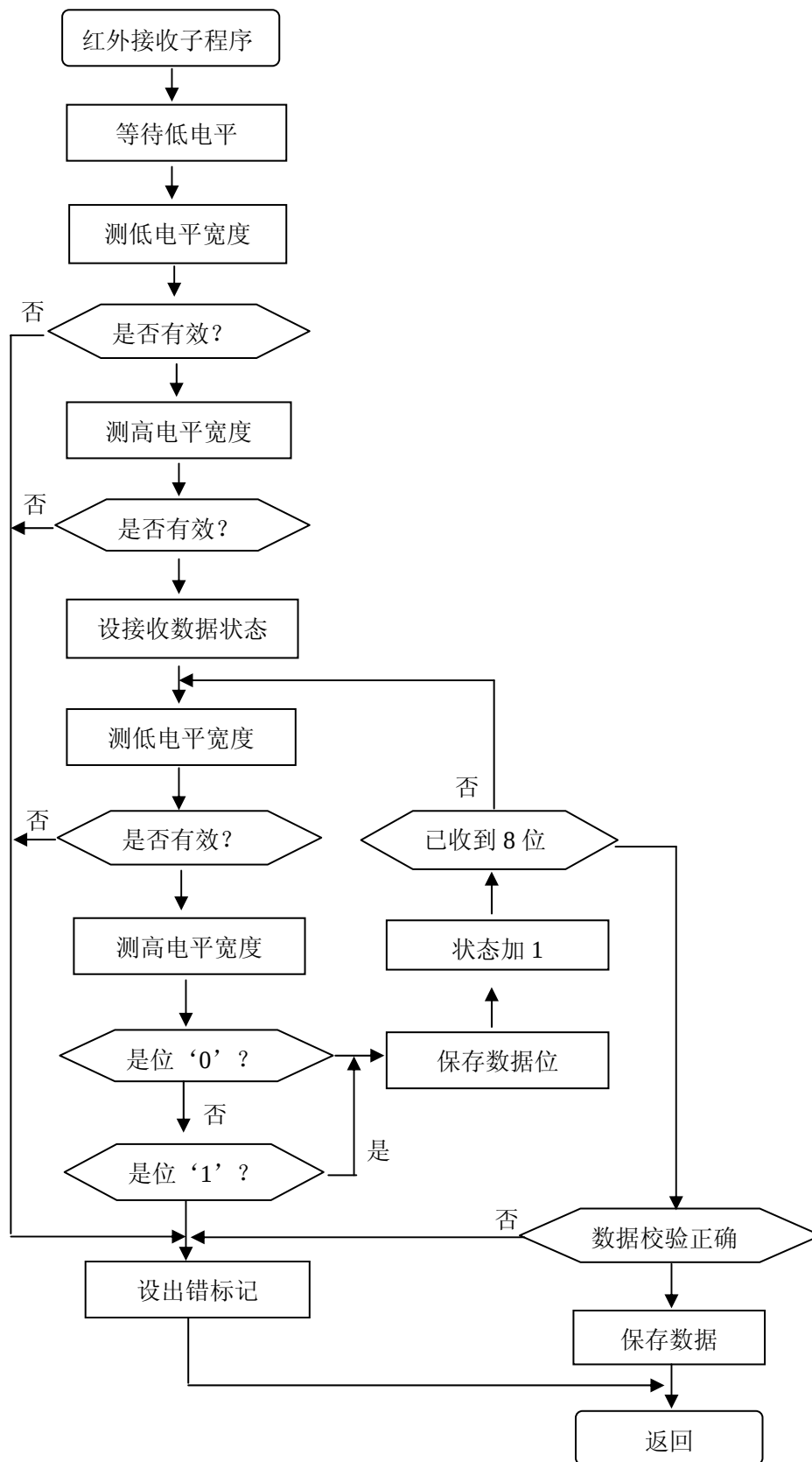
接收红外编码信号时，信号是从 74245 读回的。从图可以看出。红外信号是从总线的第 0 位读回的，这样，从 74245 读回数据,再判断第 0 位的高低，而得知信号状态。判断信号变化时间长短，就可以对信号进行译码，得到对方发过来的数据。

五、 实验程序框图

这里只给出红外发送和接收的子程序框图，有关键盘和显示的程序和框图请参见本实验仪的键盘和显示实验的相关部分。



红外发射子程序框图



硬件试验三十 16x16 点阵显示实验

一、实验要求

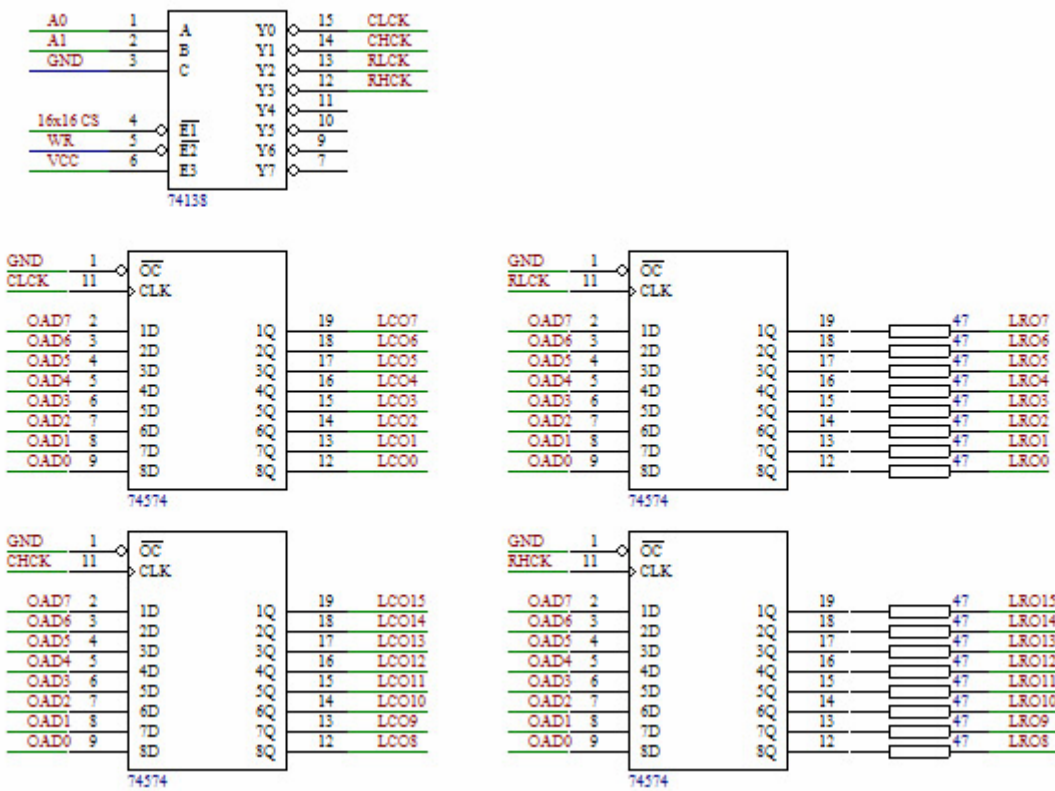
利用实验仪上的 16x16 LED 点阵显示器，编写显示英文、汉字字符程序。

二、实验目的

- 1. 了解 16x16 点阵电路的原理。

三、实验电路连线框图

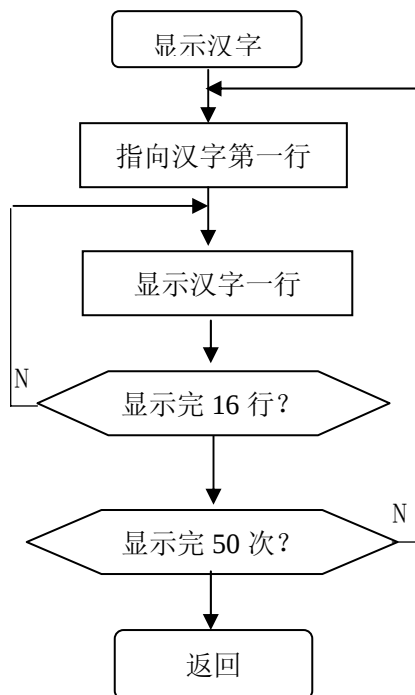
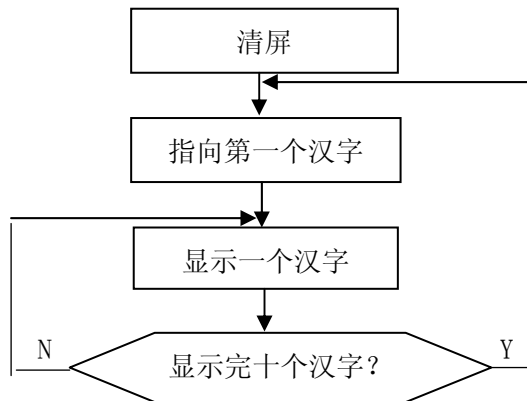
连线	连接孔 1	连接孔 2
1	16x16_CS	CS3



四、实验说明

16x16 点阵需要 32 个驱动，分别为 16 个列驱动及 16 个行驱动。每个行与每个列可以选中一个发光管，共有 256 个发光管，采用动态驱动方式。每次显示一行，10ms 后再显示下一行。

五、 实验程序框图



硬件试验三十一 I²C 总线实验

一、实验要求

利用实验仪上的 I²C 总线器件 AT24C01A/AT24C02，编写 I²C 总线读写程序并自行验证程序的正确性。

二、实验目的

1. 了解 I²C 总线基本原理
2. 掌握典型 I²C 总线器件 AT24C01A/AT24C02 的读写操作

三、实验电路连线框图

连线	连接孔 1	连接孔 2
1	SCL	P1.0
2	SDA	P1.1

四、实验说明

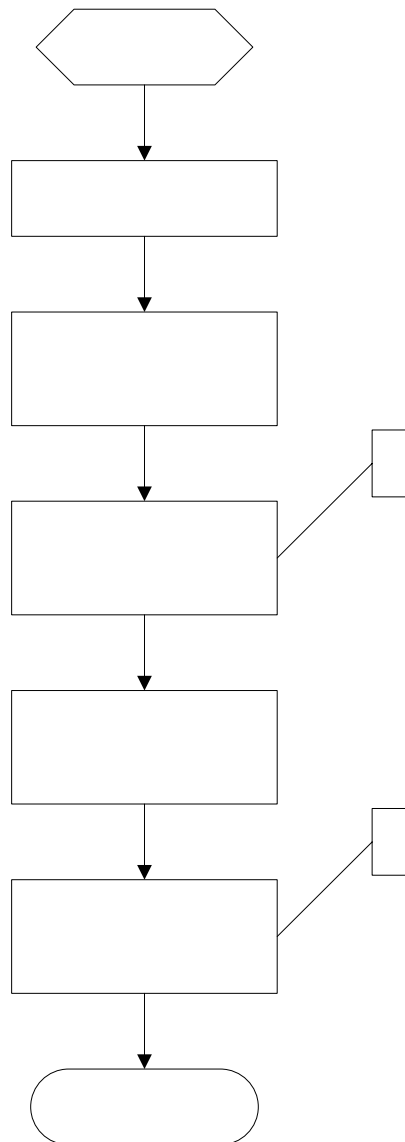
AT24C01A/AT24C02 为 I²C 总线型 EEPROM 存储器，容量为 1K/2K 位(128/256*8)，前读/写时序遵循 I²C 总线协议标准。AT24C01A/AT24C02 内部设有一个控制寄存器，其每一位的含义如下：

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W

其中 A2/A1/A0 用于选择总线上待访问的 I²C 器件，R/W=1 读操作，R/W=0 写操作；从上述时序可以看出，I²C 总线上最多可以扩展 2³=8 片同样的 1K/2K 容量 EEPROM 存储器或者可以扩展 1 片容量为 16K Bits 的 EEPROM 存储器。如果扩展 8 片 2K 以内容量的 EEPROM 存储器，每片存储器将对应一个地址，这个地址由芯片的 A2/A1/A0 决定，因此在同一个 I²C 总线上扩展多片同样的 EEPROM 存储器时，需要注意任意两片的地址不能相同。

由于实验仪上的 AT24C01A/AT24C02 的 A2/A1/A0 引脚全部接地，等效为实验仪上的 AT24C01A/AT24C02 的地址为 0，所以在实验中读写控制字分别为：0xa1/0xa0

五、 实验程序框图



开始

初始化读写缓冲区

按写字节方式向地址
0开始写入8个数据

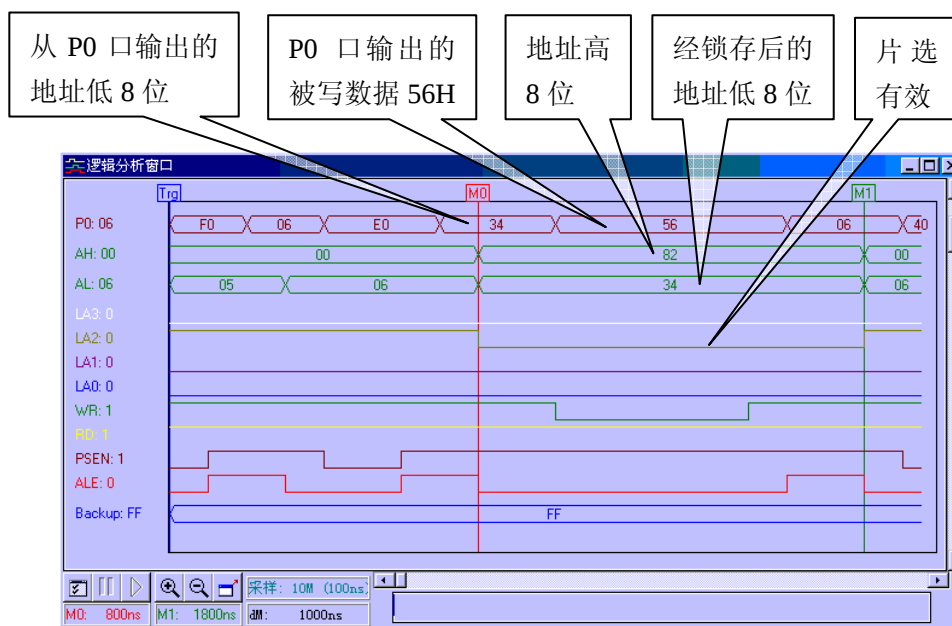
按读字节方式从地址
0开始读出8个数据

第四章 逻辑分析工具

一、逻辑分析仪

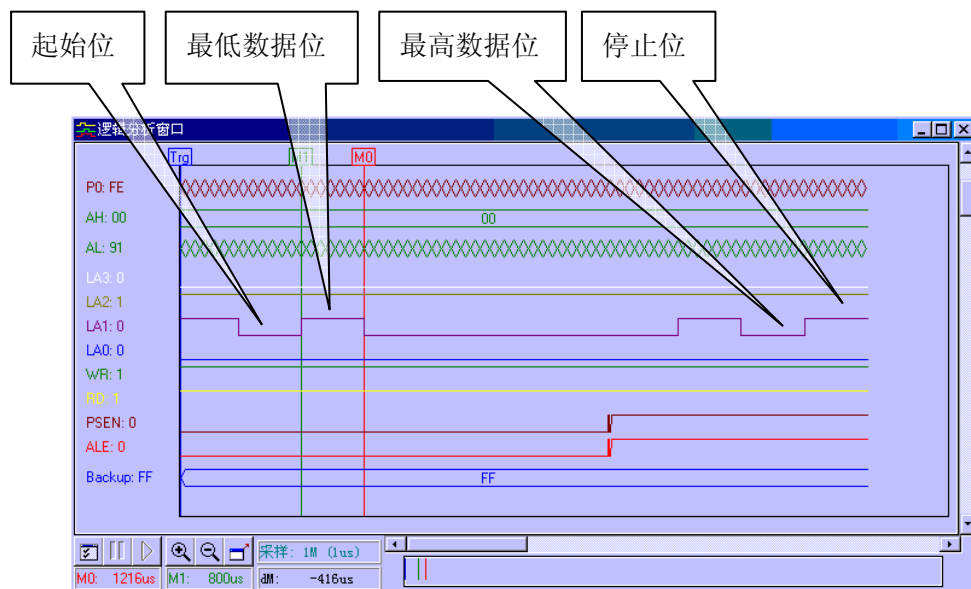
本实验仪带有 32 路逻辑分析仪功能，可以采样 4 路外部波形，28 路内部波形，让学生直观地看到电路的工作时序，增加感性认识。外部 4 路逻辑波形由实验仪上的 LA0..LA3 接入，信号来源由学生选择，任意接到实验仪上所要观察的数字信号，内部 28 路逻辑波形分别为 8 路数据信号，16 路地址信号，还有 RD、WR、PSEN、ALE 4 路控制信号。当用户程序运行时，逻辑分析就采样信号，当程序停下来时，仿真板将采样到的数据传到系统机上并显示出来。

下图是单片机在读写静态存储器（SRAM）时，采样到的波形。由于要写数据地址为 08234H，所以要将 RAM CS 接到 CS0 上，将 LA2 接到 RAM CS 上，以便观察，采样速率为 10M/S。当程序将数据 56H 写到 SRAM 地址 08234H 时，地址高 8 位从 P2 口（80C196 为 P4 口）输出，地址最高 3 位译码使 CS0 为低（见 LA2 信号），选中 SRAM 芯片，地址低 8 位由 P0 口（80C196 为 P3 口）输出，经过 ALE 锁存，做为地址低 8 位，然后从 P0 口（80C196 为 P3 口）输出被写数据 56H，在数据有效时，WR 信号变低，将数据写入 SRAM。完成一次写操作。



当程序从 SRAM 读数据时，时序与写数据相似，地址高 8 位从 P2 口输出，地址最高 3 位译码使 CS0 为低，选中 SRAM 芯片，地址低 8 位由 P0 口输出，经过 ALE 锁存，做为地址低 8 位，然后 P0 口浮空，等待数据，RD 信号变低，将数据从 SRAM 中读到 P0 口。CPU 将此数据送到寄存器，完成一次读操作。

下图是单片机在通信时采样的波形，采样速率为 1M/S。以 2400 波特率发送字符 ‘A’，将 LA1 接到仿真板的 TXD 端，在程序中检测到 TI 后，延时一段时间再停止，以便采样到信号的停止位。

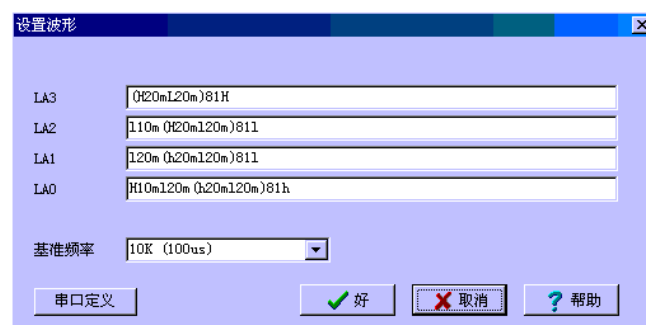


从采样到的波形可以看出，在 2400 波特率时，单个脉冲的宽度为 416uS。字符 ‘A’ 的二进制为 ‘0100 0001’，从上图可以看到串口通信时，产生信号的全过程，先发一个低脉冲做为串行信号的起始位，然后是数据的最低位，从低位到高位逐个发送数据位，最后再发一个高脉冲做为串行信号的停止位。完成一个串行通信的发送过程。

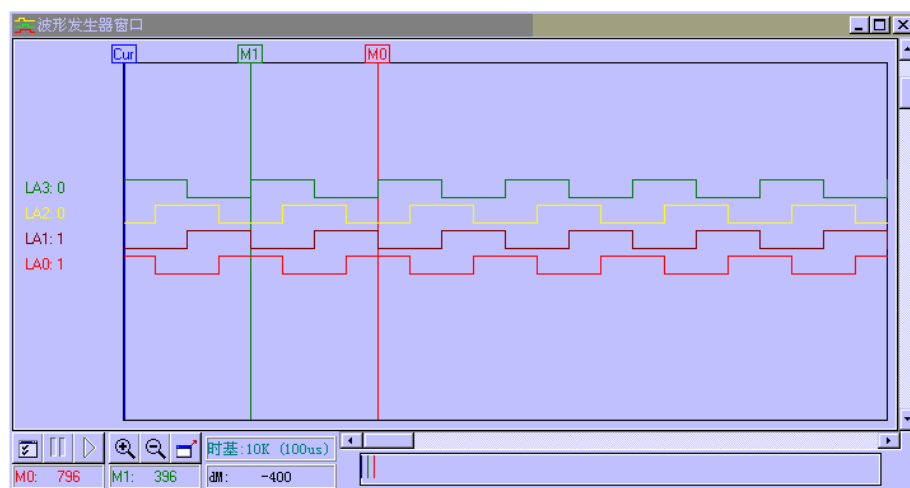
二、波形发生器

Lab6000 实验仪带有一个 4 路的波形发生器，用来产生可编程的数字信号。数字信号通过实验仪上的 LA0..LA3 输出。可参见《伟福仿真器使用说明书》上波形发生器的使用方法。

下图是用波形产生脉冲信号序列，LA3 接到步进电机的 A 相，LA2 接步进电机的 B 相，LA1 接步进电机的 C 相，LA0 接步进电机的 D 相。经驱动后控制步进电机的运转，采用双四拍控制方式，循环控制。波形定义说明如下：



LA3 的定义(h20m 120m)81 h, 表示产生 (高 20ms 低 20ms) 的脉冲 81 个, 然后保持高。直到循环。LA2 的定义 110m(h20m 120m)81 l, 表示产生 低电平 10ms 再产生 (高 20ms 低 20ms) 脉冲 81 个, 然后保持低。直到循环。LA1、LA0 的定义依此类推。由此定义产生波形如下:



将波形发生器产生的信号接到步机的 ABCD 相上, 驱动后控制电机的运转。

三、程序跟踪器

本实验还提供了强大的程序跟踪器功能, 让用户在程序全速运行时, 捕捉程序运行轨迹, 了解程序指令的执行流程。右图是在执行“软件实验五 程序跳转表”跟踪器捕捉到程序运行轨迹。

```

• void Func0() {}
• void Func1() {}
• void Func2() {}
• void Func3() {}

void FuncEnter(unsigned char FuncID)
{
    switch (FuncID) {
    • case 0: Func0(); break;
    • case 1: Func1(); break;
    • case 2: Func2(); break;
    • case 3: Func3(); break;
    default: break;
    }
}

void main()
{
    • FuncEnter(0);
    • FuncEnter(1);
    • FuncEnter(2);
    • FuncEnter(3);
    while(1);
}

```

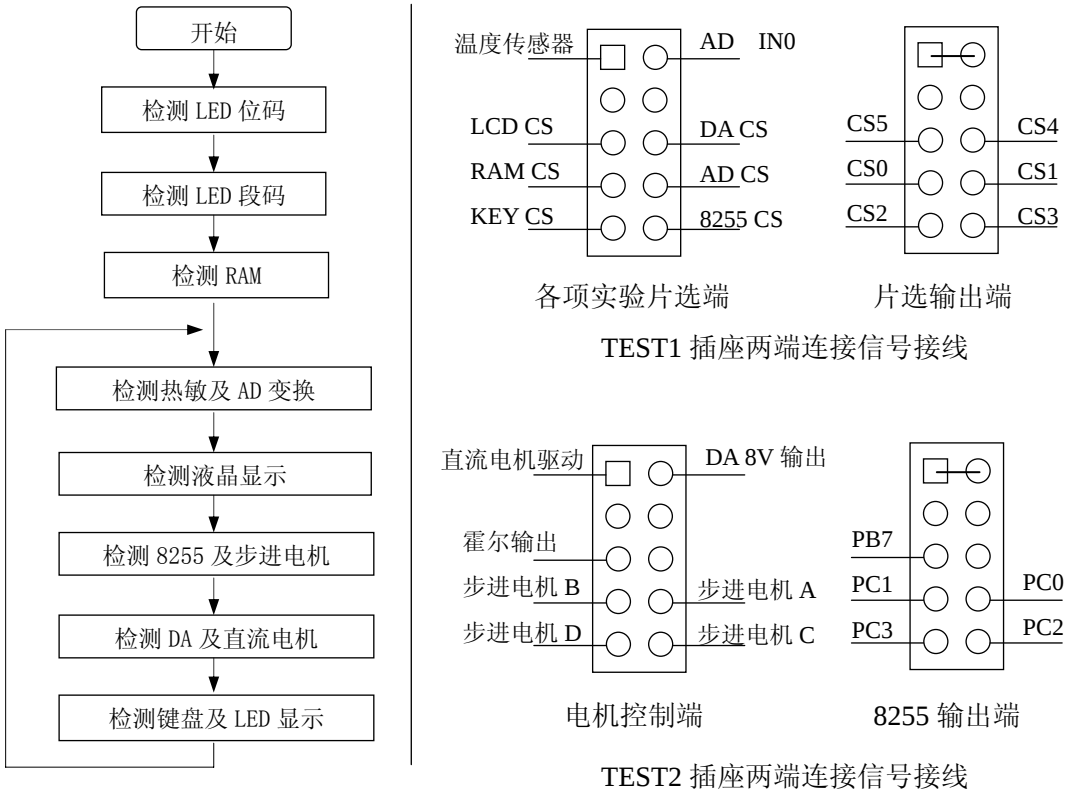
帧号	反汇编	源程序	文件名
0	001EH E4 CLR A	FuncEnter(0);	S5.C
1	001FH FF MOV R7, A		
2	0020H 120003 LCALL 0003H		
3	0003H EF MOV A, R7	switch (FuncID) {	S5.C
4	0004H 14 DEC A		
5	0005H 600D JZ 0014H		
6	0007H 14 DEC A		
7	0008H 600D JZ 0017H		
8	000AH 14 DEC A		
9	000BH 600D JZ 001AH		
10	000DH 2403 ADD A, #03H		
11	000FH 700C JNZ 001DH		
12	0011H 02003D LJMP 003DH	Func0();	S5.C
13	003DH 22 RET	void Func0() {}	S5.C
14	0023H 0F INC R7	FuncEnter(1);	S5.C
15	0024H 120003 LCALL 0003H		
16	0003H EF MOV A, R7	switch (FuncID) {	S5.C
17	0004H 14 DEC A		
18	0005H 600D JZ 0014H		
19	0014H 02003E LJMP 003EH	Func1();	S5.C
20	003EH 22 RET	void Func1() {}	S5.C
21	0027H 0F INC R7	FuncEnter(2);	S5.C
22	0028H 120003 LCALL 0003H		
23	0003H EF MOV A, R7	switch (FuncID) {	S5.C
24	0004H 14 DEC A		
25	0005H 600D JZ 0014H		
26	0007H 14 DEC A		
27	0008H 600D JZ 0017H		
28	0017H 02003F LJMP 003FH	Func2();	S5.C
29	003FH 22 RET	void Func2() {}	S5.C
30	002BH 0F INC R7	FuncEnter(3);	S5.C
31	002CH 120003 LCALL 0003H		
32	0003H EF MOV A, R7	switch (FuncID) {	S5.C
33	0004H 14 DEC A		
34	0005H 600D JZ 0014H		
35	0007H 14 DEC A		
36	0008H 600D JZ 0017H		
37	000AH 14 DEC A		
38	000BH 600D JZ 001AH		
39	001AH 120040 LCALL 0040H	Func3();	S5.C
40	0040H 22 RET	void Func3() {}	S5.C
41	001DH 22 RET	}	S5.C

第五章 系统自动检测功能

本实验系统带有自动检测功能，可以检测实验仪上各种电路的工作是否正常，这些电路包括 A/D 变换电路、D/A 变换电路、直流电机控制、步进电机控制、8255 控制、RAM 读写、液晶显示电路、温度传感器、键盘/LED 显示电路。

启动自检功能的方法是：1) 关闭电源。2) 随机附带有两根 20 芯自检电缆，将一根电缆的两端插到两个 TEST1 插座中，另一根电缆的两端插到两个 TEST2 插座中。TEST1 和 TEST2 两端连接的信号如下图显示。3) 按住键盘上的 RST 键。4) 开启电源。5) 等到 LED 最右边无显示后，松开 RST 键。系统就进入了自动检测状态。

在自检状态，程序流程如下：



系统自检步骤：

1. LED 一位一位地显示“8”字，如果有一位不显示，检测相应位的输出，及位驱动是否正确。
2. 然后再显示八段码的各段，如果所有位的一段不亮，可能段输出时有错，如果是只有一位的一段不亮可能是 LED 管坏。
3. 检测 RAM 时，对某个地址单元写数据，然后再读出数据进行比较，如果有错，会在左起第三位 LED 上显示“-”，检查 RAM 芯片是否损坏。

-
4. 在热敏及 AD 变换检测时，会在 LED 的左边显示温度值，因为是负温度系数传感器，所以当温度升高，显示数值会减小。可以用手抓紧温度传感器，使其升温，观察显示是否有变化。如果温度显示不变，检测热敏是否有输出及 A/D 变换电路是否工作正常。
 5. 检测液晶显示时，会在液晶上显示一条竖线，并自右往左扫描，在动态扫描时，显示的竖线会较淡，如果显示不对，可以按复位键，对液晶屏复位。也换液晶屏，检查其是否损坏。如果读不到液晶返回的信号，会在 LED 的第四位显示 ‘-’。
 6. 检测 8255 及步进电机时，由 8255 输出步进电机的驱动脉冲。如果电机不转，检查 8255 的 PC0~PC3 是否有输出及驱动块是否损坏。
 7. 检测 DA 及直流电机时，由 DA 输出直流电压，经驱动后，加在直流电机上，电机旋转后，霍尔元件会输出脉冲，经 8255 读入。如果 8255 读不到霍尔输出的脉冲，会在 LED 的第五位显示 ‘-’，此时应检查电机是否运转，霍尔元件是否损坏，8255 工作是否正常。
 8. 检测键盘及 LED 显示，在键盘上按下某键，会在 LED 的最右边显示该键值。如果显示不对，观察键盘是否被锁住。