



## 控制与应用实验报告（五）

姓名：吴涛

学号：21160826

## 实验五：重量测量

### 一、 实验目的

1. 掌握点阵式液晶显示屏的原理和控制方法，掌握点阵字符的显示方法。
2. 掌握模拟/数字（A/D）转换方式，
3. 进一步掌握使用 C51 语言编写程序的方法，使用 C51 语言编写实现重量测量的功能。

### 二、 实验原理

1. 点阵式液晶显示屏的控制方法。
2. A/D 转换器的具体使用方法
3. 重量传感器采用压敏电阻。利用压敏电阻采集应变，产生变化的阻值。利用放大电路将其转化为电压值，通过数模转换将电压值转化成 CPU 处理的数字信号。传感器根据编制的程序将数字信号转换为砝码重量显示输出

### 三、 实验器材

1. 单片机测控实验系统
2. 重量测量实验板/砝码
3. Keil 开发环境
4. STC-ISP 程序下载工具

### 四、 实验内容

1. 参考辅助材料，学习 C51 语言使用
2. 编写 C51 程序，使用重量测量实验板测量标准砝码的重量，将结果（以克计）显示到液晶屏上。误差可允许的范围之间。

### 五、 实验结果

1. 程序代码

```
#include <reg52.h>
#include <intrins.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
#define LCD_databus P2//LCD 8bit data bus

uchar num;
sbit RS=P3^5;
sbit RW=P3^4;
sbit EN=P3^3;
sbit CS1=P1^7;
sbit CS2=P1^6;
uint loop=0;
uint times=0;
uchar code
fa[]={0x02,0x82,0xE2,0x5E,0x42,0xC2,0x02,0x10,0x10,0x10,0xFF,0x10,0x10,0x18,0x10,0x00,0x
```

```
02,0x01,0x7F,0x10,0x10,0x3F,0x01,0x21,0x79,0x27,0x21,0x29,0x31,0x61,0x01,0x00};/*"?",0*/
uchar                                                                    code
ma[]={0x02,0x82,0xE2,0x5E,0x42,0xC2,0x00,0x02,0xFA,0x82,0x82,0x82,0xFE,0x80,0x00,0x00,0
x01,0x00,0x7F,0x10,0x10,0x3F,0x00,0x04,0x04,0x04,0x44,0x84,0x40,0x3F,0x00,0x00};/*"?",1*/
uchar                                                                    code
zhong[]={0x08,0x08,0x0A,0xEA,0xAA,0xAA,0xAA,0xFF,0xA9,0xA9,0xA9,0xE9,0x08,0x08,0x08,0
x00,0x40,0x40,0x48,0x4B,0x4A,0x4A,0x4A,0x7F,0x4A,0x4A,0x4A,0x4B,0x48,0x40,0x40,0x00};/*
"?",2*/
uchar                                                                    code
liang[]={0x40,0x40,0x40,0xDF,0x55,0x55,0x55,0xD5,0x55,0x55,0x55,0xDF,0x40,0x40,0x40,0x0
0,0x40,0x40,0x40,0x57,0x55,0x55,0x55,0x7F,0x55,0x55,0x55,0x57,0x50,0x40,0x40,0x00};/*"?",3
*/
uchar                                                                    code
wei[]={0x00,0x10,0x10,0x12,0x14,0x1C,0x10,0xF0,0x9F,0x10,0x10,0x10,0x10,0xF8,0x10,0x00,0
x00,0x00,0x40,0x20,0x10,0x08,0x06,0x01,0x00,0x11,0x26,0x40,0x20,0x1F,0x00,0x00};/*"?",4*/
uchar                                                                    code
mao[]={0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,
0x00,0x00,0x36,0x36,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};/*":",5*/
uchar                                                                    code
L0[]={0x00,0x00,0x00,0xF8,0x04,0x02,0x02,0x02,0x02,0x02,0x04,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x1F,0x20,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x20,0x1F,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"0",0*/
uchar                                                                    code
L1[]={0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x08,0x04,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x40,0x40,0x7F,0x40,0x40,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"1",1*/
uchar                                                                    code
L2[]={0x00,0x00,0x00,0x18,0x04,0x02,0x02,0x02,0x82,0x82,0x84,0x78,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x78,0x44,0x42,0x41,0x41,0x40,0x40,0x40,0x70,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"2",2*/
uchar                                                                    code
L3[]={0x00,0x00,0x00,0x0C,0x02,0x02,0x02,0x82,0x82,0x42,0x22,0x1C,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x30,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x41,0x22,0x1C,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"3",3*/
uchar                                                                    code
L4[]={0x00,0x00,0x00,0x00,0x80,0x60,0x1C,0x02,0xFE,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x0C,0x0A,0x09,0x08,0x48,0x48,0x7F,0x48,0x48,0x08,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"4",4*/
uchar                                                                    code
L5[]={0x00,0x00,0x00,0xFE,0x82,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x82,0x02,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x31,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x20,0x1F,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"5",5*/
uchar                                                                    code
L6[]={0x00,0x00,0x00,0xF8,0x04,0x82,0x82,0x82,0x82,0x82,0x04,0x18,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x1F,0x21,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x21,0x1E,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"6",6*/
uchar                                                                    code
L7[]={0x00,0x00,0x00,0x0E,0x02,0x02,0x02,0x02,0x82,0x42,0x32,0x0E,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x70,0x0E,0x01,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"7",7*/
uchar                                                                    code
L8[]={0x00,0x00,0x00,0x38,0x44,0x82,0x82,0x82,0x82,0x82,0x44,0x38,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
```

```

00,0x00,0x00,0x1E,0x21,0x40,0x40,0x40,0x40,0x40,0x21,0x1E,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"8",8*/
uchar                                                    code
L9[]={0x00,0x00,0x00,0x78,0x84,0x02,0x02,0x02,0x02,0x02,0x84,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x00,0x18,0x20,0x41,0x41,0x41,0x41,0x41,0x20,0x1F,0x00,0x00,0x00,0x00};/*"9",9*/
uchar                                                    code
ke[]={0x00,0x04,0x04,0xE4,0x24,0x24,0x24,0x3F,0x24,0x24,0x24,0xE4,0x04,0x04,0x00,0x00,0x
00,0x00,0x80,0x43,0x31,0x0F,0x01,0x01,0x01,0x3F,0x41,0x43,0x40,0x40,0x70,0x00};/*"?",10*/
void delay(uint i)//delay sub procedure
{while(--i);}

```

```

void Read_busy() //read status until BUSY=0
{ P2=0x00;//origin value
  RS=0;
  RW=1;//read
  EN=1;// start to read
  while(P2&0x80);//keep read until P2.7=0.
  EN=0;//end reanding
}
void SelectScreen(uchar screen)
{
  switch(screen)
  {
    case 0: CS1=1;CS2=1;break; //left and right
    case 1: CS1=1;CS2=0;break; //left
    case 2: CS1=0;CS2=1;break; //right
    default: break;
  }
}
void write_LCD_command(uchar value){//parameter: order code first 4
  P2=0xff;
  Read_busy();
  RS=0;
  RW=0;
  P2=value;
  EN=1;
  delay(100);
  EN=0;
}
void write_LCD_data(uchar value)//parameter:data to write
{
  P2=0xff;
  Read_busy();
  RS=1;
  RW=0;
}

```

```

        P2=value;
        EN=1;
        delay(100);
        EN=0;
    }
    void Set_page(uchar page)//parameter:page number
    {
        page=0xb8|page; //page setting order code
        write_LCD_command(page);
    }
    void Set_line(uchar startline)
    {
        startline=0xC0|startline;
        write_LCD_command(startline);
    }
    void Set_column(uchar column)
    {
        column=column&0x3f;
        column=0x40|column;
        write_LCD_command(column);
    }
    void SetOnOff(uchar onoff)
    {
        onoff=0x3e|onoff;
        write_LCD_command(onoff);
    }

    void ClearScreen(uchar screen)
    {
        uchar i,j;
        SelectScreen(screen);
        for(i=0;i<8;i++)
        {
            Set_page(i); //8 pages per screen
            Set_column(0);//start colum,auto +1
            for(j=0;j<64;j++)    {
                write_LCD_data(0x00);//64 columns per page
            }
        }
    }

    void InitLCD()
    {
        Read_busy();
    }

```

```

        SelectScreen(0);
        SetOnOff(1);//turn on
        SelectScreen(0);
        ClearScreen(0);//
        Set_line(0);//
    }

```

```

void Display(uchar screen,uchar page,uchar column,uchar *p)
{ //screen page column decide where to display
    //p points to array of data to display
    uchar i;
    SelectScreen(screen);
    Set_page(page);
    Set_column(column);//set start column
    for(i=0;i<16;i++)//column
    {
        write_LCD_data(p[i]);//write 16 columns
    }
    Set_page(page+1);//a word 16*16 occupy 2 pages
    Set_column(column);
    for(i=0;i<16;i++)
    {
        write_LCD_data(p[i+16]);
    }
}

```

//-----

```

sfr      ADC_CONTR = 0xBC;
sfr      ADC_RES   = 0xBD;
sfr      ADC_LOW2  = 0xBE;
sfr      P1ASF     = 0x9D;
sfr      AUX1      = 0xA2;
#define ADC_POWL2  0x80
#define ADC_FLAG   0x10
#define ADC_START  0x08
#define ADC_SPEEDLL 0x00
#define ADC_SPEEDL  0x20
#define ADC_SPEEDH  0x40
#define ADC_SPEEDHH 0x60
void InitADC_n(uchar n);
uint GET_ADC(uchar n);
uchar GetADCResult(uchar ch);
void Delay(uint n);
//void ShowResult(uchar ch);
/*void ShowResult(uchar ch)

```

```

{
    SendData(ch);
    SendData(GetADCResult(ch));
}*/
void InitADC_n(uchar n)
{
    //n is channel number
    n &= 0x07;          //make sure n is between 0 to 7
    AUX1 |= 0x04;
    P1ASF = 1<<n;//make P1.n function as adc
}
uint GET_ADC(uchar n)
{
    uint adc_data;
    n &= 0x07;
    ADC_RES = 0;//
    ADC_LOW2 = 0;  //clear register
    ADC_CONTR = 0;
    ADC_CONTR|= (ADC_POWL2|ADC_SPEEDLL|n|ADC_START);
    _nop();_nop();_nop();_nop();_nop();_nop();//dalay 4 circles
    while(!((ADC_CONTR & ADC_FLAG) == 0x10))    //wait until convert over
    adc_data = (ADC_RES & 0x03) * 256 + ADC_LOW2;  //calculate answer
    ADC_CONTR &= 0xef;  // clear end flag
    return adc_data;//adc_data (0~1023)
}
void Delay1(uint n)
{
    uint x;
    while(n--)
    {x = 5000;
    while(x--);}
}
void main(){
    InitLCD(); //choose both screen start from line 1
    while(1){
        uint A = 0;
        uchar a,b,c;
        InitADC_n(0);
        Display(1,loop,2*16,fa);
        Display(1,loop,3*16,ma);
        Display(2,loop,0*16,zhong);
        Display(2,loop,1*16,liang);

        A = (GET_ADC(0)-156)/2;
        a = A/100;
    }
}

```

```

b = A%100/10;
c = A%10;
switch(a)
{
    case 0:Display(1,loop+4,2*16,L0);break;
    case 1: Display(1,loop+4,2*16,L1);break;
    case 2: Display(1,loop+4,2*16,L2);break;
    case 3: Display(1,loop+4,2*16,L3);break;
    case 4: Display(1,loop+4,2*16,L4);break;
    case 5: Display(1,loop+4,2*16,L5);break;
    case 6: Display(1,loop+4,2*16,L6);break;
    case 7: Display(1,loop+4,2*16,L7);break;
    case 8: Display(1,loop+4,2*16,L8);break;
    case 9: Display(1,loop+4,2*16,L9);
}
switch(b)
{
    case 0:Display(1,loop+4,3*16,L0);break;
    case 1:Display(1,loop+4,3*16,L1);break;
    case 2:Display(1,loop+4,3*16,L2);break;
    case 3:Display(1,loop+4,3*16,L3);break;
    case 4:Display(1,loop+4,3*16,L4);break;
    case 5:Display(1,loop+4,3*16,L5);break;
    case 6:Display(1,loop+4,3*16,L6);break;
    case 7:Display(1,loop+4,3*16,L7);break;
    case 8:Display(1,loop+4,3*16,L8);break;
    case 9:  Display(1,loop+4,3*16,L9);
}
switch(c){
    case 0:Display(2,loop+4,0*16,L0);break;
    case 1:  Display(2,loop+4,0*16,L1);break;
    case 2:  Display(2,loop+4,0*16,L2);break;
    case 3:  Display(2,loop+4,0*16,L3);break;
    case 4:  Display(2,loop+4,0*16,L4);break;
    case 5:  Display(2,loop+4,0*16,L5);break;
    case 6:  Display(2,loop+4,0*16,L6);break;
    case 7:  Display(2,loop+4,0*16,L7);break;
    case 8:  Display(2,loop+4,0*16,L8);break;
    case 9:  Display(2,loop+4,0*16,L9);
}
    Display(2,loop+4,1*16,ke);
    Delay1(50);
}
}

```



## 六、 思考题

### 1. 调零的原理，软件调零和硬件调零的区别。

答：调零的原理是以测量仪器空载情况为基准，即真实值为零的时候，通过软件或硬件（机械）的方法调整读数，使读数也归零，从而减小误差。软件调零是指在程序内部获得测量值后，通过一定的算法或公式来计算得到一个准确值再进行输出，硬件调零是指在读取模拟量时更改电阻的阻值从而使测量值接近真实值，二者的区别主要在于硬件调零的操作发生在A/D转换之前，因此程序读取的测量值就是真实值，而软件调零的操作发生在A/D转换之后，因此程序读取到测量值并不是真实值。硬件调零通过调零电阻的精确度保障调零的精度，软件调零通过数据结构和算法来保证调零的精度。

在本实验中，硬件调零是通过调节三个变阻器的旋钮来实现的，软件调零是通过多次测量后通过工具拟合曲线，得出线性关系来实现的。

### 2. 模/数和数/模的信号转换原理。

答：模拟信号转换为数字信号经历了采样→保持→量化→编码的过程。首先，按照一定的采样率，将一段连续的模拟信号分成许多离散的节点；采样的信号需要在一段时间内保持不变，这样才能保持转换的正确性与采样精度。这样采样后的信号便会成为一个连续的阶梯状函数。量化是指按照精度将信号经过舍入或截尾的方法将数值固定在某一个量化步长内。如8位精度的A/D转换器，其量化步长为最大电压幅值的1/256。最后将这些量化后的信号转换为0/1信号的过程就称为编码。数/模转换的过程为模/数转换过程的逆过程。

本实验采用的单片机内的A/D转换单元采用了逐次比较型A/D转换器，即将输入模拟信号与不同的参考电压作多次比较，使转换所得的数字量在数值上逐次逼近输入模拟量对应值。

### 3. I<sup>2</sup>C总线在信号通讯过程中的应用。

答：I<sup>2</sup>C是一种双向两线制的串行数据传输标准总线。专用串行数据线SDA和串行时钟线SCL在总线控制器和外围设备之间传送信息，它们都连在I<sup>2</sup>C总线上。SDA和SCL线都是双向的。当I<sup>2</sup>C空闲时，SDA和SCL线都处于高电平。SDA由高电平到低电平的转变能够产生启动条件；当SCL在高电平保持稳定时，SDA由低电平到高电平的转变能够产生停止条件。启动和停止条件一般由主设备产生。启动条件产生后，被放到总线上的第一个数据字节的7位地址值能够决定总线主设备所选择的从设备，第8位决定了传送的方向（读或写）。放到SDA线上的每一个数据字节都是8位。在总线传送操作中被发送或接收的字节数是无限的，数据总是从最高位MSB开始发送，并且每个数据之后应紧跟着一个应答位ACK。当接收到ACK时钟脉冲时，发送器应通过使SDA线变成高电平来释放SDA线。接收器也需在ACK时钟脉冲期间使SDA线变为低电平。此外，I<sup>2</sup>C还应具有总线仲裁程序以及异常中断条件。



## 控制与应用实验报告（六）

姓名： 吴涛

学号： 21160826

## 实验六：直流电机脉宽调制调速

### 一、 实验目的

掌握脉宽调制调速的原理与方法，学习频率/周期测量的方法，了解闭环控制的原理。

### 二、 实验原理

1. 脉宽调制（Pulse Width Modulation, PWM）是一种能够通过开关量输出达到模拟量输出效果的方法。使用 PWM 可以实现频率调制、电压调制等效果，并且需要的外围器件较少，特别适合于单片机控制领域。这里只关心通过 PWM 实现电压调制，从而控制直流电机转速的效果。也称作脉宽调制调速。PWM 的基本原理是通过输出一个很高频率的 0/1 信号，其中 1 的比例为  $\delta$ （也叫做占空比），在外围积分元件的作用下，使得总的效果相当于输出  $\delta \times A$ （ $A$  为高电平电压）的电压。通过改变占空比就可以调整输出电压，从而达到模拟输出并控制电机转速的效果。
2. 使用单片机实现 PWM，就是根据预定的占空比  $\delta$  来输出 0 和 1，这里  $\delta$  就是控制变量。最简单的办法就是以某个时间单位（如 0.1ms，相当于 10kHz）为基准，在前  $N$  段输出 1，后  $M-N$  段输出 0，总体的占空比就是  $N/M$ 。这种方法由于 0 和 1 分布不均匀，所以要求基准频率要足够高，否则会出现颠簸现象。使用单片机实现 PWM，就是根据预定的占空比  $\delta$  来输出 0 和 1，这里  $\delta$  就是控制变量。最简单的办法就是以某个时间单位（如 0.1ms，相当于 10kHz）为基准，在前  $N$  段输出 1，后  $M-N$  段输出 0，总体的占空比就是  $N/M$ 。这种方法由于 0 和 1 分布不均匀，所以要求基准频率要足够高，否则会出现颠簸现象。
3. 在本实验板中，电机每转动一次，与之相连的偏心轮将遮挡光电对管一次，因此会产生一个脉冲，送到 INT0。要测量转速，既可以测量相邻两次中断之间的时间；也可以测量一秒种之内发生的中断次数。显然，后一种方法更加简单。

### 三、 实验器材

1. 单片机测控实验系统
2. 直流电机调速实验模块
3. Keil 开发环境
4. STC-ISP 程序下载工具

### 四、 实验内容

1. 在液晶显示屏上显示出直流电机的：当前转速、低目标转速、高目标转速。
2. 固定向 P1.1 输出 0，然后测量每秒钟电机转动的转数，将其显示在数码管，每秒刷新一次即可。
3. 使用脉宽调制的方法，动态调整向 P1.1 输出的内容，使得电机转速能够稳定在一个预定值附近，同时实时显示当前转速。
4. 根据输入修改电机得目标转速值，设置两个转速目标值：低转速和高转速。
5. 每隔一秒种读取两个开关的状态，如果 S1 按下，动态调整输出，使得电机转速能够稳定到低转速目标值附近，如果 S2 按下，动态调整输出，使得电机转速能够稳定到高转速目标值附近。交替显示目标值和当前转速值。

### 五、 实验结果

## 1. 程序代码

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#include <intrins.h>

#define TIMER 10
#define MAXSPEED 140
#define MIDSPEED 90
#define MINSPEED 50

sbit CS1=P1^7;
sbit CS2=P1^6;
sbit RST=P1^5;
sbit E=P3^3;
sbit RW=P3^4;
sbit RS=P3^5;
sbit BUSY=P2^7;
sbit RESET=P2^4;

sbit KEY1=P3^6;
sbit KEY2=P3^7;

sbit OUT=P1^1;

sfr P4=0xc0;
sfr P4SW=0xbb;
sbit DCLK=P4^4;
sbit LED=P4^5;

int i,j,k,a,b,c,d,temp;
int timer=TIMER,count=0,countS=0,currentSpeed=0,objSpeed=0;
int SUM=0,N=30,M=256;

char code ledCode[10]={0xC0,0xF9,0xA4,0xB0,0x99,0x92,0x82,0xF8,0x80,0x90};
char code mubiao[4][16]={
    {0x00,0x00,0xFE,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0xFE,0x00,0x00,0x00},
    {0x00,0x00,0xFF,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0xFF,0x00,0x00,0x00},/*"?",0*/
    /
    {0x10,0x10,0xD0,0xFF,0x90,0x10,0x20,0x22,0x22,0x22,0xE2,0x22,0x22,0x22,0x20,0x00},
    {0x04,0x03,0x00,0xFF,0x00,0x13,0x0C,0x03,0x40,0x80,0x7F,0x00,0x01,0x06,0x18,0x00},/*"?",1*/
    /
```

```

};
char code dangqian[4][16]={
    {0x00,0x40,0x42,0x44,0x58,0x40,0x40,0x7F,0x40,0x40,0x50,0x48,0xC6,0x00,0x00,0x00},

    {0x00,0x40,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0xFF,0x00,0x00,0x00},/*"?",0*
    /

    {0x08,0x08,0xE8,0x29,0x2E,0x28,0xE8,0x08,0x08,0xC8,0x0C,0x0B,0xE8,0x08,0x08,0x00},

    {0x00,0x00,0xFF,0x09,0x49,0x89,0x7F,0x00,0x00,0x0F,0x40,0x80,0x7F,0x00,0x00,0x00},/*"?",1*
    /
};
char                                     code
number[10][16]={0x00,0xE0,0x10,0x08,0x08,0x10,0xE0,0x00,0x00,0x0F,0x10,0x20,0x20,0x10,
0x0F,0x00},/*"0",0*/

{0x00,0x10,0x10,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x20,0x20,0x3F,0x20,0x20,0x00,0x00},/*"1",1*
/

{0x00,0x70,0x08,0x08,0x08,0x88,0x70,0x00,0x00,0x30,0x28,0x24,0x22,0x21,0x30,0x00},/*"2",2
*/

{0x00,0x30,0x08,0x88,0x88,0x48,0x30,0x00,0x00,0x18,0x20,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/*"3",3
*/

{0x00,0x00,0xC0,0x20,0x10,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x07,0x04,0x24,0x24,0x3F,0x24,0x00},/*"4",4
*/

{0x00,0xF8,0x08,0x88,0x88,0x08,0x08,0x00,0x00,0x19,0x21,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/*"5",5
*/

{0x00,0xE0,0x10,0x88,0x88,0x18,0x00,0x00,0x00,0x0F,0x11,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/*"6",6*
/

{0x00,0x38,0x08,0x08,0xC8,0x38,0x08,0x00,0x00,0x00,0x00,0x3F,0x00,0x00,0x00,0x00},/*"7",7
*/

{0x00,0x70,0x88,0x08,0x08,0x88,0x70,0x00,0x00,0x1C,0x22,0x21,0x21,0x22,0x1C,0x00},/*"8",8
*/

{0x00,0xE0,0x10,0x08,0x08,0x10,0xE0,0x00,0x00,0x00,0x31,0x22,0x22,0x11,0x0F,0x00},/*"9",9*
/};

void wait(unsigned int count){

```

```

        while(count--){
            _nop_();
        }
    }

void send2LED(char temp){
    for(d=0;d<8;d++){
        DCLK=0;
        LED=temp & 0x80;
        DCLK=1;
        temp<<=1;
    }
}

void outLed(int num){
    a=num/100;
    b=(num-a*100)/10;
    c=num-a*100-b*10;
    send2LED(ledCode[c]);
    send2LED(ledCode[b]);
    send2LED(ledCode[a]);
}

void checkReady(bit cs){
    CS1= cs==0 ? 1:0;
    CS2= cs==1 ? 1:0;
    P2=0xff;
    E=1;
    RS=0;
    RW=1;
    while(BUSY==1);
    E=0;
    CS2=0;
    CS1=0;
}

void write_command(bit cs,char com){
    checkReady(cs);
    CS1= cs==0 ? 1:0;
    CS2= cs==1 ? 1:0;
    RS=0;
    RW=0;
    E=1;
    P2=com;
}

```

```

    wait(20);
    E=0;
    CS1=0;
    CS2=0;
}
void cls(bit cs){
    for(i=0;i<8;i++){
        write_command(cs,0xb8+i);
        for(j=0;j<64;j++){
            checkReady(cs);
            CS1= cs==0 ? 1:0;
            CS2= cs==1 ? 1:0;
            E=1;
            RS=1;
            RW=0;
            P2=0x00;
            wait(20);
            E=0;
        }
    }
}
void write_bytes(bit cs,char * buffer,int len){
    for(i=0;i<len;i++){
        checkReady(cs);
        CS1= cs==0 ? 1:0;
        CS2= cs==1 ? 1:0;
        E=1;
        RS=1;
        RW=0;
        P2=*(buffer+i);
        wait(20);
        E=0;
    }
}
void outChina(bit cs,char x,char y,char china[][16]){
    write_command(cs,x+0xb8);
    write_command(cs,y+0x40);
    write_bytes(cs,*china,16);

    write_command(cs,x+1+0xb8);
    write_command(cs,y+0x40);
    write_bytes(cs,*(china+1),16);
}
//hanzi
void outNumber(bit cs,char x,char y,int num){

```

```

        write_command(cs,x+0xb8);
        write_command(cs,y+0x40);
        write_bytes(cs,number[num],8);
        write_command(cs,x+1+0xb8);
        write_command(cs,y+0x40);
        write_bytes(cs,number[num]+8,8);
    }

```

```

void showNow(int num){
    a=num/1000;
    b=(num-a*1000)/100;
    c=(num-a*1000-b*100)/10;
    d=num-a*1000-b*100-c*10;
    outNumber(1,4,43,d);
    outNumber(1,4,33,c);
    outNumber(1,4,23,b);
    outNumber(1,4,13,a);
}

```

```

void showTarget(int num){
    a=num/1000;
    b=(num-a*1000)/100;
    c=(num-a*1000-b*100)/10;
    d=num-a*1000-b*100-c*10;
    outNumber(0,4,43,d);
    outNumber(0,4,33,c);
    outNumber(0,4,23,b);
    outNumber(0,4,13,a);
}

```

```

void initLCD(){
    cls(1);
    write_command(0,0x3f);
    cls(0);
    write_command(1,0x3f);
    outChina(0,1,5,mubiao);
    outChina(0,1,35,mubiao+2);
    outChina(1,1,5,dangqian);
    outChina(1,1,35,dangqian+2);
}

```

```

void ex_int0() interrupt 0
{
    count=count+1;
}

```



```

int getStepLen(int num){
    if(num<6){
        return 0;
    }//difference value less than 6 ,no change
    if(num<10){
        return 1;
    }//difference value between 6 and 10,change 1
    //
    temp=num/100;
    temp=(num-temp*100)/10;//tens
    temp=temp/3*2+1;
    if((N-temp)<1){
        return 1;
    }
    return temp;
}
void t0_int0() interrupt 1//half second, 10 interruption
{
    TR0=0;

    timer=timer-1;
    if(timer==0){
        if(countS==0){
            countS=count;
            currentSpeed=count*2;//so times 2
        }else{
            currentSpeed=count+countS;//countS 是上个半秒测得的速度，count 是当前
            半秒测得的速度，相当于娶了平均值，更稳定
            countS=0;
        }
        timer=TIMER;
        count=0;
        if(currentSpeed<objSpeed){
            N=N+getStepLen(objSpeed-currentSpeed);
        }
        if(currentSpeed>objSpeed){
            N=N-getStepLen(currentSpeed-objSpeed);
        }
    }

    TH0=0x3c;
    TL0=0xb0;
}

```

```

    TR0=1;
}

void t1_int0() interrupt 3
{
    TR1=0;

    SUM=SUM+N;
    if((!KEY1)&&(!KEY2)){
        OUT=0;
    }else{
        if(!KEY1){
            objSpeed=MAXSPEED;
        }
        if(!KEY2){
            objSpeed=MINSPEED;
        }
        if(KEY1 && KEY2){
            objSpeed=MIDSPEED;
        }
        if(SUM>M){
            OUT=0;
            SUM=SUM-M;
        }else{
            OUT=1;
        }
    }
}

    TH1=0xff;
    TL1=0x9c;
    TR1=1;
}

void initTimer(){
    P4SW=0x30;

    TMOD=0x11;
    TH0=0x3c;
    TL0=0xb0;
    TH1=0xff;
    TL1=0x9c;

    IT0=1;
    EA=1;
    ET0=1;
}

```

```

    ET1=1;
    EX0=1;

    TR0=1;
    TR1=1;
}
void waitL(int count){
    k=0xffff;
    while(count--){
        while(k--);
    }
}
void main(){
    initLCD();
    initTimer();
    while(1){
        if((!KEY1)&&(!KEY2)){
            outLed(currentSpeed);
        }else{
            showTarget(objSpeed);
            showNow(currentSpeed);
        }
        waitL(0x05);
    }
}

```

## 六、 思考题

1. 讨论脉宽调速和电压调速的区别、优缺点和应用范围。

答：区别：脉宽调速和电压调速的不同之处在于电压调速指的是调节直流电机端电压来改变转速，供电是连续的，可以做到无级调速，而脉宽调速指的是通过开关量输出达到模拟量输出效果，宏观看是一个匀速的过程，而微观看是非匀速的过程，脉宽调速通过改变信号的占空比来调节宏观上的输出电压进而改变转速。

优缺点：电压调速优点在于可以实现从使动电压到额定电压范围内的无级调速，调速范围大，点击运行平稳，缺点是需要外围器件多（如调压器等）且调压过程中转差功率损耗大，效率较低。脉宽调速的优点在于需要外围器件较少，效率高，缺点是调速范围没有电压调速大，当直流电机转速低时噪音较大。

应用范围：电压调速适用于对调速范围和平稳运行有特殊要求，调速精度要求不高，且对效率影响不大的情况下。脉宽调速适用于对噪音要求不高且采用电压调速对效率影响较大的情况下。此外，在交流电机中，PWM 也具有调节频率的作用。

2. 说明程序原理中累加进位法的正确性。

答：我们将整个周期分为  $M$  份，那么累加进位法在一个周期中需要累加并判断  $M$  次。又因为每一次判断前累加变量  $X$  都需要加  $N$ ，因此如果不进行减法操作，一周期后  $X$  的值为  $N \times M$ 。因为累加进位法判断的逻辑为： $X$  大于等于  $M$  则减去  $M$ ，否则不减，所以我们可以将该过

程转换为除法, 即在一个周期中,  $X$  减去  $M$  的操作发生了  $N \times M \div M = N$  次。又因为每次  $X$  的值大于等于  $M$  时都会使电机停转, 所以电机停转的次数为一周期中  $X$  减去  $M$  的次数, 即  $N$  次, 因此整体的占空比为  $N/M$ 。

3. 计算转速测量的最大可能误差, 讨论减少误差的办法。

答: 设置的默认转速为 120。单片机启动时, 电机转速的最大可能误差会达到  $\pm 30$  转/秒, 随后会缓慢地靠近默认转速, 在经过一段时间后, 电机的转速会稳定在  $120 \pm 5$  转/秒的范围内。电机的转速产生误差主要来源于因为电机本身转速改变时的惯性, 当采用二位式控制算法时, 闭环控制只能根据当前反馈回来的电机转速来进行调节, 因此总是存在调节的滞后性, 具体表现就是转速会在某一个区间波动。因为电机的惯性是由其特性决定的无法改变, 因此只能进行软件校正。可以采用增量式 PID 算法来替代二位式控制算法调节电机转速。PID 算法的优点在于可以根据电机之前几个时刻的转速, 通过比例、积分和微分算法来预测接下来的转速, 从而调节当前输出的控制信号, 可以较好的减小波动, 使速度变化的得更加平稳。增量式 PID 算法的离散公式为:  $\Delta u(k) = u(k) - u(k-1) = K_p * (e(k) - e(k-1)) + K_i * e(k) + K_d * (e(k) - 2 * e(k-1) + e(k-2))$ , 其中积分系数  $K_i = K_p * T / T_i$ , 微分系数  $K_d = K_p * T_d / T$ ,  $T$  为采样间隔,  $T_i$  为积分时间常数,  $T_d$  为微分时间常数。当前转速  $u(k) = \Delta u(k) + u(k-1)$ 。



## 控制与应用实验报告（八）

姓名：吴涛

学号：21160826

## 实验八： 温度测量与控制

### 一、 实验目的

1. 学习 DS18B20 温度传感器的编程结构。
2. 了解温度测量的原理。
3. 掌握 PID 控制原理及实现方法。
4. 加深 C51 编程语言的理解和学习。

### 二、 实验原理

1. 本实验使用的 DS18B20 是单总线数字温度计，测量范围从 $-55^{\circ}\text{C}$ 到 $+125^{\circ}\text{C}$ ，增量值为 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。用于贮存测得的温度值的两个 8 位存贮器 RAM 编号为 0 号和 1 号。1 号存贮器存放温度值的符号，如果温度为负 ( $^{\circ}\text{C}$ )，则 1 号存贮器 8 位全为 1，否则全为 0。0 号存贮器用于存放温度值的补码 LSB(最低位)的 1 表示 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。将存贮器中的二进制数求补再转换成十进制数并除以 2，就得到被测温度值。
2. 温度检测与控制系统由加热灯泡，温度二极管，温度检测电路，控制电路和继电器组成。温度二极管和加热灯泡封闭在一个塑料保温盒内，温度二极管监测保温盒内的温度，用温控实验板内部的 A/D 转换器 ADC7109 检测二极管两端的电压，通过电压和温度的关系，计算出盒内空气的实际温度。相关背景知识参见 DS18B20 中文资料。
3. 本实验使用 STC89C516RD+单片机实验板。单片机的 P1.4 与 DS18B20 的 DQ 引脚相连，进行数据和命令的传输。单片机的 P1.1 连接热电阻。当 P1.1 为高电平时，加热热电阻。温度控制的方法采用 PID 控制实现。

### 三、 实验器材

1. 单片机测控实验系统
2. 温控实验模块
3. Keil 开发环境
4. STC-ISP 程序下载工具

### 四、 实验内容

1. 掌握使用传感器测量与控制温度的原理与方法，使用 C51 语言编写实现温度控制的功能，使用超声波/温度实验板测量温度，将温度测量的结果（单位为摄氏度）显示到液晶屏上。
2. 编程实现测量当前教室的温度，显示在 LCM 液晶显示屏上。
3. 通过 S1 设定一个高于当前室温的目标温度值。
4. 编程实现温度的控制，将当前温度值控制到目标温度值并稳定的显示。

### 五、 实验结果

1. 程序代码

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#include <intrins.h>
```

```
sbit CS1=P1^7;
```

```
sbit CS2=P1^6;
sbit RST=P1^5;
sbit E=P3^3;
sbit RW=P3^4;
sbit RS=P3^5;
sbit BUSY=P2^7;
sbit KEY1=P3^6;
sbit KEY2=P3^7;
```

```
sbit DQ=P1^4;
sbit RQ=P1^1;
```

```
bit bt;
```

```
int i,j,k,a,b,c,d,e,f,objTemp=0,nowTemp=0;
int firstDiff=0,secondDiff=0,N=0,M=256,SUM=0,x;
unsigned char t,temp,status=0x01,tempNum=0x00;
char code mubiao[4][16]={
    {0x00,0x00,0xFE,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0x22,0xFE,0x00,0x00,0x00},

    {0x00,0x00,0xFF,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0x42,0xFF,0x00,0x00,0x00},/*"?",0*/
    /

    {0x10,0x10,0xD0,0xFF,0x90,0x10,0x20,0x22,0x22,0x22,0xE2,0x22,0x22,0x22,0x20,0x00},

    {0x04,0x03,0x00,0xFF,0x00,0x13,0x0C,0x03,0x40,0x80,0x7F,0x00,0x01,0x06,0x18,0x00},/*"?",1*/
    /
};
char code dangqian[4][16]={
    {0x00,0x40,0x42,0x44,0x58,0x40,0x40,0x7F,0x40,0x40,0x50,0x48,0xC6,0x00,0x00,0x00},

    {0x00,0x40,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0x44,0xFF,0x00,0x00,0x00},/*"?",0*/
    /

    {0x08,0x08,0xE8,0x29,0x2E,0x28,0xE8,0x08,0x08,0xC8,0x0C,0x0B,0xE8,0x08,0x08,0x00},

    {0x00,0x00,0xFF,0x09,0x49,0x89,0x7F,0x00,0x00,0x0F,0x40,0x80,0x7F,0x00,0x00,0x00},/*"?",1*/
    /
};
char code
number[10][16]={0x00,0xE0,0x10,0x08,0x08,0x10,0xE0,0x00,0x00,0x0F,0x10,0x20,0x20,0x10,
0x0F,0x00},/*"0",0*/

{0x00,0x10,0x10,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x00,0x00,0x20,0x20,0x3F,0x20,0x20,0x00,0x00},/*"1",1*/
/
```

{0x00,0x70,0x08,0x08,0x08,0x88,0x70,0x00,0x00,0x30,0x28,0x24,0x22,0x21,0x30,0x00},/\*"2",2  
\*/

{0x00,0x30,0x08,0x88,0x88,0x48,0x30,0x00,0x00,0x18,0x20,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/\*"3",3  
\*/

{0x00,0x00,0xC0,0x20,0x10,0xF8,0x00,0x00,0x00,0x07,0x04,0x24,0x24,0x3F,0x24,0x00},/\*"4",4  
\*/

{0x00,0xF8,0x08,0x88,0x88,0x08,0x08,0x00,0x00,0x19,0x21,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/\*"5",5  
\*/

{0x00,0xE0,0x10,0x88,0x88,0x18,0x00,0x00,0x00,0x0F,0x11,0x20,0x20,0x11,0x0E,0x00},/\*"6",6\*  
/

{0x00,0x38,0x08,0x08,0xC8,0x38,0x08,0x00,0x00,0x00,0x00,0x3F,0x00,0x00,0x00,0x00},/\*"7",7  
\*/

{0x00,0x70,0x88,0x08,0x08,0x88,0x70,0x00,0x00,0x1C,0x22,0x21,0x21,0x22,0x1C,0x00},/\*"8",8  
\*/

{0x00,0xE0,0x10,0x08,0x08,0x10,0xE0,0x00,0x00,0x00,0x31,0x22,0x22,0x11,0x0F,0x00},/\*"9",9\*  
/};

```
void wait(unsigned int count){  
    while(count--){  
        _nop_();  
        _nop_();  
    }  
}
```

```
void checkReady(bit cs){  
    CS1= cs==0 ? 1:0;  
    CS2= cs==1 ? 1:0;  
    P2=0xff;  
    E=1;  
    RS=0;  
    RW=1;  
    while(BUSY==1);  
    E=0;  
    CS2=0;  
    CS1=0;  
}
```

```
void write_command(bit cs,char com){
```



```

    checkReady(cs);
    CS1= cs==0 ? 1:0;
    CS2= cs==1 ? 1:0;
    RS=0;
    RW=0;
    E=1;
    P2=com;
    wait(20);
    E=0;
    CS1=0;
    CS2=0;
}
void cls(bit cs){
    for(i=0;i<8;i++){
        write_command(cs,0xb8+i);
        for(j=0;j<64;j++){
            checkReady(cs);
            CS1= cs==0 ? 1:0;
            CS2= cs==1 ? 1:0;
            E=1;
            RS=1;
            RW=0;
            P2=0x00;
            wait(20);
            E=0;
        }
    }
}
void write_bytes(bit cs,char * buffer,int len){
    for(i=0;i<len;i++){
        checkReady(cs);
        CS1= cs==0 ? 1:0;
        CS2= cs==1 ? 1:0;
        E=1;
        RS=1;
        RW=0;
        P2=*(buffer+i);
        wait(20);
        E=0;
    }
}
void outChina(bit cs,char x,char y,char china[][16]){
    write_command(cs,x+0xb8);
    write_command(cs,y+0x40);
}

```

```

        write_bytes(cs,*china,16);

        write_command(cs,x+1+0xb8);
        write_command(cs,y+0x40);
        write_bytes(cs,*(china+1),16);
    }
    void outNumber(bit cs,char x,char y,int num){
        write_command(cs,x+0xb8);
        write_command(cs,y+0x40);
        write_bytes(cs,number[num],8);
        write_command(cs,x+1+0xb8);
        write_command(cs,y+0x40);
        write_bytes(cs,number[num]+8,8);
    }
    void showNow(int num){
        a=num/1000;
        b=(num-a*1000)/100;
        c=(num-a*1000-b*100)/10;
        d=num-a*1000-b*100-c*10;
        outNumber(1,4,43,d);
        outNumber(1,4,33,c);
        outNumber(1,4,23,b);
        outNumber(1,4,13,a);
    }
    void showTarget(int num){
        a=num/1000;
        b=(num-a*1000)/100;
        c=(num-a*1000-b*100)/10;
        d=num-a*1000-b*100-c*10;
        outNumber(0,4,43,d);
        outNumber(0,4,33,c);
        outNumber(0,4,23,b);
        outNumber(0,4,13,a);
    }
    void initLCD(){
        cls(1);
        write_command(0,0x3f);
        cls(0);
        write_command(1,0x3f);
        outChina(0,1,5,mubiao);
        outChina(0,1,35,mubiao+2);
        outChina(1,1,5,dangqian);
        outChina(1,1,35,dangqian+2);
    }

```

```
bit initDS(void)
```

```
{  
    DQ = 0;  
    wait(480);  
    DQ = 1;  
    wait(60);  
    bt=DQ;  
    wait(420);  
    return bt;  
}
```

```
unsigned char readByte(void)
```

```
{  
    temp=0;  
    for (i=8;i>0;i--)  
    {  
        temp>>=1;  
        DQ = 0;  
        wait(1);  
        DQ = 1;  
        wait(1);  
        if(DQ){  
            temp|=0x80;  
        }  
        wait(60);  
    }  
    return temp;  
}
```

```
void writeByte(unsigned char dat)
```

```
{  
    for (i=8; i>0; i--)  
    {  
        DQ = 0;  
        wait(8);  
        dat>>=1;  
        DQ=CY;  
        wait(60);  
        DQ = 1;  
        wait(10);  
    }  
}
```

```
int readTemperature(void)
```

```

{
    initDS();
    while(!DQ);
    writeByte(0xcc);
    writeByte(0x44);
    while(!DQ);
    initDS();
    while(!DQ);
    writeByte(0xcc);
    writeByte(0xbe);
    a=readByte();
    b=readByte();
    P0=a;
    wait(255);
    x=b;
    x<=<8;
    x|=a;
    return x*0.0625;
}

void waitL(int count){
    k=0xffff;
    while(count--){
        while(k--);
    }
}

int getStep(int diff1,int diff2){
    return (diff2+(diff1+diff2)/2+(diff2-diff1))/2;
}

void main(){
    initLCD();
    while(1){
        SUM+=N;
        if(SUM>M){
            RQ=1;
            SUM-=M;
        }else{
            RQ=0;
        }
        if(!KEY1){
            objTemp=70;
        }else{
            objTemp=00;
        }
        nowTemp=readTemperature();
    }
}

```

```

        if(nowTemp!=objTemp){
            if(firstDiff==0){
                firstDiff=objTemp-nowTemp;
            }else{
                secondDiff=objTemp-nowTemp;
                N+=getStep(firstDiff,secondDiff);
                if(N<0){
                    N=0;
                }
                if(N>M+1){
                    N=M;
                }
                firstDiff=0;
            }
        }
        showTarget(objTemp);
        showNow(nowTemp);
        waitL(0x03);
    }
}

```

## 2. 流程图

## 六、 思考题

1. 进行精确的延时的程序有几种方法？各有什么优缺点？。

答：实现延时有两种方法，硬件延时和软件延时。

硬件延时，即采用单片机内部的定时器来进行延时。这在前几次的实验中也有应用，计时初值可以通过公式得出，在晶振频率为 12MHz 时，计时长度可达 65536 $\mu$ s。计时结束后通常采用中断的方式来进行响应。影响计时精度有两个因素，一个是计时器的工作方式，当工作在方式 2 时可实现短时间精确延时，但工作在方式 1 时，重装初值需要 2 个机器周期，这个需要从计数初值中减去。另一个是采用 C51 编译中断程序时会自动加上保护及回复现场的语句，会占用 4 个机器周期，同样需要从计数初值中减去。硬件延时的的好处是计时较软件来说更为精准，因为采用独立部件，也可以提高 CPU 的运行效率；缺点是操作相比软件延时更为复杂，另外若计时器被用作其他用途时便只能采用软件延时。

软件延时多以函数+函数内部调用\_NOP()函数（使用\_NOP()函数需要包含头文件“intrins.h”）的方式实现，STC12 单片机（1 时钟/机器周期，12MHz）中计算方法是延时时间=（6（LCALL 指令）+n（NOP 指令数）+4（RET 指令））/12 $\mu$ s。软件延时的优点在于可以进行长时间的延时，且实现简单易理解，缺点是不如硬件延时精确，且当嵌套调用延时函数时需要注意调用过程对延时时间的影响。

2. 参考其他资料，了解 DS18B20 的其他命令用法。

答：DS18B20 的其他操作命令有：

Read ROM 命令（33H）：此命令允许总线主机读 DS18B20 的 8 位产品系列编码，唯一的 48 位序列号，以及 8 位的 CRC。

Match ROM 命令（55H）：自命令后继以 64 位的 ROM 数据序列，允许总线主机对多点总线

上特定的 DS18B20 寻址。

Search ROM 命令 (F0H)：此命令允许总线控制器用排除法书别总线上所有从机的 64 位编码。

Alarm Search 命令 (ECH)：自命令的流程与搜索 ROM 命令相同。但是，仅在最近一次温度测量出现告警的情况下，DS18B20 才对此命令做出相应。

其他的存储器操作命令有：

Write Scratchpad 命令 (4EH)：此命令向 DS18B20 的暂存器重写入数据，开始位置在地址 2。接下来写入的两个字节将被存到暂存器的地址位置 2 和 3。

Copy Scratchpad 命令 (48H)：此命令把暂存器的内容拷贝到 DS18B20 的 EPROM 存储器里，即把温度报警触发字节存入非易失存储器里。

Recall EPROM 命令 (B8H)：此命令把贮存在 EPROM 重温度触发器的值重新调至暂存存储器。

Read Power Supply 命令 (B4H)：对于在此命令发送至 DS18B20 之后所发出的第一读数据的时间片，器件都会给出其电源方式的信号：“0”=寄生电源供电，“1”=外部电源供电。