MCS-51单片机应用实例

市电定时开关

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

市电定时开关功能描述

- 通过单片机控制220V市电的定时通断；
- 工作方式可分为定时开、定时关；
- 开关模式、定时时间可设置；
- 通过按键开关、数码管、LED等和用户接口。

- 具体功能描述
  - 4只按键开关用于设置开关模式及计时值；
  - 2只数码管用于显示计时时间；
  - 4只LED用于指示工作状态；
  - 1只蜂鸣器用于声音提醒；
  - 1个220V交流继电器用于控制市电的通断；
  - 选用AT89C2051作为CPU。

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

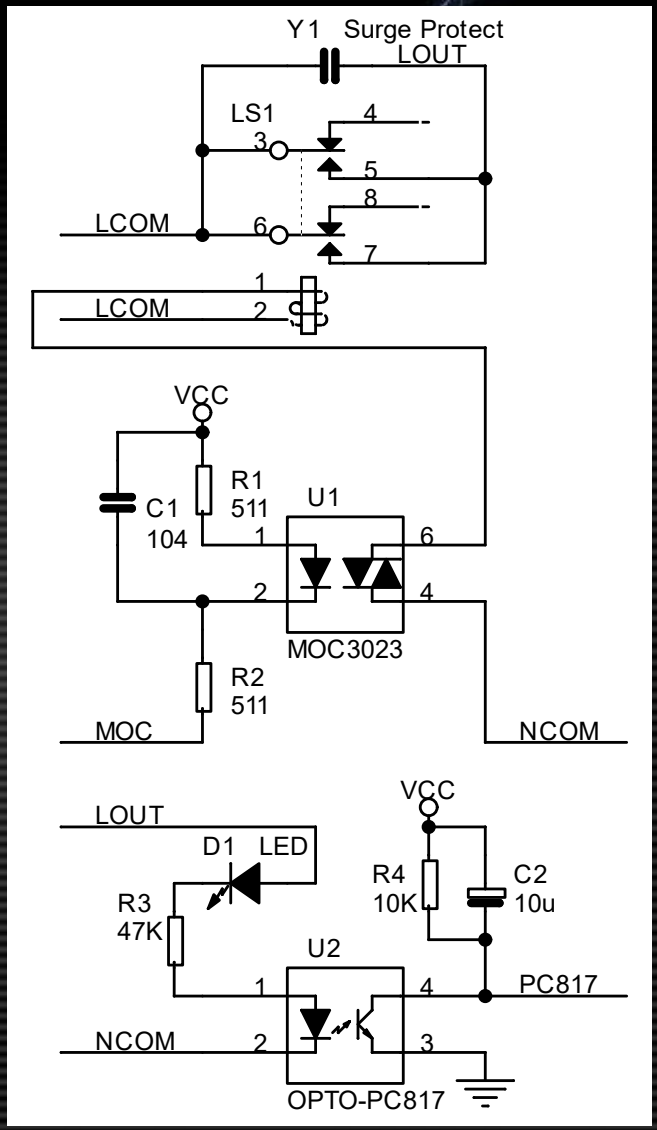
MCS-51单片机应用实例

市电定时开关 - 电路设计

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

市电通断控制电路

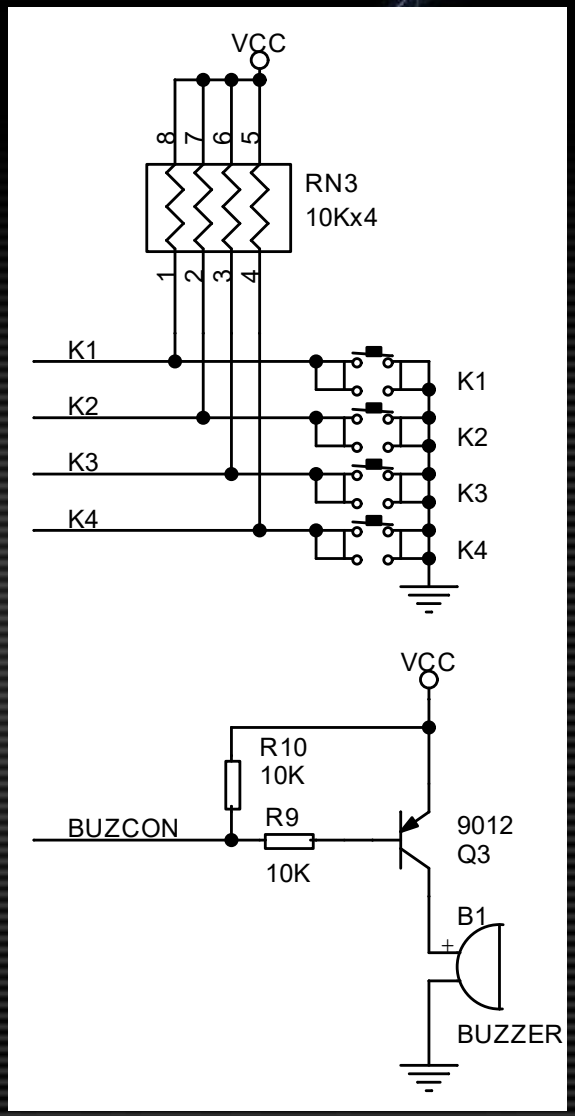
- LS1为220V交流继电器，线圈一端接L线输入（LCOM），另一端接U1的受控输出，即N线（NCOM）；
- 单片机通过MOC端控制MOC3023（U1）的通断；
- MOC端输出0，则U1导通，LS1吸合，LCOM端输入的市电经继电器的3/6触点输出到5/7触点（LOUT）；
- LOUT输出有效后，通过D1、R3到NCOM，使U2导通，U2的引脚4将变为低电平，供单片机判断市电输出是否正常。



南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

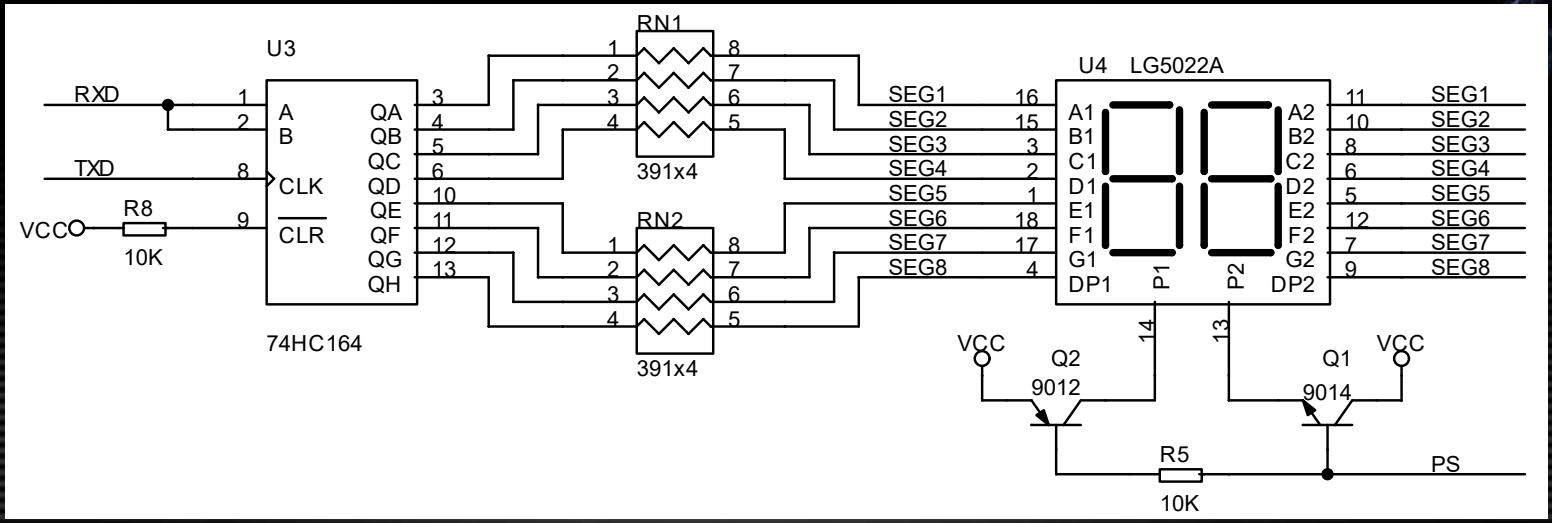
按键及蜂鸣器驱动

- 系统设置4个按键K1～K4，功能分别为+1、-1、功能切换、确认；
- 按键一端上拉，输入单片机端口，另一端接地。所以按键未按下，单片机读到高电平，按键按下时，单片机读到低电平；
- 单片机通过端口引脚驱动BUZCON，输出低电平则蜂鸣器鸣响。



南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

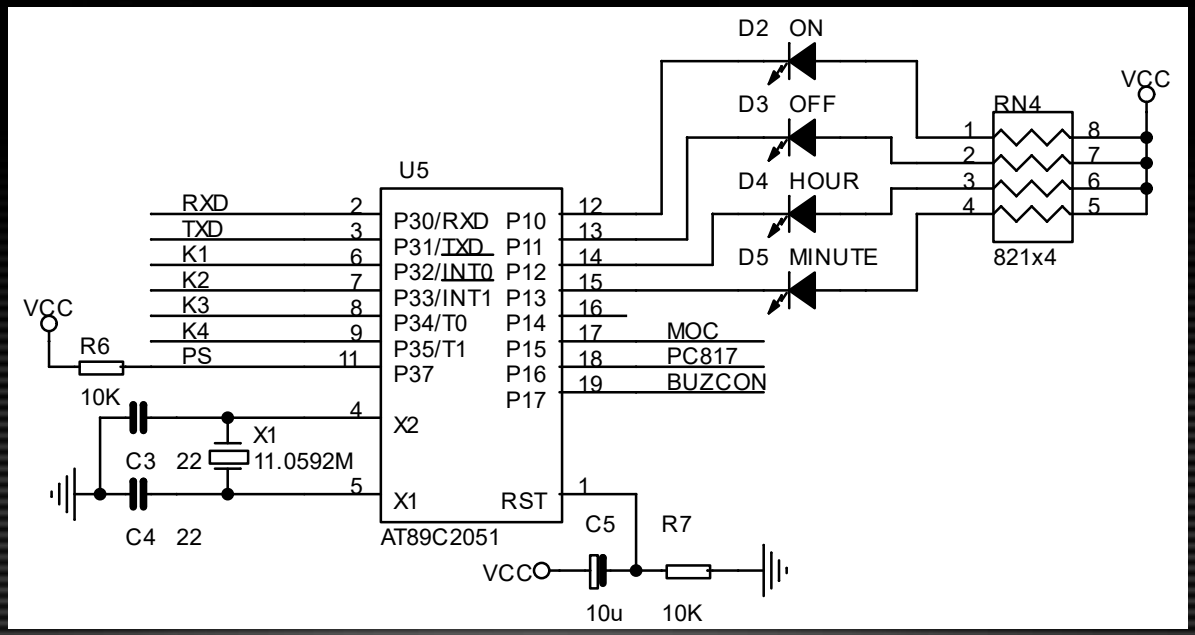
数码管驱动电路



- 由于单片机端口引脚只有15个，因此使用74HC164通过单片机串行口方式0扩展一个并行端口用于输出数码管的段码；
- 数码管选用二联共阳型模块LG5022A；
- 使用单片机的1个I/O端口引脚分时导通两个不同类型的三极管（PNP和NPN），完成两个数码管的位驱动。

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

CPU及LED驱动电路

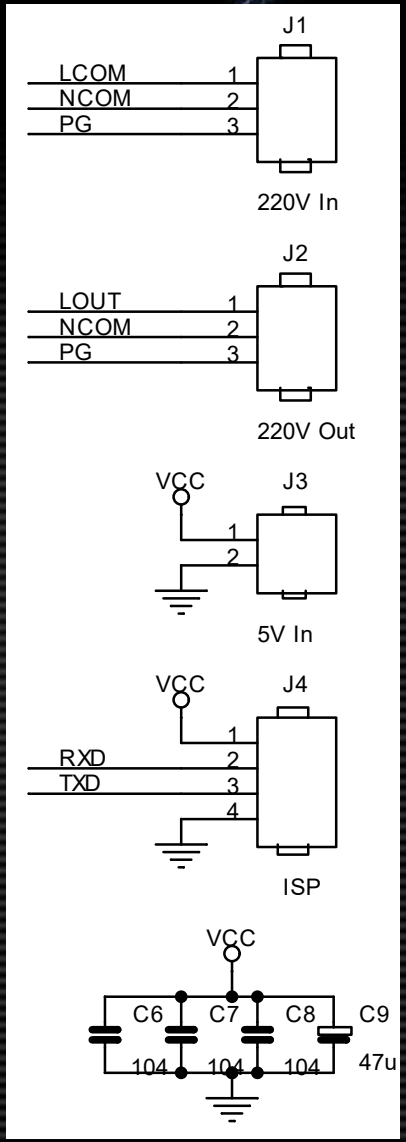


- 系统设计了4只LED，由P1.0~P1.3驱动，分别表示定时开、定时关、设置小时、设置分钟状态；
- P3.0、P3.1用于扩展并行I/O端口及ISP；
- P3.2~P3.5用于扫描按键，P3.7用于数码管位驱动；
- P1.5~P1.7分别为可控硅驱动、市电状态回读及蜂鸣器控制。

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

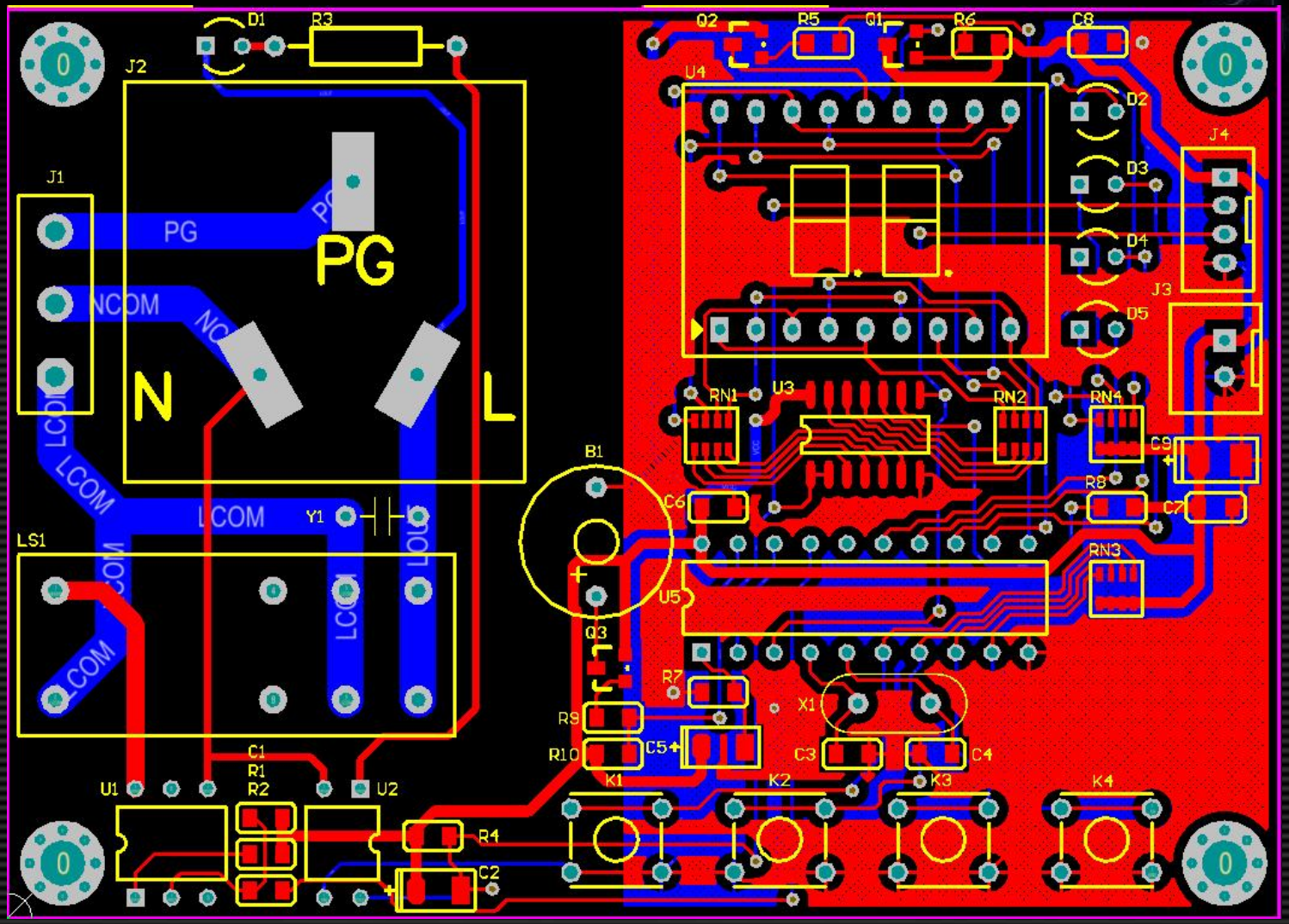
其他电路

- J1为220V输入接线端子；
- J2为220V输出三相插座；
- J4为ISP插座，和单片机的串行口相连，供外部TTL电平的串行口接入，方便在线更新程序；
- C6~C8为各芯片的去耦电容，C9为续流电容，确保系统工作时电压的纯净、稳定。



南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

PCB电路板图



南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

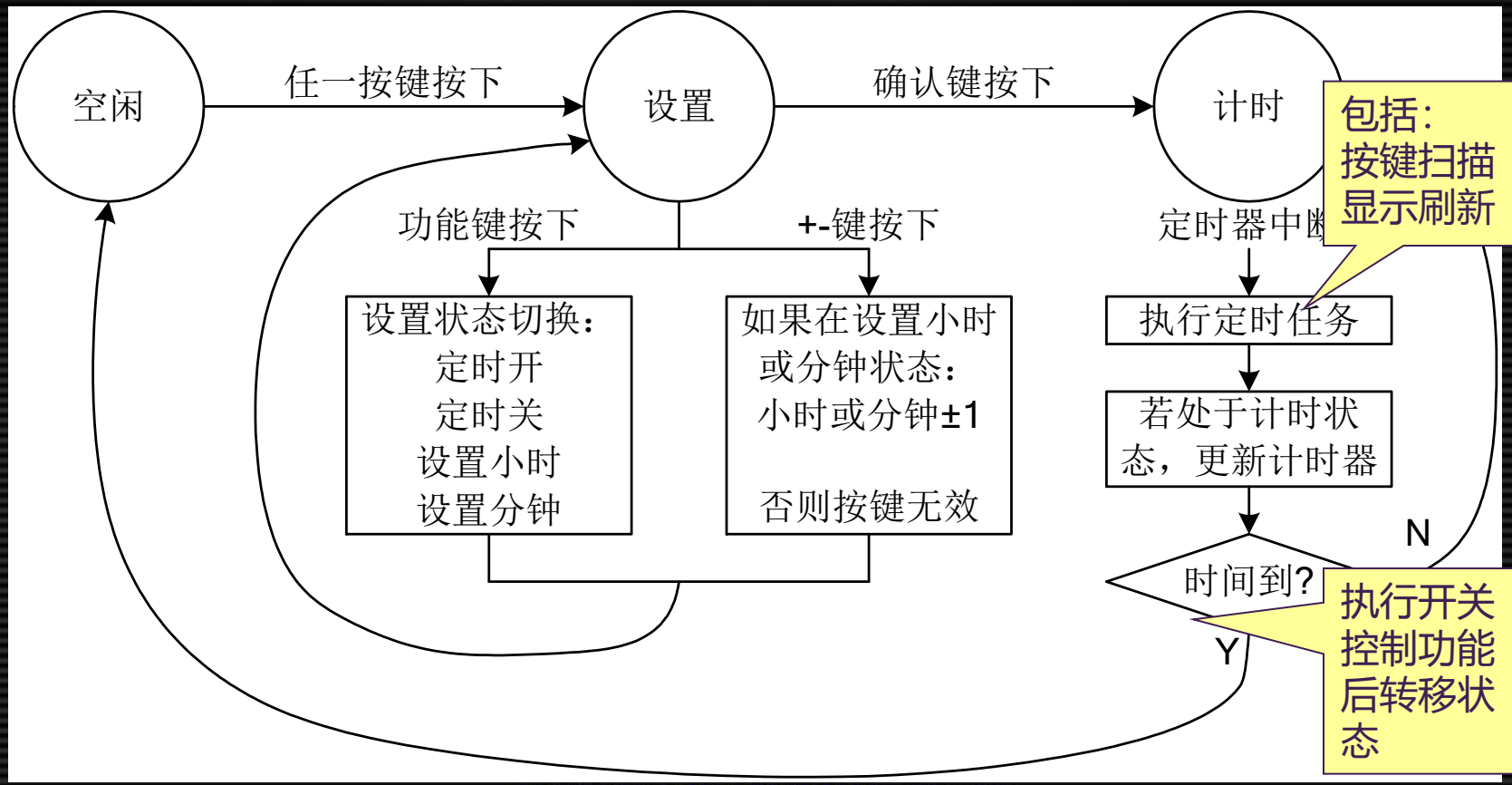
MCS-51单片机应用实例

市电定时开关 - 系统分析

南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

系统状态转移图

- 系统状态分为三种：空闲、设置、计时；
- 外部事件（定时中断调度的按键扫描及状态处理）的发生驱动着系统在各状态之间的转换。



程序设计：系统参数定义

```
#include <reg51.h>
#define     OSC             11059200        // 定义系统晶振频率
#define     PSEC            100             // 系统时间片10ms(100Hz)

#define     ON              0
#define     OFF             1               // 定义开关控制的宏

#define     RELAYCTRL       P15             // 继电器控制引脚
#define     RELAYSTAT       P16             // 继电器状态检测
#define     BUZCTRL         P17             // 蜂鸣器控制

#define     LEDHOUR P10
#define     LEDMINUTE       P11
#define     LEDTIMERON      P12
#define     LEDTIMEROFF     P13             // 定义各LED的驱动引脚

#define     KEYUP           1
#define     KEYDOWN         2
#define     KEYFUNCTION     3
#define     KEYENTER        4               // 定义各按键编号

#define     POSCTRL         P37             // 定义数码管驱动引脚
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：系统状态及全局变量定义

```
// 定义系统状态编码
#define     S_FREE          0x00
#define     S_SETUP         0x01
#define     S_TIMER         0x02

// 定义全局变量
unsigned char code CHTable[] = {0x03,0x9f,0x25,0x0d,0x99,0x49,0x41,0x1f,\
    0x01,0x09,0x05,0xc1,0xe5,0x85,0x61,0x71,0xc5,0xd5};     // 定义数码管字形码，0~F,o,n
unsigned char code KeyMap[] = {0x01,0x02,0x04,0x08};        // 定义按键扫描掩码
unsigned char Hour,Minute;                                  // 倒计时小时、分钟
unsigned long SysTick;                                      // 系统秒计时
unsigned char Tick;                                         // 10ms计时
unsigned long Seconds;                                      // 总倒计时秒数
unsigned char DispBuf[2];                                   // 数码管显示缓冲区
unsigned char SysState;                                     // 系统状态
unsigned char LEDNum;                                       // 当前点亮的LED号
unsigned char KeyNum;                                       // 当前按下的键号(刚释放)
unsigned char PrevKey,CurrKey;                              // 上次和本次按键扫描值

bit TimeOut;                                                // "定时时间到"标志
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：系统初始化

```
void SysInit(void)
{
    SCON = 0x00;                          // 串口模式0，8位移位寄存器
    DispBuf[0] = 0xff;
    DispBuf[1] = 0xff;
    SBUF = 0xff;
    while(!TI);
    TI = 0;                               // 送0xFF并等待发完，熄灭LED

    TMOD = 0x01;                          // 定时器0,方式1:16位定时器
    TH0 = (65536 - OSC/12/PSEC)/256;      // 初始化10ms定时常数
    TL0 = (65536 - OSC/12/PSEC)%256;
    TR0 = 1;                              // 启动定时器0
    ET0 = 1;                              // 允许T0中断
    EA = 1;                               // 打开总中断允许
    PrevKey = 0x0f;
    CurrKey = 0x0f;                       // 按键扫描值初始化
    KeyNum = 0;                           // 初始化按键编号
    LEDNum = 0;                           // 初始化LED指示为“定时开”
    TimeOut = 0;                          // 未开始计时，TimeOut无效
    SysState = S_FREE;                    // 初始化系统状态为空闲
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：延时及设置初始化

```
/*******************************************************************************
函数: void Delay1ms(int ms)
功能: 循环延时ms*1ms
*******************************************************************************/
void Delay1ms(int ms) {
    int i;
    while(--ms) {
      i = 128;
      while(--i);
    }
}
/*******************************************************************************
函数: void InitSetup(void)
功能: 系统进入设置状态前的初始化过程
*******************************************************************************/
void InitSetup(void){
    Hour = 0;
    Minute = 0;                          // 初始化定时的小时、分钟为0
    LEDNum = 3;                          // LED指示状态为设置”小时“
    DispBuf[0] = CHTable[0];
    DispBuf[1] = CHTable[0];             // 数码管显示“00”
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
/*********************************************************************************
函数: void T0ISR(void) interrupt 1
功能: 定时器T0中断服务程序
倪晓军 2007-06-09 10:34
*********************************************************************************/
void T0ISR(void) interrupt 1
{
    // 首先完成系统计时工作
    TH0 = (65536 - OSC/12/PSEC)/256;        // 重新设置10ms定时常数
    TL0 = (65536 - OSC/12/PSEC)%256;

    Tick ++;                                // 更新系统Tick
    if(Tick >= 100)                         // 表示1秒定时时间到
    {
      Tick = 0;                             // 清毫秒计时变量
      SysTick ++;                           // 系统秒计时变量+1
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
if(SysState == S_TIMER)                    // 如果处于计时状态则减1秒,每秒更新一次
{
    if(Seconds > 0) Seconds --;            // 总的计时时间减1秒
    if(Seconds >= 3600)                    // 更新时、分计时变量
    {
        Hour = (unsigned char)(Seconds/3600);
        Minute = (unsigned char)((Seconds%3600)/60);
    }
    else
    {
        Hour = 0;
        Minute = (unsigned char)(Seconds);
    }

    if(LEDNum==4)                          // 定时关状态，此时继电器应吸合
    {
        if(RELAYSTAT != ON) BUZCTRL = ON;
        else BUZCTRL = OFF;
    }
  }
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
// 显示处理。效果：1分钟以内显示秒倒计时，1分钟以上轮流显示时、分

if(SysState == S_TIMER)                          // 如果处于计时状态
{
  if(Seconds < 60)                               // 剩余1分钟内直接显示秒倒计时
  {
        if(Tick<=50)                             // 前500ms显示秒数
        {
            DispBuf[0] = CHTable[Minute/10];
            DispBuf[1] = CHTable[Minute%10];
        }
        else                                     // 后500ms显示秒+小数点
        {
            DispBuf[0] = CHTable[Minute/10] & 0xfe;
            DispBuf[1] = CHTable[Minute%10] & 0xfe;
        }
  }
  else                                           // 剩余1分钟以上交替显示时、分
  {
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
if((SysTick % 2) == 0)                    // 偶数秒，显示小时
{
        LEDHOUR = ON;
        LEDMINUTE = OFF;                  // 小时LED点亮，分钟LED熄灭

        if(Tick<=50)                      // 前500ms显示倒计时小时数
        {
                DispBuf[0] = CHTable[Hour/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Hour%10];
        }
        else                              // 后500ms显示小时数+小数点
        {
                DispBuf[0] = CHTable[Hour/10] & 0xfe;
                DispBuf[1] = CHTable[Hour%10] & 0xfe;
        }
}
else                                      // 奇数秒，显示分钟
{
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
            LEDHOUR = OFF;
            LEDMINUTE = ON;                    // 分钟LED点亮，小时LED熄灭

            if(Tick<=50)                       // 前500ms显示倒计时分钟数
            {
                DispBuf[0] = CHTable[Minute/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Minute%10];
            }
            else                               // 后500ms显示分钟数+小数点
            {
                DispBuf[0] = CHTable[Minute/10] & 0xfe;
                DispBuf[1] = CHTable[Minute%10] & 0xfe;
            }
        }
    }
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：定时器0 ISR（系统核心程序）

```
    if(Seconds == 0)                    // 定时时间到
    {
        if(LEDNum == 3)                 // 定时开，此时应吸合继电器
        {
            BUZCTRL = ON;               // 蜂鸣器鸣响
            RELAYCTRL = ON;             // 吸合继电器
        }

        if(LEDNum == 4)                 // 定时关，此时应释放继电器
        {
            BUZCTRL = ON;               // 蜂鸣器鸣响
            RELAYCTRL = OFF;            // 释放继电器
        }
        TimeOut = 1;                    // 设置计时时间到标志，通知
    }                                   // 主程序做相应处理
}

KeyNum = KeyPressed();                  // 扫描按键(10ms执行一次)
RefreshDisplay();                       // 刷新数码管显示(10ms执行一次)
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：按键扫描

```
unsigned char KeyPressed(void)
{
    unsigned char ci;

    PrevKey = CurrKey;                          // 将本次扫描结果保存到上次扫描结果中

    CurrKey = (P3>>2)&0x0f;                     // 再读取本次按键扫描结果
    if((PrevKey ^ CurrKey) != 0)                // 如果两次扫描值不等
    {
      if(CurrKey != 0x0f) {                     // 表明有键按下
            BUZCTRL = ON;                       // 蜂鸣器响
            return 0;                           // 按键还未释放，不返回有效键值
      }
      else {                                    // 刚才按下的按键已释放
            BUZCTRL = OFF;                      // 蜂鸣器停
            for(ci=0;ci<4;ci++)                 // 判断到某个按键按下即返回其键值
                  if((PrevKey & KeyMap[ci]) == 0) return (ci+1);
      }
    }
    return 0;
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：显示信息刷新

```
/*******************************************************************************
函数: void RefreshDisplay(void)
功能: 刷新数码管显示
倪晓军 2007-06-09 11:00
*******************************************************************************/
void RefreshDisplay(void)
{
    // 轮流点亮左右两个数码管，10ms切换一次，显示频率为50Hz
    if((Tick % 2) == 0)
    {
      SBUF = DispBuf[0];                    // 显示数据送串行口，通过164并行输出
      while(!TI);                           // 约10us完成
      TI = 0;
      POSCTRL = 0;                          // 第一个数码管显示
    }
    else
    {
      SBUF = DispBuf[1];                    // 显示数据送串行口，通过164并行输出
      while(!TI);                           // 约10us完成
      TI = 0;
      POSCTRL = 1;                          // 第二个数码管显示
    }
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：显示信息刷新

```
// 根据当前状态更新LED显示
if(SysState == S_SETUP)                    // 如果系统处于设置状态
{
   switch(LEDNum)                          // LEDNum指示着当前的状态
   {
         case 1:                           // 设置小时状态
               LEDHOUR = ON;
               LEDMINUTE = OFF;
               LEDTIMERON = OFF;
               LEDTIMEROFF = OFF;          // 点亮小时指示LED
               break;

         case 2:                           // 设置分钟状态
               LEDHOUR = OFF;
               LEDMINUTE = ON;             // 点亮分钟指示LED
               LEDTIMERON = OFF;
               LEDTIMEROFF = OFF;
               break;
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：显示信息刷新

```
        case 3:                                    // 定时开状态
            LEDHOUR = OFF;
            LEDMINUTE = OFF;
            LEDTIMERON = ON;
            LEDTIMEROFF = OFF;
            break;
        case 4:                                    // 定时关状态
            LEDHOUR = OFF;
            LEDMINUTE = OFF;
            LEDTIMERON = OFF;
            LEDTIMEROFF = ON;
            break;
        default:                                   // 状态错误，熄灭所有LED
            LEDHOUR = OFF;
            LEDMINUTE = OFF;
            LEDTIMERON = OFF;
            LEDTIMEROFF = OFF;
            break;
    }
  }
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：按键处理

```
/*******************************************************************************
函数: void KeyProcess(unsigned char State,unsigned char Key)
功能: 根据系统所处状态和按键信息进行处理
倪晓军 2007-06-09 12:21
*******************************************************************************/
void KeyProcess(unsigned char State,unsigned char Key)
{
    if(State == S_FREE)                    // 如果当前状态为空闲
    {
      InitSetup();                         // 进行设置初始化
      SysState = S_SETUP;                  // 转移到设置状态
      return;                              // 返回，后续情况无需处理
    }
```

程序设计：按键处理

```
if(State == S_SETUP)                        // 如果系统处于设置状态
{
   switch(Key)                              // 根据按键值进行分支判断
   {
          case KEYUP:                       // 第一种情况：加1键按下
                if(LEDNum == 1)             // 如果处于设置小时状态
                {
                      Hour ++;              // 定时小时数+1，并刷新显示
                      if(Hour > 99) Hour = 99;
                      DispBuf[0] = CHTable[Hour/10];
                      DispBuf[1] = CHTable[Hour%10];
                }
                if(LEDNum == 2)             // 如果处于设置分钟状态
                {
                      Minute ++;            // 定时分钟数+1，并刷新显示
                      if(Minute > 59) Minute = 59;
                      DispBuf[0] = CHTable[Minute/10];
                      DispBuf[1] = CHTable[Minute%10];
                }
                break;
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：按键处理

```
case KEYDOWN:                          // 第二种情况，减1键按下
        if(LEDNum == 1)                // 如果系统处于设置小时状态
        {
                if(Hour > 0) Hour --;  // 定时小时数-1，并刷新显示
                DispBuf[0] = CHTable[Hour/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Hour%10];
        }
        if(LEDNum == 2)                // 如果系统处于设置分钟状态
        {                              // 定时分钟数-1，并刷新显示
                if(Minute > 0) Minute --;
                DispBuf[0] = CHTable[Minute/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Minute%10];
        }
        break;
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：按键处理

```
case KEYFUNCTION:                       // 第三种情况：功能(切换)键
        LEDNum ++;
        if(LEDNum > 4) LEDNum = 1;      // 切换LED显示1次，并循环

        if(LEDNum == 1)                 // 如果本次切换到小时显示
        {                               // 更改显示缓冲区内容为小时
                DispBuf[0] = CHTable[Hour/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Hour%10];
        }

        if(LEDNum == 2)                 // 如果本次切换到分钟显示
        {                               // 更改显示缓冲区内容为分钟
                DispBuf[0] = CHTable[Minute/10];
                DispBuf[1] = CHTable[Minute%10];
        }

        break;
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：按键处理

```
            case KEYENTER:                          // 第四种情况：选择键
                if((LEDNum==3) || (LEDNum==4))
                {       // 只有处于定时开或定时关状态时此按键才有效
                        SysState = S_TIMER;
                        Seconds = Hour*3600 + Minute*60;
                        if(LEDNum == 4) RELAYCTRL = ON;
                        else   RELAYCTRL = OFF;
                        BUZCTRL = OFF; Delay1ms(200); BUZCTRL = ON; Delay1ms(500);
                        BUZCTRL = OFF;
                }
                else
                {
                        BUZCTRL = OFF; Delay1ms(200); BUZCTRL = ON; Delay1ms(200);
                        BUZCTRL = OFF; Delay1ms(200); BUZCTRL = ON; Delay1ms(200);
                        BUZCTRL = OFF;
                }
                break;
            default:    break;
        }
        return;
    }
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269

程序设计：主函数

```
void main(void)
{
    unsigned char Key;

    SysInit();
    while(1)        {
      if(KeyNum != 0) {                          // 如果有按键事件
            Key = KeyNum;                        // 暂存按键码
            KeyNum = 0;                          // 清按键码，以备记录下次按键事件
            KeyProcess(SysState,Key);            // 调用按键处理函数
      }
      if(TimeOut) {                              // 如果定时时间到
            TimeOut = 0;                         // 首先清定时时间到标志
            SysState = S_FREE;                   // 系统转移到空闲状态
            Delay1ms(500);                       // 延时，供继电器动作
            if(LEDNum==3) {                      // 如果是定时开状态，此时继电器应吸合
                  if(RELAYSTAT != ON) BUZCTRL = ON;
                  else BUZCTRL = OFF;            // 如继电器状态不对，则通过蜂鸣器报警
            }
            else BUZCTRL = OFF;                  // 定时关，直接关闭蜂鸣器
      }
    }
}
```


南京邮电大学计算机学院 倪晓军
nixj@njupt.edu.cn 13505151269