

基于 MCU 控制的智能插座设计

卢亚平, 宋天麟, 李颂翔

(苏州大学 应用技术学院, 江苏 苏州 215325)

摘要: 智能插座主要以 STC 单片机为处理器, 集合键盘电路、显示电路、过载保护电路、电压检测电路和系统软件设计等模块, 实现插座过载保护和自动开断电源等功能, 节约能源且控制精确可靠。解决了手动插拔电源的困扰, 提高了用电安全。

关键词: 智能插座; MCU; 过载保护

中图分类号: TP29

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)23-0068-03

Intelligent socket design based on MCU

Lu Yaping, Song Tianlin, Li Songxiang

(Applied Technology College, Soochow University, Suzhou 215325, China)

Abstract: Intelligent socket mainly STC microcontroller as the processor, set the keyboard circuit, display circuit, overload protection circuit, voltage detection circuit and the software design of the system modules, realization of socket overload protection and automatic switching power supply and other functions, and a precise and reliable control. To solve the problem of manual plug power, to save energy, and improve the safe use of electricity.

Key words: intelligent sockets; MCU; overload protection

提到电源节能, 人们往往会采用将白炽灯换成节能灯等措施, 而忽略了其他能耗——待机功耗。目前解决电器待机功耗最直接的办法就是彻底断开电源, 这样可以根本上解决待机能耗问题。传统切断电源的办法多为手动断开电源或插拔插头, 其方法烦琐且不安全。本文研究一款可靠度较高的新型智能插座, 在具有定时通断电的基本功能上添加过载保护装置, 使其通过对普通插座的改进, 实现智能通电、节约电源、安全可靠、实时电压监控等优点, 从而更加贴近普通用户, 对国家大力推进的节能减排事业具有一定的推进作用。

1 总体设计方案

设计的智能插座应该具有如下功能: 按照指定的时长接通主电路给主电路供电、按照指定时长断开主电路, 在可靠安全性方面, 应具有一定的保护能力, 当主电路电流超过设定的电流阈值时迅速断开主电路, 以防止电器因过流而损坏。最后, 该控制器还应具有使用方便, 操作灵活, 时间定时准确, 且低功耗。为满足以上功能, 在电路设计时包括: 电源模块、信息处理模块、电压检测模块、过载保护模块、显示模块、键盘模块和主

电路控制模块, 如图 1 所示。

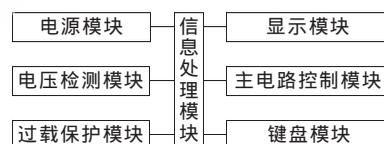


图 1 总体设计方案

2 硬件电路设计

2.1 过载保护模块设计

过载保护功能是该智能插座的创新之处。目前市场上出售的定时控制器几乎没有过载保护功能, 当出现危险时, 只能通过空气开关或熔断器进行保护。本文研究设计的电流互感器是具有响应速度快、灵敏度高且安全电流阈值可调节的过载保护电路。当通流导线穿过电流互感器时, 在通流导体周围会产生交替变化磁场。电流互感器线圈两端便会产生感应电动势, 并且电流互感器线圈具有隔离作用, 使得测量电路与主电路之间实现电器隔离^[1]。原理框图如图 2 所示。

2.2 电压检测模块设计

电压检测电路用来检测当前电网电压。将电网电压

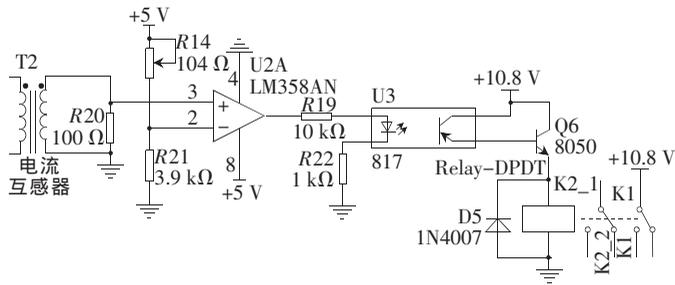


图2 过载保护电路

转换为电信号送入信号处理电路，经单片机处理后送往显示电路，显示当前电压值。用户可方便得知当前电压是否在正常范围内，防止用电器因电压不在正常范围内而烧坏。电压检测电路的基本原理为：将市电电压转变为合适的电压范围，经信号处理电路A/D采样后计算得出电网电压。其原理框图如图3所示。采用电压互感器为转换原件，将互感器转换后的电信号经运算放大器LM358放大后送A/D采样。图中T3为电压互感器，采用电压互感器可以实现电器隔离，并且能够将交流信号不失真地转换为A/D采样电路能够承受的电压范围。

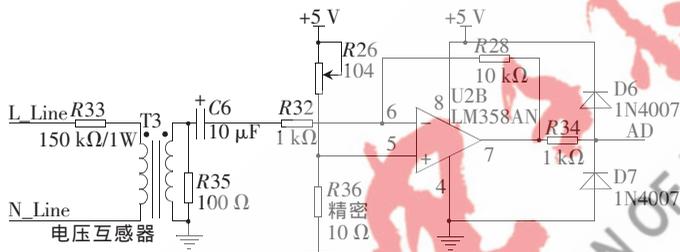


图3 电压检测电路

2.3 主电路控制模块和显示模块设计

主电路控制模块主要承担电能的传输和控制任务的电路。主电路中的电流和功率一般比较大。因此主电路中的开关器件的选择将十分重要。如研究的智能插座正常工作时主电路额定电流为10A，则考虑到安全用量应选择额定电流为30A左右的开关器件。这里选用松乐SLA-DC 12V-SL-C(12V-30A)继电器，电路图如图4所示。图中U5为光耦，主要作用为实现信号处理电路和主电路控制部分的电气隔离，能够有效防止电路的干扰。

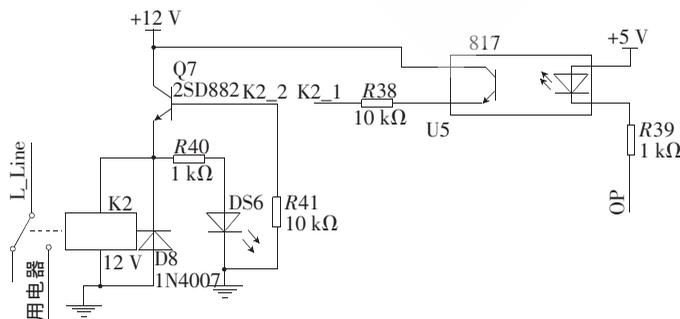


图4 主电路控制电路

OP高低电平由信号处理电路中的单片机直接控制。

显示模块具有实时电压监控、定时开断参数等显示功能。如图5所示。图中三极管Q1、Q2、Q3、Q4为数码管的片选信号，单片机的[D0...7]和[H1...4]分别输出数码管的8个段选和4个片选信号。键盘采用“一键一线”制，工作时每个按键对应的I/O口互不影响，网络标号[K1...4]连接MCU。

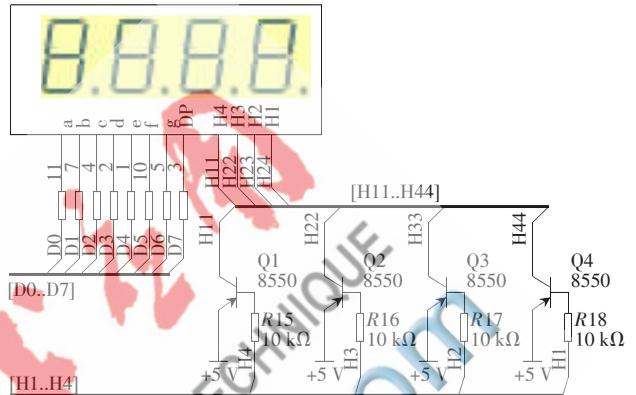


图5 显示模块电路

3 系统软件设计

整个系统用STC12C5A60S2作为控制核心^[2]。使其按照所编程序协调各模块工作。

3.1 主程序软件设计

单片机开机后首先执行定时器、中断的初始化程序，然后进入执行显示扫描子程序，执行指示灯扫描子程序，执行A/D采样取电压值，接着执行按键扫描程序。当执行完按键扫描程序后，返回执行显示扫描程序，进入主循环^[3]，主程序如图6所示。源程序如下：

```
#include "stc12c5a.h"
#include "main.h"
void main()
{TimerT0_Sfr_Init(1);
  TimerT0_ISR0(); //初始化
  while(1)
  {Show_Mode1(); //显示函数
   Led_Mode(); //LED指示
   AD_Count(); //AD采样
   Key(); //键盘扫描
   Time_Go(); //定时
  }
}
```

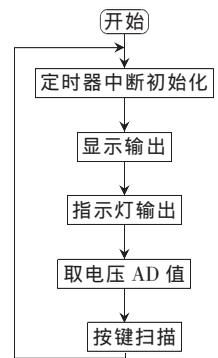


图6 主程序设计

3.2 电压检测子程序软件设计

由于采用的STC12C5A60S2单片机自带8路10位A/D转换器，因此A/D采样变得非常方便，图7为A/D转换流程图。源程序如下：

```
uint AD_Count(uchar N) //P1 adc 转换传入 n 脚
{ long int temp=0;
  uint ADC=0;
  EA=1; //关闭中断
  P1ASF=0x01<<N; //P1.1 设置为模拟功能
```

技术与方法 Technique and Method

```

ADC_CONTR=0xe01N;
//打开 adc 电源,设置 P1.0 模拟通道
_nop_(); //适当延时
ADC_CONTR=0xe81N; //启动 adc 转换
while(!(ADC_CONTR==(0xf01N)));
//循环等待是否转换完毕
ADC_CONTR=0x60;
//关闭 adc 电源清除 ADC_FLAG 标志位
ADC=ADC_RES;
ADC<<=2;
ADCI=ADC_RESL;
temp=ADC*51;
temp=temp*10;
temp=temp/1024; //结果为 mV
EA=1; //开启中断
return temp;
}

```

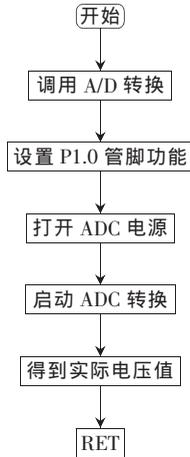


图7 电压检测子程序设计

3.3 主电路控制软件设计

主电路控制软件主要作用就是

控制继电器何时闭合或断开。由单片机 P1.1 管脚控制,当该管脚为低电平时继电器吸合,管脚为高电平时继电器释放。当工作模式为延时通电模式时,定时时间到后 P1.1 管脚为低电平,使得继电器吸合,主电路供电;当工作模式为延时断电模式时,定时时间到后 P1.1 管脚为高电平,使得继电器释放,主电路断电。其程序流程图如图 8 所示,此外可通过按钮进行模式选择和时间设定。主电路源程序如下:

```

void TimerT0_ISR0(void) //定时器 T0 100 μs 初始化
{
    EA=1; //开总中断
    ET0=1; //T0 允许中断
    TMODl=0x02; //定时器 T0 8 位定时器
    AUXR&=0x7F; //定时器 T0 12 分频
    TH0=255-91; //精确时间 100.0426 μs
    TL0=255-91; //100 μs 初值
    if(Flag)
        TR0=1; //初始化时就启动 T0
    else
        TR0=0; //初始化时暂停 T0
}

```

本设计经过焊接完成电路板组装,并进行调试,按钮可设定自动开断电源时间和过载保护参数,通过白炽灯

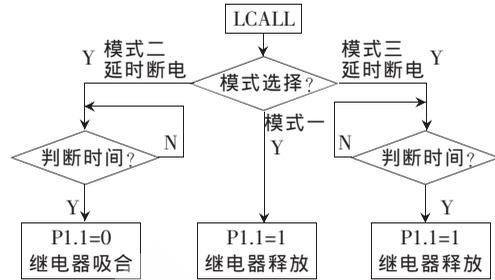


图8 主电路控制程序设计

反映开断情况,吹风机(档位)反映过载保护情况。通过实验可确定这款智能插座具有控制功能强,集成度高,抗干扰性强等优点,且在定时通断电的基础上添加过载保护等功能,从而提高其可靠性和安全性。该方案对普通插座改进,使其具有智能通电的功能,且成本较低。未来将在现有功能的基础上增加远程控制、网络控制^[4],并且将进一步提高其控制精度。

参考文献

- [1] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础(第4版)[M].北京:高等教育出版社,1980.
- [2] 魏立峰,王宝兴.单片机原理与应用(第1版)[M].北京:北京大学出版社,2006.
- [3] 郭天祥.新概念51单片机C语言教程(第1版)[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [4] 朱鹏,史步海,黄晓伟.基于双MCU的电源智能自动切换控制器[J].微计算机信息,2009(10):170-172.

(收稿日期:2013-10-09)

作者简介:

卢亚平,男,1982年生,实验师,主要研究方向:自动控制。

宋天麟,男,1958年生,副教授,主要研究方向:机电一体化。

李颂翔,男,1991年生,本科,主要研究方向:机电一体化。