

基于 MSP430 单片机的智能调光器

李宗, 陈洪亮

(上海交通大学 电子信息与电气工程学院, 上海 200240)

摘要:提出了一种基于 MSP430 系列单片机的新型智能调光器,设计了一个简单可靠的稳压电路和过零采样电路,在调光器上实现了延时关闭、断电状态记忆等功能。最后进行了调光器的温度测试,检验了调光器的可实用性。

关键词:MSP430;可控硅;智能调光器

中图分类号:TP393.03

文献标识码:B

文章编号:1006-7167(2008)08-0049-03

An Intelligent Light Indicating Device Based on MSP430

LI Zong, CHEN Hong-liang

(School of Electronic, Information and Electrical Eng., Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: This article presented a new type of intelligent light indicating device based on MSP430, and designed a reliable power supply circuit and cross-zero sampling circuit for this device. It has the function of turning off the lamp after a period of time delay and power down status memory. At last, the thermal test was undertaken, which can validate the practice of this device.

Key words: MSP430; triac; intelligent light indicating device

CLC number: TP393.03

Document code: B

Article ID: 1006-7167(2008)08-0049-03

1 引言

随着科技水平和生活水平的不断提高,家用电器中,智能化、环保、舒适化、节约能源等关键词渐渐出现在人们生活中。在家庭照明中,由于没有频闪、亮度高等优点,白炽灯仍旧有用武之地。考虑到白炽灯功耗比较大,于是产生了调光器这种设备。本文提到的智能调光器,不但具有一般调光器的调节灯光亮度的功能,同时具有掉电状态记忆、延时关闭等功能。例如当主人要离开家时,可以先设定好延时关闭,等主人离开家一段时间后,灯就会自动关闭。

2 智能调光器的基本原理

调光器的基本原理是,控制器串连在灯的交流回路内,通过单片机控制可控硅的导通角的大小,可控硅关断的时候,对于灯来说等效于断路;开通的时候等效于通路,从而控制流经灯的等效电流的大小,控制灯的亮度,并用 10 个 LED 灯指示当前的亮度。220V 交流转 5V 直流的电源电路中包含一个大容量电容给系统供电,在可控硅导通的时间内,给电容充电,这样当系统等效于断路的时候持续给系统供电。在发生断电的时候,可以留给单片机足够的时间把断电前的状态写入 FLASH。调光器包含一个交流的过零采样电路,取到的过零点作为一个外部中断,控制单片机的定时器开始计时,计时的大小既是可控硅导通角的大小,同时采用如下的判断机制:当失去两个过零点时,即判断当时发生了断电情况,这时即停止调光器的动作,写入当前的工作状态,待重新取得过零点时恢复先前的工作状态。

收稿日期:2007-09-14

作者简介:李宗(1983-),男,上海人,硕士研究生,主要研究方向为基于单片机的嵌入式系统软硬件设计。Tel:13501648622;E-mail: babymeat@sjtu.edu.cn

通信作者:陈洪亮(1946-),男,教授,主要从事网络智能化应用、智能建筑电气、智能交通、多媒体数据库理论及其应用、ERP 研究与应用、信息管理等方面的教学与科研工作。E-mail:hlchen@sjtu.edu.cn

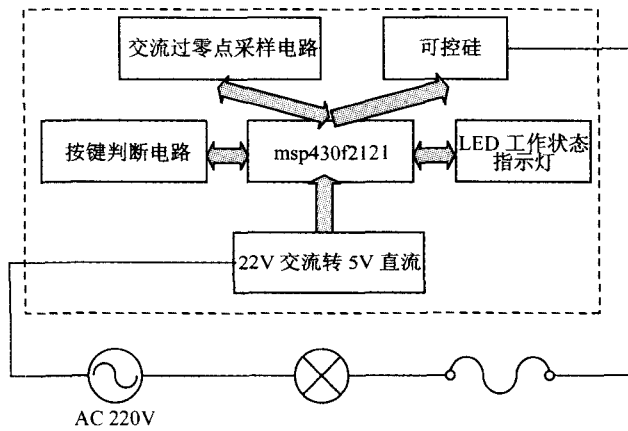


图 1 调光器的硬件结构图

3 系统的硬件结构

3.1 微处理器模块

MSP430F2121 是 TI 公司推出的超低功耗混合信号控制器 MSP430 系列中的 FLASH 型单片机,它具有 16 位 RISC 结构,CPU 中的 16 个寄存器和常数发生器使得 MSP430 微控制器能达到最高的代码效率;灵活的时钟可以使器件达到最低的功率消耗;数字控制的振荡器可以使器件从低功耗模式迅速唤醒,在 $6 \mu\text{s}$ 之内激活到活跃的工作方式。20pin 的 MSP430F2121 具有 16 个可用 IO,可以为调光器提供 3 个按键输入,一个过零外部中断,一个可控硅脉冲输出口和 10 个 LED 状态指示灯。

选用 MSP430 系列低功耗的单片机,既可以减轻电源的发热量,同时电源中的大电容容量也可以减小,从而降低了成本。

3.2 系统电源电路

系统的电源部分主要原理是通过一个 5.1 V 的稳压管控制 Q4 和 Q5 的导通,从而为电容 C3 充电,保持 C3 上的电压稳定在 5 V 左右。

图中 RED 和 VCC 分别串连接入灯的交流回路。由于二极管 D1 的存在,电源只在交流波形正半周的时候工作。当电压波形由负变正的时候,Q4 和 Q5 顺序导通。由于 Q5 上通过电流很大,可以迅速为 C3 充电。D1 是一个 15V 的稳压管,当交流瞬时电压超过 15V 的时候,Q3 就会导通,从而关闭 Q4 和 Q5,停止为 C3 充电。在实际应用中,根据系统的耗电量的不同,可以调整 R9 和 R10 的大小,改变 Q5 上的电流大小,控制 C3 的充电速度;还可以改变 D1 的值,控制电源给 C3 充电脉冲的宽度,从而降低 Q5 上的发热量。在参数恰当的情况下,C3 两端的电压会稳定在 5 V 左右,在交流断电的情况下,C3 还可以支持单片机工作数百 ms。

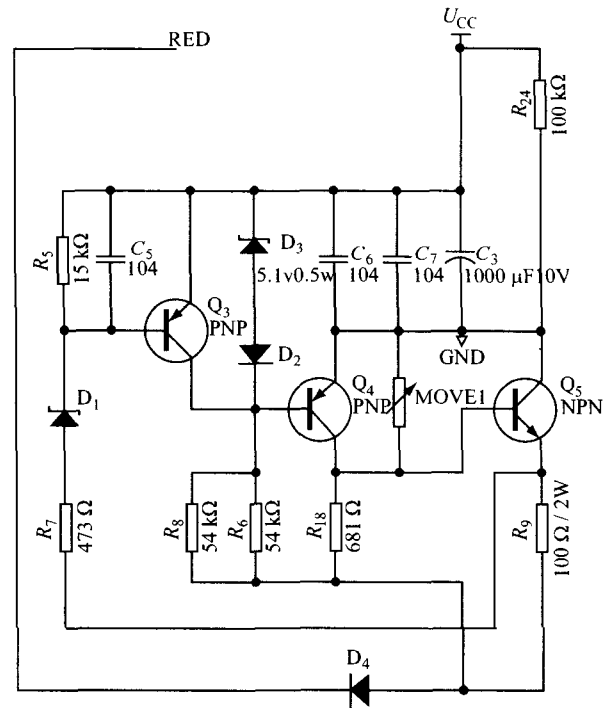


图 2 电源部分原理图

3.3 交流过零点采样电路

过零点采样电路的功能是取得交流波形的过零点,作为单片机的外部中断信号。

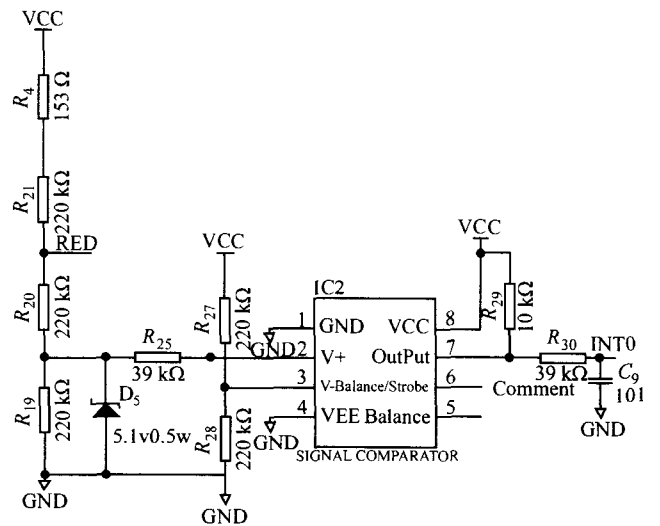


图 3 过零采样部分原理图

在交流正半周并且可控硅不导通的时候,电流从 GND 流向 RED,D5 正向导通,从而比较器 2 脚电压为 0.7 V。

在交流正半周并且可控硅导通时,比较器 2 脚的电压为 5 V 减去可控硅的导通电压并经过电阻分压,为 2.2 V 左右。

在交流负半周且可控硅不导通时,电流从 RED 流向 GND,D5 反向击穿,比较器 2 脚电压为 5.1 V。

在交流负半周并且可控硅导通时,比较器 2 脚的

电压为 5 V 加上可控硅的导通电压并经过电阻分压,为 2.7 V 左右。

把比较器的基准电压设定为 2.5 V,则 7 脚输出的电压波形即为标准的方波,交流正半周为低电平,负半周为高电平。把单片机的一个 IO 口设为上下沿均触发的中断模式,就可得到交流波形的每个过零点。

4 软件编程

4.1 智能调光器的功能

考虑到实际使用中的方便,主要为调光器设计了如下的功能:

调光器共有 19 档灯的亮度,共有 10 个 LED 灯。每两档亮度用一个 LED 灯标识。最大一个亮度用一个 LED 标识。当断电的时候,调光器会记录断电前灯的亮度。当供电恢复时,会自动回到断电前的亮度。

调光器拥有 3 个按键,主要的功能是:①左键:单击变暗一档;长按持续变亮;②右键:单击变亮一档;长按持续变亮;③中键:单击关灯,再单击回到先前亮度;双击自动变到最亮;长按是设定延时时间的长度,放手后当倒计时到零时,逐渐变暗关闭。

4.2 智能调光器主要软件流程

软件中,实现设定好了 19 档延时的长度和相应的 LED 灯的状态,分别用 unsigned char[19] delay 和 unsigned char[19] LED_status 来表示,设定的最大导通角为 75%,全局变量 int ni 表示当前灯的亮度档位, char status 表示当前调光器的工作状态,一共区分了以下 9 种状态。state 0:空闲;state 1:左键按下;state 2:右键按下;state 3:中键按下一次的延时,若 state 为 3 时再次按下中键,则判断为双击;state 4:单击中键灯变暗的过程;state 5:单击中键灯变亮的过程;state 6:双击中键灯变亮的过程;state 7:中键长按;state 8:延时关闭的过程。

按照事先设定的调光器的功能,编写的控制软件的主要流程见图 5。

5 调光器的工作效果

在实际应用中,除了需要保证软件功能和可靠性之外,由于可控硅器件的存在,考虑到实际家庭应用中的安全,还需要解决电路的发热问题。在设计形状、材质合适的散热片之后,需要考虑调光器能够承受的负载大小,从而把器件温度控制在一个合理的范围之内。

实际温度测试中,分别使用 BTA16 和 BTA25 型号的可控硅,把可控硅用铆钉铆在散热片上,安装在塑料壳内,封入墙体进行温度测试,环境温度为 25 ℃。

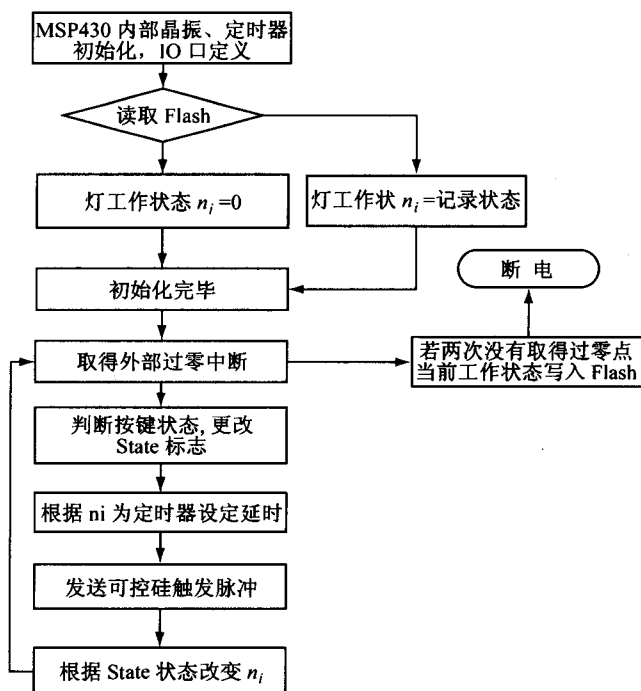


图 5 智能调光器的主要软件流程

表 1 调光器的温度测试结果

可控硅型号	可控硅 温度	PCB 温度	电感 温度	外壳 温度
BTA16	85 ℃	58 ℃	72 ℃	40 ℃
BTA25(600 W 负载)	79 ℃	55 ℃	69 ℃	37 ℃
BTA25(1200 W 负载)	115 ℃	92 ℃	102 ℃	65 ℃

美国 UL 认证对于调光器的工作温度要求是:当负载等效工作功率等于标定的最大负载时,调光器上所有器件的工作温度都不得高于设计时的最高工作温度,同时 PCB 上的温度不得高于 95 ℃。按照此要求,可知在使用 BTA25 的情况下,本设计中的调光器最大负载为 1200 W。

参考文献 (References):

- [1] Texas Instrument. MSP430F21x1 Architecture Summary[Z]. 2007
- [2] Texas Instrument. MSP430x2xx Family User's Guide[Z]. 2007
- [3] Texas Instrument. MSP-FET430 Flash Emulation Tool (FET) User's Guide[Z]. 2007
- [4] 沈建华. MSP430 系列 16 位超低功率单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社. 2001.
- [5] 姜忠良,陈秀云. 温度的测量与控制[M]. 北京:清华大学出版社. 2005.
- [6] 梁廷贵. 遥控电路 可控硅触发电路 语音电路分册[M]. 北京:科学技术文献出版社. 2002.
- [7] 郭锐,吴明光,张玉润. 主从式白炽灯数字调光器的设计[J]. 中国照明电器, 2003(6):15.
- [8] 刘炜,扬春宇. 小康住宅起居室照明设计[J]. 照明工程学报, 2000(6):35-37.