

· 电路与控制 ·

单片机控制太阳能充电控制器

李作文¹, 于海月²

(1. 郑州大学 力学与工程科学学院, 郑州 450001; 2. 长春理工大学 光电工程学院, 长春 130022)

摘要:针对目前太阳能充电控制器对蓄电池的保护不够充分, 蓄电池的寿命缩短这种情况, 研究确定了一种基于单片机 Atmega16 的太阳能充电控制器的方案。本设计使用低功耗、高性能的 Atmega16 单片机作为核心器件对整个电路进行控制。系统硬件电路由太阳能电池充电电路、电压采集和显示电路、单片机控制电路和 RS-485 串口通信电路组成, 主要实现对蓄电池电压的采集和显示。软件部分依据 PWM (pulse width modulation) 脉宽调制控制策略, 编制程序使单片机输出 PWM 控制信号, 控制信号将实现对功率开关器件 MOS 管开通与关断的控制, 从而实现太阳能极板对蓄电池的充电控制^[1]。根据控制器的要求, 编制软件程序, 软件实现蓄电池高效率充电, 使蓄电池不过充、过放, 保护蓄电池, 延长蓄电池使用寿命。

关键词: 充电控制器; 单片机; 蓄电池; PWM

中图分类号: TM912

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2015)-03-0054-04

Solar Charge Controller Based on Single-chip Microcomputer

LI Zuo-wen¹, YU Hai-yue²

(1. Institute of Mechanics and Engineering Science of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Institute of Photo-electronic Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun 130022, China)

Abstract: For the current solar charging controller's insufficient protection to the battery, the battery's life span is shortened, a kind of solar charging controller program based on Atmega16 is researched. Atmega16 with low-power and high performance is used as the core device to control the entire circuit. System hardware circuit consists of solar battery charging circuits, voltage acquisition and display circuits, single-chip microcomputer control and RS-485 serial communication circuits, which mainly realize the acquisition and display of battery voltage. Software is based on pulse width modulation (PWM) strategy, PWM control signal is outputted from single-chip microcomputer through programming. The control of turning on and off for power switching device metal oxide semiconductor (MOS) tube is realized by the control signal so as to control charging battery through solar plate. According to the requirements of the controller, software program is programmed and battery charging efficiency is realized by the software, which makes the battery no in overcharge and over discharge state. So the battery is protected and the service life of the battery is prolonged.

Key words: charging controller; single chip microcomputer; battery; pulse width modulation (PWM)

由于一般太阳能极板输出电压不稳定, 不能直接将太阳能极板应用于负载, 需要将太阳能转变为电能后存储到一定的储能设备^[2]中, 如蓄电池。这样控制器在这个过程中起着枢纽作用, 它控制太阳能

极板对蓄电池的充电, 加快蓄电池的充电速度, 延长蓄电池的使用寿命。同时太阳能充电控制器还控制蓄电池对负载的供电, 保护蓄电池和负载电路, 避免蓄电池发生过放现象。因此控制器具有举足轻重的

项目支撑: 大学生创新创业训练实验项目

收稿日期: 2015-06-03

作者简介: 李作文(1992-), 男, 郑州大学力学与工程科学学院学士, 研究方向为安全工程; 于海月(1992-), 女, 长春理工大学光电工程学院学士, 研究方向为探测制导与控制技术。

作用。针对目前太阳能充电控制器对蓄电池的充电效率不高,蓄电池的寿命缩短这种情况,研究确定了一种基于单片机 Atmega16^[3]的太阳能充电控制器的方案,在太阳能蓄电池的充电方式、控制器的功能要求和实际应用方面做了分析,完成了硬件电路设计、算法研究和软件编制,实现了对蓄电池的科学管理。

1 太阳能充电控制器整体设计

通过对应用实例的分析,更加明确太阳能充电控制器在系统中的重要性和作用,同时依据其功能要求和改进的控制策略,最后确定了整体设计方案^[4]。

太阳能充电控制器以太阳能极板为供电电源,以 Atmega16 单片机^[5]为控制和数据处理核心,负责完成数据的采集、处理、转换、控制和输出显示等。

太阳能充电控制器由单片机、A/D 转换电路、太阳能极板、蓄电池、按键、显示等部分构成,如图 1 所示。

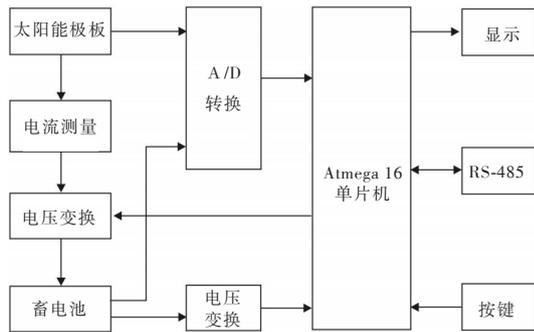


图1 太阳能充电控制器结构框图

其中单片机选择 AVR 公司的 Atmega16,显示采用 12864,电流测量采用 MAX471,电压变换采用单片机控制的 PWM 电压变换方式实现。

2 太阳能充电控制器电路实现

所设计的太阳能充电控制器主要由以下几部分组成:以单片机为核心的主控制器、DC-DC 电压变换电路、电源电路、蓄电池电压检测电路、DAC 变换电路、充电电路、按键和显示电路等,下面分别做一介绍。

2.1 主控芯片电路设计

主控芯片的电路设计主要包括两部分:振荡电

路设计和复位电路设计^[5]。

文中采用内部时钟方式,利用单片机内部的振荡器,然后在引脚 XTAL1(7脚)和 XTAL2(8脚)的两端接上晶振,这样就构成了稳定的自激振荡器,其发出的脉冲直接送入内部时钟电路。外接晶振是,晶振两端的电容选用 22 pF,晶振的频率选用 3.686 MHz。为了更好的保证振荡电路稳定可靠的工作,振荡器和电容应尽可能安装在单片机芯片靠近。

复位时单片机的初始化操作。单片机启动运行时,都需要先复位,其作用是使 CPU 和系统中其他部件处于一个确定的初始状态,并从这个状态开始工作。因而,复位是一个很重要的操作方式。但单片机本身是不能自动进行复位的,必须配合相应的外部电路才能实现。图 2 是单片机时钟振荡和复位电路图。

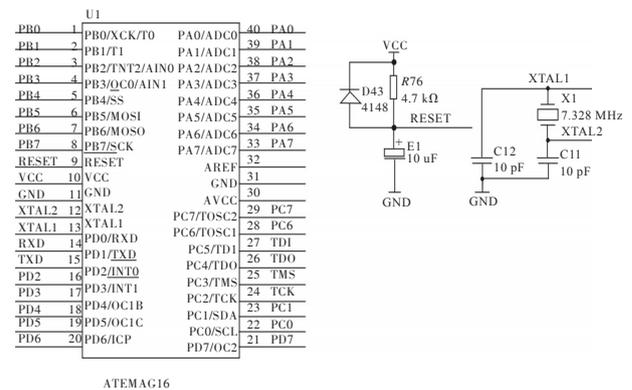


图2 AVR 单片机时钟振荡和复位电路图

单片机 Atmega16 在上电时,复位引脚需要的是一个短暂的低电平,然后一直保持在高电平状态,单片机开始正常工作。

2.2 DC-DC 电压变换电路

太阳能极板产生的不稳定电压可经过 DC-DC 变换,变为蓄电池所需要的可充电电压。DC-DC 变换电路如图 3 所示。

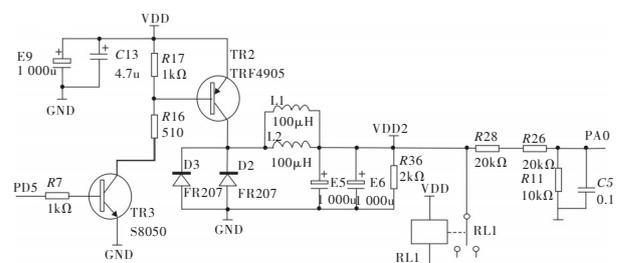


图3 DC-DC 变换电路

2.3 电源电路设计

单片机要正常工作,必须有电源的供电,Atmega16单片机需要5V的供电。唯一的供电来源是太阳能极板,但是由于太阳能极板输出电压的不稳定性以及电压过大会烧坏单片机,所以不能将太阳能极板和单片机直接连接,必须经过一个电源电路将太阳能极板的输出电压^[6]转换成稳定的5V电压后,输出给单片机供电。电源电路如图4所示。

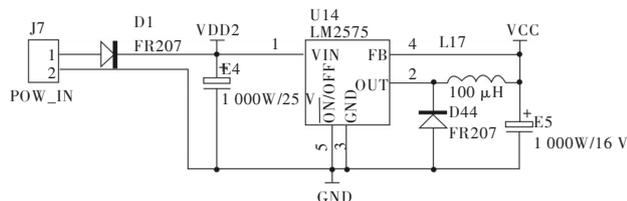


图4 电源电路

在图4中,太阳能极板的正端经过电容的滤波后传送给LM2575芯片,芯片经过快速的内部电压调整后输出5V电压,为了保证送给单片机电压的稳定性,输出电压须再经过电容的滤波。由于大容量的电解电容一般具有一定的电感,对高频及脉冲干扰信号不能有效地滤除,而一些小容量电容则刚刚相反,由于容量小的缘故,对低频信号的阻抗大。所以,为了让低频、高频信号都可以很好的被滤掉,就采用一个大电容再并上一个小电容的方式。常使用的小电容为0.1μF的瓷片电容。

2.4 蓄电池电压检测电路设计

在独立的太阳能应用产品中,蓄电池是整个系统的重要组成部分,对蓄电池的保护至关重要。所以电路中必须设计有蓄电池两端电压的检测电路,来检测蓄电池电压的大小,从而控制器有效地工作。蓄电池电压检测电路如图5所示。

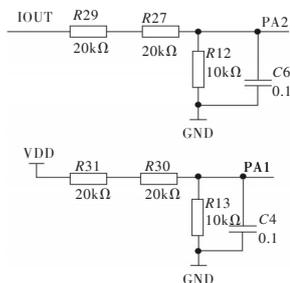


图5 蓄电池电压检测电路

蓄电池采样电路将电路采集到的信息送到A/D转换器,通过单片机的分析,判断当前电池的工作状态。

设蓄电池的正端电压为 U_{BAT+} ,由图6知采样得到的电压 U_{B-OUT} 为

$$U_{B-OUT} = R_{12} / (R_{29} + R_{27} + R_{12}) \times U_{BAT+} = A \times U_{BAT+} \quad (1)$$

式(1)中, A 为常数 $R_{12} / (R_{29} + R_{27} + R_{12})$ 。

DAC变换电路系统通过对 U_{B-OUT} 电压大小的判断,可以实行控制器的充电控制,并可以判断出蓄电池是何种规格,即是6V、12V还是24V蓄电池。

2.5 DAC变换电路

太阳能充电控制器DAC变换电路如图6所示。

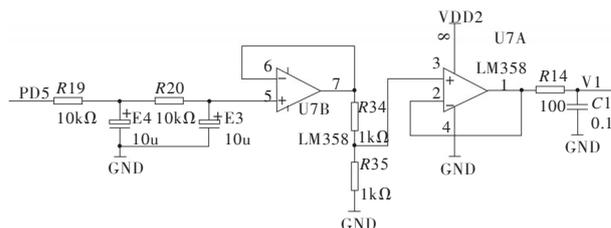


图6 DAC变换电路

2.6 电源检测电路设计

通过电流检测集成芯片MAX471与电压比较器LM311实现了输出电流的检测,如图7所示。

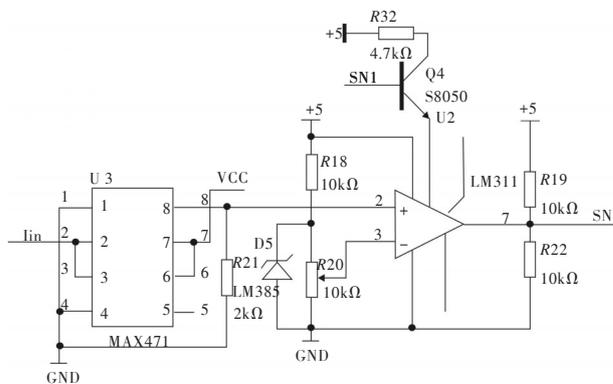


图7 电流检测电路

MAX471所需的供电电压为24V,所能跟踪的电流的变化频率可达到130kHz。MAX471电流传感放大器的独特布局简化了电流监控的设计。其

内置 35 mΩ 精密传感电阻,可测量电流的上下限为 ±3 A。MAX471 通过 2 kΩ 的输出电阻(ROUT)可产生 1 V/A 的转换,因此 ±3 A 时的满度值为 3 V。输出电阻将电流转化为对地电压输出,通过由 LM311 构成的电压比较器实现电流检测,此电压比较器具有过流保护^[7]的作用。

2.7 充电电路实现

在充电模块^[8]设计中,文中采用了功率场效应管,也叫电力场效应晶体管作为充电电路中的开关器件。充电控制电路如图 8 所示。

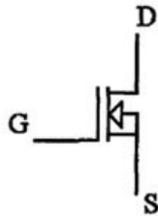


图 8 功率场效应管的电气符号

功率场效应管是所有全控型电力电子器件中工作频率最宽的一种,MOSFET 是一种单极型的电压信号控制型电力电子器件,也就是 MOSFET 的栅极和源极之间的电压满足一定的要求,就可以控制它的通断,并且在控制信号撤除之后即会自行关断,是一种高性能的自关断器件。

2.8 按键显示电路设计

在单片机应用系统中,按键主要有两种形式:直接按键和矩阵编码键盘。设计中采用直接按键形式,即将每个按键都单独接到单片机的一个 I/O 口上,直接按键则通过判断按键端口的电位即可识别按键操作。按键显示电路如图 9 所示。

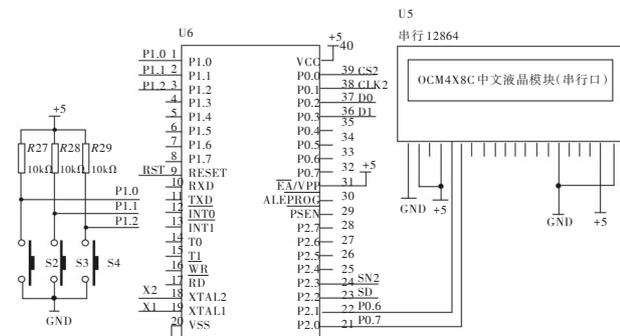


图 9 按键显示电路

3 太阳能充电控制器控制软件

软件设计采用 C 语言实现。受 C 语言模块化编程设计思想的启发,系统软件设计采用模块化设计思路,即整个控制软件由许多独立的子程序(子函数)模块组成,它们之间通过函数调用实现连接。既便于调试、连接,又便于移植、修改。系统软件主要完成蓄电池电压采集转换,PWM^[9]脉冲充电控制,实时 LCD 显示等。包括以下几部分:系统主程序设计、按键处理程序和显示程序。

4 结论

基于太阳能充电控制器要实现的具体功能,论述了基于单片机的太阳能充电控制系统的硬件电路组成及其工作原理,并详细分析了各组成单元电路的性能及其工作原理,完成了充电控制器的硬件电路设计^[10]。控制器以 Atmega16 单片机为主控芯片,在软件程序控制下输出 PWM 控制信号,控制开关 MOS 管的通断,实现太阳能极板对蓄电池的充电控制等。针对太阳能充电控制系统的研究,是对单片机技术、通信技术、电子技术和自动化等专业知识的综合运用。在设计和开发的过程中,紧密结合充电控制器的实际情况,综合了目前一些先进的充电控制策略,为后续研究奠定基础。

参考文献

- [1] 沈维祥.蓄电池和太阳能极板方阵直接耦合的小型光伏系统中电压最佳匹配的方研究[J].太阳能学报,1992,34(4):381-383.
- [2] 陈维,沈辉,邓幼俊.太阳能光伏应用中的储能系统研究[J].蓄电池,2006,32(5):11-26.
- [3] 马潮,占卫前,耿德根.Atmega8 原理及应用手册[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [4] 沈文.AVR 单片机 C 语言开发入门指导[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [5] 丁化成.AVR 单片机应用设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [6] 于海生.微型计算机控制技术[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [7] Allan R Hambley. Electronics[J]. 2nd ed. Prentice Hall Inc. 2000.

(下转第 78 页)

源红外诱饵经过 20 余年的研究与发展,技术已经成熟。作为红外点源诱饵的补充,面源红外诱饵的装备与应用,将进一步增强飞机对抗先进红外制导导弹和红外搜索与跟踪系统的能力。同时,随着多光谱红外成像制导、多模复合制导、弹载信号处理及图像处理技术的深入发展和广泛应用,未来飞机面临的红外制导导弹威胁将进一步加大,作为最常用的自卫干扰措施,红外面源诱饵的功能和使命将被赋予新的内涵,相关新技术也必将得到进一步发展。

参考文献

- [1] 王继光,王敏帅,臧寿洪.国内外面源红外诱饵弹的发展和试验方法研究[J]. 红外,2011,32(10):17-20.
- [2] 张宏宇,林涛,常晓玲.面源红外干扰弹对红外成像制导系统干扰研究[J]. 光电技术应用,2008,23(3):225-29.
- [3] 淦元柳,蒋冲,刘玉杰,等.国外机载红外诱饵技术的发展[J]. 光电技术应用,2013,28(6):16.
- [4] Exothermically formed aluminide coating [P]. U.S. Patent, 5866840.1999.5102700.1992.
- [5] Aqueous masking solution for metal treatment [P]. U.S. Patent, 5262466.1995.
- [6] Pyrophoric materials and method for making the same[P]. U.S. Patent, 5464699.1995.
- [7] 赵非玉,马春孝.机载红外诱饵技术的发展[J]. 舰船电子工程,2012,32(3):21.
- [8] 陈宁,万纯,黄烽,等.面源红外诱饵干扰有效性分析[J]. 航天电子对抗,28(6):38-41.
- [9] 王馨.面源红外诱饵技术特征及材料组分研究[J]. 光电技术应用,2007,22(3):13.
- [10] 刘静梅,官伏安.用热像仪测试面源红外诱饵面积的方法及误差研究[J]. 红外,2009,30(8):33.

(上接第 57 页)

- [8] Robert T Payntner. Introductory Electronic Devices and Circuits[J]. 6th ed. Prentice Hall Inc. 2003.
- [9] 康华光.电子技术基础(模拟部分)[M].4版.北京:高等教育出版社,1999.
- [10] 冯民昌.模拟集成电路系统[M].北京:中国铁道出版社,1998.

(上接第 69 页)

- [2] Lee S B. Origin of variation in switching voltages in threshold-switching phenomena of thin films[J]. Applied Physics Letters, 2013,102(6):063501.
- [3] 陈涛.利用金属氧化法在不同衬底上制备氧化钒薄膜的研究[D].天津:天津大学,2008:1.
- [4] YNDC, XU N K, ZHANG J Y, et al. Vanadium dioxide films with good electrical switching property[J]. J Phys, 1996, D29(4):1051-1057.
- [5] Dumas-Bouchia F. Rf-microwaves witches based on reversible semi-conductor-metal transition of thin films synthesized by pulsed-laser deposition[J]. Applied Physics Letters, 2007,91(22):223505.
- [6] 魏雄邦.退火对氧化钒薄膜成分及热敏性能的影响[J]. 稀有金属材料与工程,2009,38(2):951-953.
- [7] 黄章立.低温相变氧化钒薄膜的制备及性能研究[D].武汉:华中科技大学,2013:19.
- [8] 田雪松.二氧化钒薄膜的退火组分变化及光学特性研究[J]. 激光技术,2005,29(3):332-336.
- [9] 朱和国,王恒志.材料科学研究与测试方法[M].南京:东南大学出版社,2007:81-82.
- [10] SHI Qi-wu, HUANG Wan-xia. Nanostructured VO_2 film with high transparency and enhanced switching ratio in THz range[J]. Applied Physics Letters, 2014,104:10.1063/1.4863408.
- [11] 杨旭.磁控溅射制备氧化钒薄膜[D].西安:西安工业大学,2010:13.
- [12] 杨鑫鑫.高温氢退火还原 V_2O_5 制备二氧化钒薄膜及其性能的研究[J]. 物理学报,2013(22):370-374.
- [13] 孙丹丹.二氧化钒薄膜低温制备及其太赫兹调制特性研究[J]. 物理学报,2013(1):41-46.
- [14] 刘东青.二氧化钒薄膜制备及其热致变色特性研究[D].长沙:国防科学技术大学,2009:52.
- [15] 刁训刚.低发射率薄膜的红外隐身特性研究[J]. 宇航材料工艺,2007,37(5):39-42.