

一种高精度稳压直流充电电路的设计

高伟¹, 施吕蓉²

(1. 芜湖职业技术学院电气工程学院; 2. 芜湖职业技术学院基础部)

摘要:本系统主要采用可调的LM2596T芯片为核心元件进行直流稳压;当输入电压从175V变化到255V,与此同时负载由空载变化到满载的条件下,电压调整率低于0.2%;当输入电压稳定在220V,充电电流从0变化到2A时,最高负载调整率仅为0.4%;采用STM32F103FC8T6单片机控制LCD12864,实时显示充电电压和充电电流,采集电流时用采样电阻两端的电压比电阻实现,电压放大由低噪声运放OP07完成;当充电电压超出设定误差范围(可人为设定),充电电路自动断开并报警,断电后自动保存充电电压和充电电流数值,待恢复后显示该值。

关键词:LM2596T STM32F103FC8T6 LCD12864;负载调整率;电压调整率

中图分类号:TN702 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2018)04-0075-03

Design of a High Precision Direct-current Charging Circuit

GAO Wei¹, SHI Lv-rong²

(1. School of Electrical Engineering;

2. Basic Teaching Department, Wuhu Institute of Technology, Wuhu, Anhui 241000)

Abstract: The system mainly adopts the adjustable LM2596T chip as the core element to carry out the dc stabilizer. When the input voltage varies from 175 V to 255 V, at the same time the load is changed from empty to full load, and the voltage adjustment rate is less than 0.2%. When the input voltage is stable at 220 V and the charging current changes from 0 to 2A, the maximum load adjustment rate is only 0.4%. Using STM32F103FC8T6 microcontroller LCD12864, real-time display shows charging voltage and charging current. The voltage ratio on both ends of the sampling resistance is realized by sampling resistance, voltage amplification is completed by low noise transport OP07. When charging voltage exceeds the range of error (customizable), charging circuit automatically will disconnect and give an alarm. The charging circuit will automatically disconnect and alarm. After power off, the value of charging voltage and current will be automatically saved and displayed after recovery.

Keywords: LM2596T, STM32F103FC8T6, LCD12864, load regulation, voltage regulation

0 引言

在科技日新月异的今天,便携式电子设备,如手机、PDA和蓝牙耳机的广泛运用,对电池的要求也越来越高。锂电池以其体积小、重量轻、容量大、无记忆效应和寿命长等优点在各种便携式电子设备中得到广泛应用。在实际生活中,很多人在使用带有锂电池的设备时,觉得锂电池的寿命很短,用不了多久就会出现无法充电的现象。造成这种无法充电的现象的原因都是充电不当^[1]。由于锂电池对充电器要求非常高,若使用普通充电器对其进行充电,就可能会对其造成损伤甚至损坏。因此,设

计一个安全、稳定、快速且具有智能调节的充电电路具有重要意义。

1 方案设计

1.1 LM2596T芯片

直流充电器看似简单,但要达到稳定的电压和大的电流,并不容易,要达到充电效果只有使用升压模块或者降压模块才能实现,其中最常见就是LM2596T降压芯片。

LM2596系列是德州仪器(TI)生产的最大输出电流3A的降压开关型集成稳压芯片。它内含固定频率振荡器(150kHz)和基准稳压器(1.23V),并具

有功率低、效率高、过热保护和限流保护功能。用该芯片只需极少的外围器件便可构建高效稳压电路^[2]。且该芯片价格便宜,使用普遍,电路简单,容易实现。

1.2 总体方案

本文设计了一个 5 V 直流充电电路,并通过 USB 给负载充电。如图 1 所示:220 V 交流电经稳压电源处理后输出 5 V 直流电压,并经测量/显示系统,实时显示充电电压、充电电流、瞬时功率,最后将 5 V 直流电压加载到负载上。

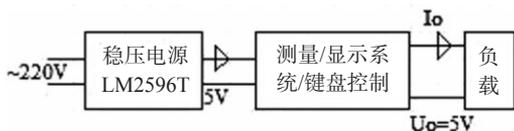


图 1 5 V 直流充电器

2 电路程序与设计

2.1 稳压电源电路

如图 2 所示:首先,220 V 交流电经过变压器的变压,输出 15 V 的电压。然后,经过两路以 LM2596T 芯片为核心元件并以并联方式连接的对称电路,输出充电电压可以精准达到 $U_0=5\text{ V}$,并保持稳定。且充电电流 I_0 从 0 变到 2 A 以上,此时,负载调整率仅为 0.4%。

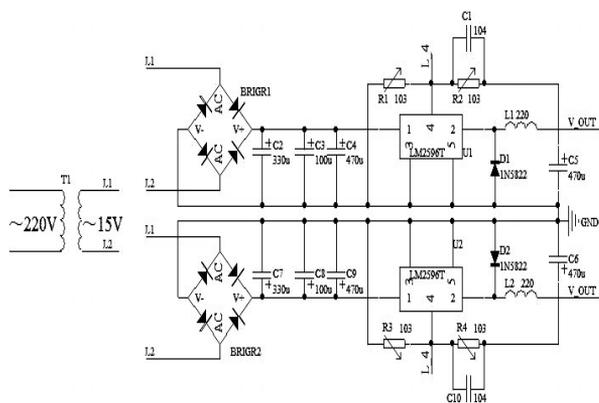


图 2 稳压电源电路

2.2 测量/显示电路

利用 STM32F103FC8T6 片内的 ADC 进行充电电压和充电电流的测量,并显示在 LCD12864 上;同时与设定的电压做比较,如果超过用户通过键盘设定的误差范围,即打开蜂鸣器报警,并同时让继电器断开充电电路;断路后,STM32F103FC8T6 会储存断路时的电压电流数据,并在下次开机时,显示在 LCD12864 上,具体流程,如图 3 所示。

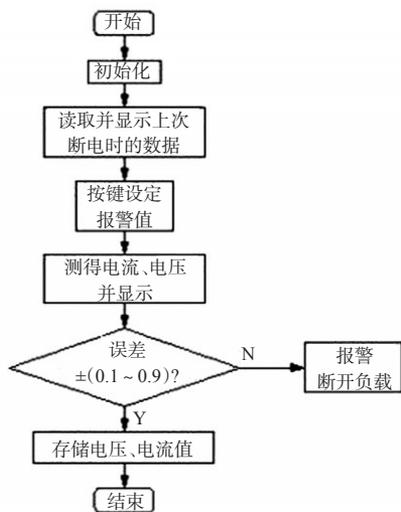


图 3 程序流程图

2.2.1 电流采集电路

采样电阻(50 mΩ)的电压比与电阻相比($I = \frac{U}{R}$),比值即为采集电流的值,如图 4 所示。

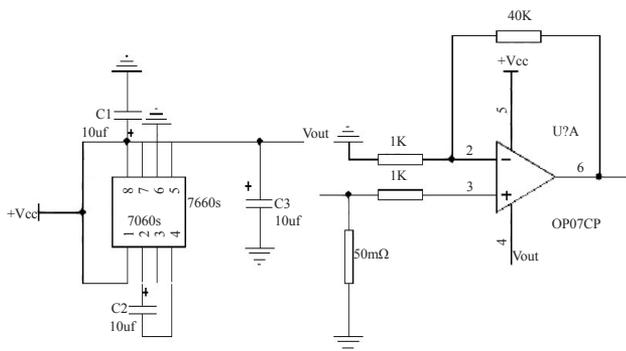


图 4 电流采集电路

为了放大采集电阻两端的电压,采用了低噪声同比例运算电路 OP07。使用 7660S 芯片将 +VCC 转换成 -VCC,从而对运算电路 OP07 进行正负双电源供电。

电压放大倍数 = $\frac{40\text{ K}}{1\text{ K}} = 40$, 电流(A) = $\frac{\text{电压}}{40 \times 50} \times 1000$ 。

2.2.2 电压采集

由于单片机自带 ADC 电压基准和供电电源 VCC 相连,当开关电源输出电压变化时,ADC 的电压基准同样也会发生变化,造成 ADC 无法测量。为计算其他通道的输入电压,需要计算此时的工作电压 VCC,因而需要外部提供一个稳定的参考电压源。电压测量电路如图 5 所示。

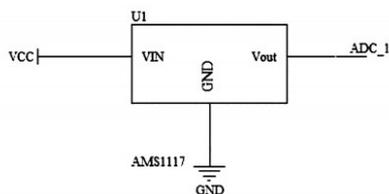


图 5 外部 3.3V 基准电路

由于稳压芯片 AMS1117 可以在 4.1 ~ 6 V 供电的情况下稳定的输出 3.3 V 参考电压,所以外部参考电压源就选择了 3.3 V 稳压芯片 AMS1117。电源电压 VCC 的计算公式如下:

$$\text{参考电压 } 3.3 \text{ V} = \frac{\text{AD采样值} \times \text{VCC}}{210} \quad (10 \text{ 位 AD})$$

2.3 LCD12864 液晶显示

通过单片机将采集来的各项数据转换为字符类型数据,并液晶显示屏 LCD12864 实时显示充电电压、充电电流的值。

3 系统测试

3.1 测试数据

在输入 220 V 交流电,空载情况下,调整电位器,使输出电压稳定, $U_0=5 \text{ V}$ 。

当输入电压从 175 V 变化到 255 V,与此同时负载由空载变化到满载的条件下,电压调整率如表 1 所示。

表 1 电压调整率

| 输入电压/V | 空载充电电压/V | 满载充电电压/V | 电压调整率/% |
|--------|----------|----------|---------|
| 175 | 4.999 | 4.999 | 0.00 |
| 200 | 5.000 | 4.999 | 0.02 |
| 220 | 5.001 | 5.000 | 0.02 |
| 255 | 5.010 | 5.010 | 0.00 |

当输入电压保持在 220 V,充电电流从 0 变化到 2 A 时,负载调整率如表 2 所示。

3.2 断电测试

通过键盘输入来设定输出电压值,若其值超出误差范围 $5 \text{ V} \pm (0.1 \sim 0.9)$ 时,即打开蜂鸣器报警,并同时让继电器断开负载,而 STM32F103FC8T6 会储存断路时的电压电流数据,并在下次开机时,首先显示在 LCD12864 上。

参考文献:

- [1] 肖飞,杨照岩. 延长锂电池寿命的充电方法[J]. 科技信息,2015(1):302.
- [2] 杨述武. 普通物理基础(电磁学部分)[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [3] 李露露,雍静,梁仕斌,等. 民用低压直流供电系统保护综述[J]. 电工技术学报,2015,30(22):133-143.
- [4] 李冶,陈赫,汪东洋,等. 智能锂电池充电器设计[J]. 长春邮电学院学报,2012,(3):256-260.
- [5] 张金龙,夏超英. 双向无损蓄电池均衡系统的设计与实现[J]. 电工电能新技术,2012,31(2):15-18,92.

表 2 负载变化表

| 充电电流/A | 充电电压/V | 负载调整率/% |
|--------|--------|---------|
| 0 | 5 | 0 |
| 0.5 | 4.999 | 0.02 |
| 1 | 4.997 | 0.15 |
| 1.5 | 4.995 | 0.25 |
| 2 | 4.992 | 0.4 |

3.3 结果分析

通过测试,得出以下结果:

(1)当输入电压从 175 V 变化到 255 V,与此同时负载由空载变化到满载的条件下,电压调整率低于 0.2%;

(2)当充电电流从 0 变化到 2 A 时,最高负载调整率仅为 0.4%;

(3)采用 STM32F103FC8T6 单片机控制 LCD12864,可实时显示充电电压和充电电流的值,并能同步了解充电电路的工作情况;

(4)当输出电压超出误差范围时,电路能自动断开负载,打开蜂鸣器报警,而 STM32F103FC8T6 会储存断路时的电压和电流数据,并在下次开机时显示在 LCD12864 上。

4 结语

本文设计了一种直流充电电路,该电路以可调的 LM2596T 芯片为核心元件,电压输出稳定,具有非常低的电压调整率和负载调整率,并且能直接显示充电电路的实时工作情况,在输出电压异常的情况下可自动断开负载并报警,起到了保护锂电池、延长其使用寿命的作用。在实际应用中,该电路结构简单,精度高,稳定性强,表现良好,具有一定的实用价值。

(责任编辑:曲继鹏)