

基于 tms320f28027 的双向 DC-DC 变换器制作

文/黄要然

摘要

本文主要探讨用于电池储能的双向 DC-DC 变换器, 实现电池的充放电过程。此变换器具备升降压双向变换功能, 能量能从直流稳压电源流入电池组中, 同时也能从电池组经过同样的结构输出值负载。其结构包括双向 DCDC 主拓扑, 电流电压检测电路, 基于 IR2104 的驱动电路, 以及 DSP 接受电流电压反馈并进行 PI 计算后输出相应自带死区的 PWM 信号的控制电路。依据设计方案制作了样机, 实验结果证明样机能实现电池充放电, 满足设计指标要求。

【关键词】双向 DCDC PI 控制 DSP

1 DC-DC变换器的总体结构

本文设计了一个基于数字信号系统的双向 DC-DC 变换器电源, 它有两个端口, 一端接锂电池, 另一端可接直流稳压电源或者负载, 当另一端接 30~40V 电源时, 可使锂电池端恒流充电充至 24V 停止, 当另一端是负载时, 可切换 DSP 的工作模式, 使锂电池端变为供电端, 开始给负载以 30V 恒压供电。

该双向 DC-DC 变换器包括 BUCK/BOOST 主电路、测量电路、控制电路、驱动电路、辅助电源电路、保护电路等部分。测量电路包括电流电压采样; 采用单片机控制电路; 由 IR2110 驱动开关导通关断; 保护电路是 16850 锂电池的过充保护。

2 双向DC-DC变换器主电路设计

如图 1 所示, 在此拓扑中, 当我们从左往右看, 这是一个升压拓扑。当我们从右往左看, 这是一个降压拓扑。令锂电池端为 U1, 另一端为 U2, 我们可以认为:

$$\text{BOOST 电路: } U_{\text{OUT}} = D \cdot U_{\text{IN}}$$

$$\text{BUCK 电路: } U_{\text{IN}} = (1-D) \cdot U_{\text{OUT}}$$

器件选择:

2.1 升降压电感的选择

$$L \geq \max[U_s \cdot D(1-D) / f_s \cdot I_{\text{max}}] \approx 220 \mu\text{H}$$

2.2 升降压电容的选择

电容需滤除电路中的谐波分量并且电容工作频率较高, 选择的电容 C 要足够大。因此选用大容量 4700 μF 铝电解电容。

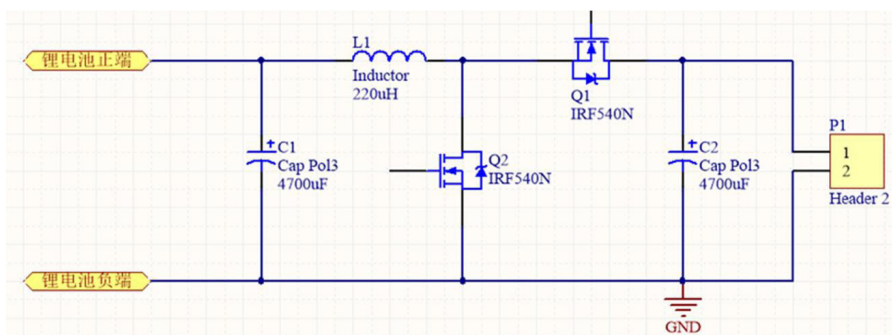


图 1: BUCK/BOOST 双向变换器电路

2.3 MOSFET选择

电路中 MOSFET 承受的峰值电压为 38V, 考虑 2-3 倍的电压裕量, 开关管的额定电压至少为 76V。

电路上的最大平均电流为 2A, 考虑到 MOSFET 所承受的峰值电流和 2-3 倍的电流裕量, 开关管的额定电流至少为 5A。

3 驱动电路设计

采用经典 IR2104 的典型应用电路。

驱动电路采用 IR2104 芯片, 其目的在于可将单片机输入的 PWM 信号分成两路互补的 PWM 信号, 并根据芯片工作电压 12V 将 PWM 波放大至高电平 12V 低电平 0V, 使 MOS 管导通关断。

4 控制电路设计

使用 C2000 F28027 单片机采集输出电压电流信号, 经过 PI 调节计算出每一瞬时的占空比, 修改 CMPA 的数值, 经过 HIN 端口输出单路 PWM 波形到驱动电路, 由驱动电路进行部分反向, PWM1, PWM2 端口输出两路互补并且有死区控制的两路 PWM 波, 并分别到两个 MOS 管上, 对电路进行控制。

5 测量电路设计

5.1 检流模块

此模块用两个 INA282 芯片分别检测电流, 它可将检测到的 IN+ 和 IN- 之间的电压放大 50 倍输出, 所以利用单片机的 ADC 模块检测 INA282 的输出电压即可计算出实际电流值。

5.2 检压模块

F28027 单片机最大检测电流为 3.3V, 电路输入端最大电压约为 38V, 使用 10k 和 120k 的电阻串联, 通过单片机串口检测 10k 电阻两端电压大小, 将测量值乘以 13 倍则得到输入端电压。

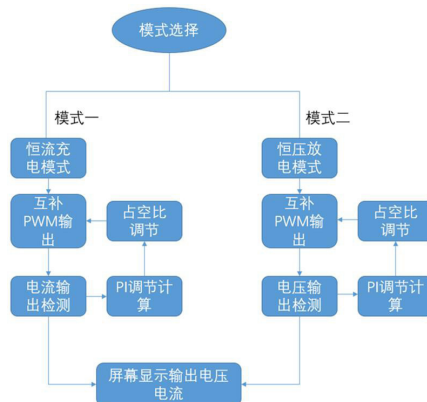


图 2: 主程序流程图

输出端最大电压 36V, 使用 100k 和 10k 电阻串联, 通过单片机串口检测 10k 电阻两端电压大小, 将测量值乘以 11 倍则得到输出端电压。

6 PI调节

本文的设计方案中 m 调制比为控制量。对于 PID 调节:

$$m(k) = K_p e(k) + K_i \sum_{i=0}^k e(i) + K_d [e(k) - e(k-1)]$$

其中 e(k) 是输出电压与设定的电压的偏差。

K_p 能迅速反应误差从而减少误差; K_i 适用于积分控制, 用于消除误差; K_d 可以减少超调量, 克服振荡, 使系统稳定性提高, 加快系统的动态响应速度, 减少调整时间。

本文中仅采用 PI 调节, 即 K_d 为 0。

7 控制系统软件设计

主程序流程图如图 2 所示。

8 PCB印刷电路板设计

尽量满足整块电路板重量轻便要求, 电阻电容采用 0805 贴片封装, 一部分芯片采用贴

<< 下转 101 页

电子仪器仪表设备计量管理与维修

文/熊学敏

摘要

本文详细描述了我国电子仪器仪表行业的发展情况,并进一步分析了电子仪器仪表设备管理维修的必要性,和相关措施,希望能提高我国电子仪器仪表设备管理质量,提高维修实效性。

【关键词】电子仪器仪表 设备 计量管理 维修

社会经济的发展,使得电子仪器仪表也在不同的生产生活区域得以扩大,并得到广泛的认可。为了更好的促进电子仪器仪表行业发展,需提升计量准确性和安全性,对其展开科学管理和维修,从而加强我国电子仪器仪表应有的核心竞争力。在发展过程中,计量仪器仪表逐渐迈向多元化发展道路,各个方面的技术也得以提升,出现了大疲劳计量设备,为企业提供了方便。全方位发挥在市场中的积极作用,取得更多的支持。

1 电子仪器仪表发展情况

在我国,电子仪器仪表发展较为滞后,不管是站在测量技术方面,还是计量精度方面,都具有约束性。随着种类少、外形没有创新等问题的出现,产质量和稳定性与世界相比较,存在较为明显的差距。加之我国电子仪器仪表发展落后,研究力度较小,生产企业对经营中的产品质量提高不重视。所以,我国电子仪器仪表生产合理率一直都不高,维修方面也非常高,这都制约了我国电子仪器仪表发展。

2 增强电子仪器仪表设备管理维修的必要性

当前,我国电子仪器仪表技术在慢慢发展,然而,和国际先进水平相比较,电子仪器仪表技术依然在较低的发展水平。部分计量仪器在测量精度上需进一步提升。仪器种类较少,仪器设备外观在美观度上不充足。此外,我国计量仪器在精确和稳定性方面都滞后于国际水平。因此,发展计量仪器时,应更好的提升仪器仪表精确性,使其可以稳定发展。从整体分

析我国电子仪器仪表发展特点,可以了解到,我国计量仪器发展速度相对较慢,研究开发技术需进一步提升,在工艺研究方面依然处在低水平。对于仪器基础用件和普通用件,都会存在质量不高的问题。另外,基于当前对电子仪器仪表发展投入较少,需提高重视度,由于未能形成优良的管理模式,造成电子仪器仪表质量得不到提升,维修率上非常高,对电子产业高速发展没有任何帮助。

3 增加电子仪器仪表设备管理维修措施

3.1 加强仪器计量流程管理

从整体分析仪器计量管理,可以进一步了解到,计量仪器设备在维修管理上涵盖如下内容:

- (1) 科学有效的选择计量设备,实施科学化选择。
- (2) 对计量设备详细的型号实施科学选择,将采购工作做完善。
- (3) 对计量设备实施规范化的入库验收,

<< 上接 100 页

片封装,不可更换的大容量电容和电感占据大部分重量。本电路板采用双面板设计,并区分数字地与模拟地,尽量采用单点接地减小回路面积,避免产生干扰引起误差,出现尖峰电压。

9 测试结果

电池储能装置结构框图如图 3 所示。

能实现:

接通 S_1 、 S_3 , 断开 S_2

(1) $U_2=30V$ 条件下,实现对电池恒流充电。充电电流 I_1 在 1-2A 范围内步进可调。

(2) 设定 $I_1=2A$,调整直流稳压电源输出电压,使 U_2 在 24-36V 范围内变化时,充电电流 I_1 的变化率不大于 1%。

断开 S_1 、接通 S_2

保持 $U_2=30V$,此时变化器效率 η 大于 95%。

接通 S_1 、 S_2 , 断开 S_3

调整直流稳压电源输出电压,使 U_s 在 32-38V 范围内变化时,双向 DCDC 电路能够自动转换工作模式并保持 $U_2=30V$ 。

10 结语

本文设计的双向 DCDC 变换器主要包含

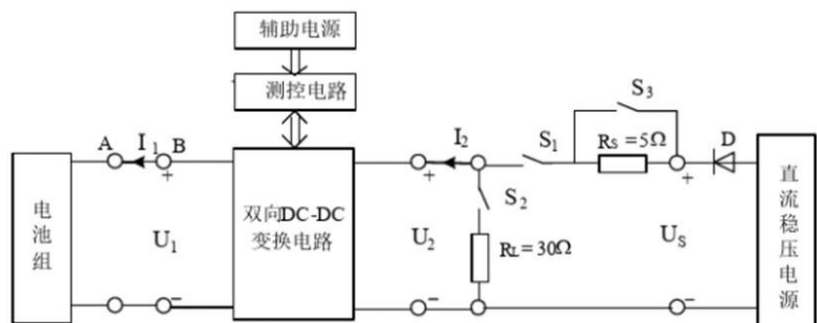


图 3: 电池储能装置结构框图

包括 BUCK/BOOST 主电路、测量电路、控制电路、驱动电路、辅助电源电路、PWM 控制策略、PI 调节算法。整机系统测试结果证实了本文设计方案的有效性,样机在输出电压波形、输出电压稳定精度均能达到设计指标。

参考文献

- [1] 周鹏飞. 基于 DSP 的数字逆变电源研究 [D]. 安徽工程大学, 2015.
- [2] 宋伟. 基于 DSP 的单相逆变器并联控制技术 [D]. 西南交通大学, 2010.
- [3] 杨金辉. 数字化 PWM 逆变系统控制关键技术

术研究及其应用 [D]. 湖南大学, 2010.

- [4] 程星. 基于 tms320f28027 的逆变电源设计 [D]. 厦门大学, 2018.

作者简介

黄要然 (1998-), 男, 福建省厦门市人。大学本科学历。研究方向为开关电源电路、微电子。

作者单位

厦门大学 福建省厦门市 361000