

基于 DSP的双向 DC/DC变换器控制系统的设计

李 骥¹,李 军²

(1. 孝感学院 计科系,湖北 孝感 432900; 2 上海大众汽车有限公司 产品工程部电器科,上海 201805)

摘要: 介绍一种采用 DSP芯片 TMS320LF2812实现双向 DC/DC变换器控制系统的设计,给出了控制系统的整体设计结构框图,硬件设计及软件设计流程。

关键词: 双向 DC/DC;变换器;DSP

中图分类号: TP212

文献标识码: B

文章编号: 1006 - 2394(2009)09 - 0068 - 02

Design of Control System of Bi-directional DC/DC Converter Based on DSP

LI Ji¹, LI Jun²

(1. Computer Science Department, Xiaogan College, Xiaogan 432900, China;

2 Shanghai Volkswagen Co., Ltd, Product Engineering Appliance, Shanghai 201805, China)

Abstract: A bi-directional DC/DC constant current converter is designed with the DSP TMS320F2812 chip. The whole structure diagram of the control system is introduced. The main circuit, control circuit, drive and measure circuit and the software are all designed. Experiment results show that the current control performance of the proposed approach is satisfactory.

Key words: bi-directional DC/DC; converter; DSP

1 控制系统的整体设计

双向 DC/DC变换器控制系统的设计包括控制主电路的硬件设计与控制器的软件设计。硬件设计包括控制器电路、采样电路、隔离驱动电路、保护电路及辅助电源电路等设计,软件设计包括系统的程序结构以及流程。控制系统总体结构图如图 1所示。

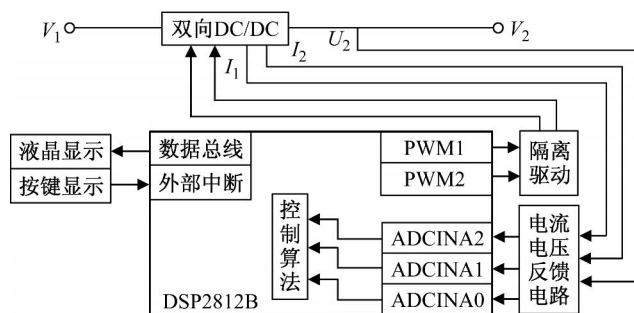


图 1 控制系统总体结构图

2 控制系统硬件设计

2.1 TMS320F2812 DSP 芯片介绍

TMS320F2812 DSP 是美国 TI 公司推出的数字信号处理器,该芯片是基于 TMS320C2XX 内核的定点数字信号处理。与 F24X 系列数字信号处理器相比,该处理器

提高了运算的精度(32位)和系统的处理能力(达到 150MIPS)。该系列数字信号处理器还集成了 128KB 的 Flash 存储器,4KB 的引导 ROM,数学运算表以及 2KB 的 OTP ROM,从而大大改善了应用的灵活性。2 个事件管理器模块 EVA 和 EVB 为电机及功率变换控制提供了良好的控制功能。每个事件管理器模块包括:定时器、比较器、捕捉单元、PWM 逻辑电路、正交编码脉冲电路以及中断逻辑电路等。16 通道性能 12 位 ADC 单元提供了 2 个采样保持电路,可以实现双通道信号同步采样。

2.2 采样电路设计

采样电路需采集的量有:蓄电池充电电流 I_1 ,蓄电池放电电流 I_2 ,蓄电池组的端电压 U_2 。电流采集采用电流互感器,电压采集采用霍尔电压传感器。电路图如图 2 所示。

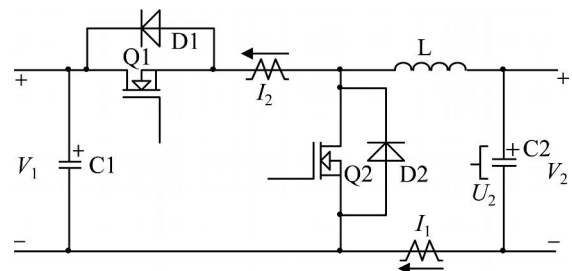


图 2 电流电压采样电路图

收稿日期: 2009 - 03

作者简介: 李骥(1978—),男,助教,主要从事嵌入式控制方面的研究。

2.3 隔离驱动电路设计

本装置的驱动要求有:

- (1) DSP刚上电或者复位时,输出高阻,相当于高电平,需要在外部加上反逻辑电路,以免烧毁器件;
- (2) 需要隔离驱动;
- (3) 能够精确控制。

隔离驱动电路采用 6N137 来实现,具体的连接电路如图 3 所示。

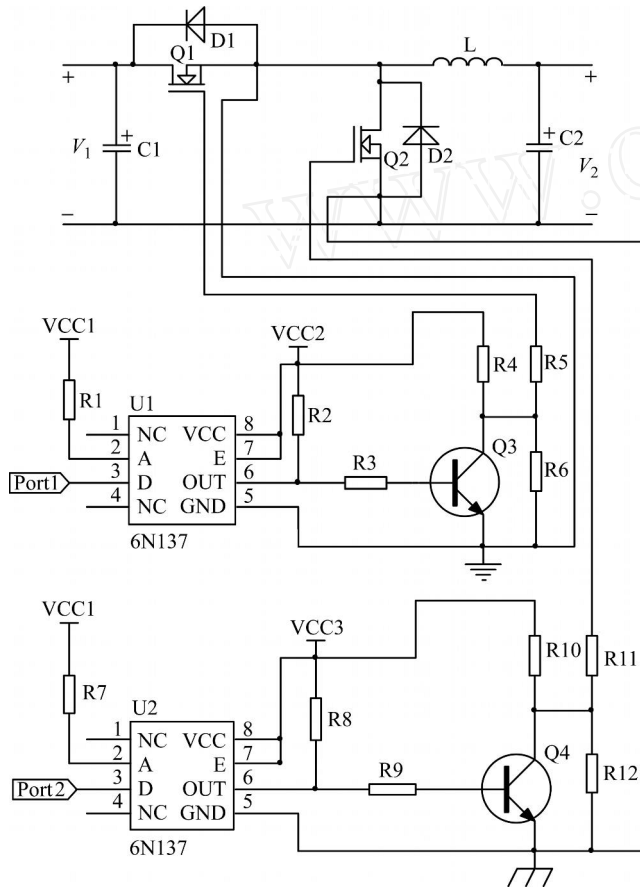


图 3 隔离驱动电路

3 系统软件设计

3.1 系统程序结构

DSP2812 的执行速度达到了 150MIPS,与指令运算功能相配合,很容易实现各种控制算法。由于系统集成了很多外围设备,大大降低了系统的生产成本,提高了系统的工作效率。

系统的软件主要包括主程序和中断子程序。主程序主要负责:

(1) 系统的初始化。初始化的过程主要包括对程序中定义的各种变量的初始赋值和对系统中各种外围设备的初始化,包括 DPS 核心、输入输出接口、模数转换模块、CAN 通信模块和定时器模块。

(2) 向上位机发送变换器的状态信息。主程序

的另一个功能就是通过 CAN 总线,将变换器的状态信息发送给上位机,其中包括变换器的运行状态、电感电流值、输出电压值以及可能发生的各种错误,使上位机可以实时地监控变换器的运行状态。

中断子程序包括定时器中断子程序和故障中断子程序。

定时器中断子程序负责:

(1) 程序中各种事件的定时操作。通过对定时器中断操作的计数可以实现程序中其他事件的定时操作。

(2) 接收上位机发送的控制信息。上位机根据需要实时地向变换器发出控制指令,定时器中断子程序通过读取相应寄存器中的状态位以确定是否收到了上位机的控制信息,并对控制指令加以响应。

(3) 读取采样值,根据算法计算开关元件的占空比。定时器中断子程序中读取电压电流的 AD 采样值,经过数字滤波后,进行 PD 运算,并将经过限幅后的占空比信号,输出给开关元件。

故障中断子程序负责判断故障的种类,并通过点亮发光二极管来显示变换器的故障。

3.2 软件流程

主程序流程图如图 4 所示,DSP2812 上电后,主程序即从头开始执行。首先关闭中断位,屏蔽所有中断,初始化 CPU,设置时钟频率,初始化中断向量,然后初始化各种外设以及对 I/O 端口进行初始化设置。完成初始化设置之后,DSP2812 的各个模块开始正常工作。使能 TMER0 定时器周期中断,打开中断屏蔽位,接下来进入系统主循环程序。在主循环程序运行中,如果 TMER0 定时周期到,会暂停当前主循环运行的程序,响应 TMER0 定时器中断子程序,在运行完定时器中断子程序后,再回到主循环继续运行下面的程序。

中断处理程序流程图如图 5 所示。中断处理程序每 500 μ s 运行一次,是控制软件的核心部分;程序也采用模块化设计,在流程上比较简洁。进入该中断后,首先运行 A/D 转换及数字滤波子程序,对直流电压、直流电流等模拟信号进行 A/D 转换和数字滤波;其次运行系统故障检测及处理子程序,该程序完成变换器的实时故障检测,以及发生故障后系统的保护动作等功能;接下来是运行控制子程序,运行控制子程序对输出电压、输出电流的给定值进行给定积分,得到当前输出电压、输出电流的实际给定值,实现系统的启动功能;然后运行输出电压环和输出电流环的 PI 调节子程序,根据当前输出电压、输出电流的实际给定值及经过 A/D 转换和数字滤波得到的反馈值进行数字 PI 调节运算,PI 调节器的输出结果,作为输出 PWM 波形的控制

(下转第 78 页)

电路中使用 R1 和 C1 进行阻抗匹配和滤除交流杂波以降低干扰信号; D1 和 D2 用来限压, 防止反偏电压过高损坏运放, 还可限制输入的正向信号过高造成运放放大饱和; R4 和 R3 来确定输入的小信号放大倍数, 因为运放 A 输入信号的阻抗非常低, 应该选择合适的 R3 的值对运放的阻抗进行匹配; 运放 A 的放大倍数可以近似的计算为 R4 与 R3 的比值。运放 B 作为一级跟随器, 可以避免输出阻抗和输出电流对运放 A 的干扰; 运放 B 输出的信号通过 W1 和 R6 构成的分压电路可以精确的调校电表的指示, R6 的值应当和电表的内阻相匹配。SW 1A 和 SW 1B 是一个双组 2 档的拨动开关, 用来切换信号给电表。

当设备处于放电状态的时候, 电流很大, 电流采样的分流器上得到的信号也比较大, 通过 SW 1 开关直接切换到无放大倍数上显示; 运放 A 工作在反偏状态

下, 输出无信号, 就算是 SW 1 开关未正确选择, B 运放也是无信号输出的, 这样电流表也会无指示。当设备工作在充电状态的时候, 充电电流与放电电流相反, 运放 A 得到正向的信号, 整个线路开始工作, SW 1 切换到放大信号指示下, 电表可以同样以满偏刻度显示最大的充电电流, 这样电流的显示精度就得到了保证。在这里表的刻度盘应注明倍率, 或者做成双刻度如 15A 和 200A, 这样读数方便精度也有保证。

2 结束语

这是一个可以在 EPS、UPS、逆变器备用电源系统和蓄电池检测设备中广泛应用的实用方案, 用最低的成本达到了最好的效果, 有着成本低廉、灵敏度高、使用寿命长等显著的优点。

(许雪军编发)

(上接第 69 页)

信号; 最后再把该信号经过运算转化为占空比并加载到比较寄存器中, 产生系统控制所需的 PWM 波形。

4 总结

本文提出了系统的总体控制框图, 并对控制系统硬件和软件进行了分析与设计, 包括 DSP2812B 的芯片介绍、采样电路、驱动电路的设计; 同时还对系统的程序结构, 信号的采集作了细致地描述, 并给出了软件流程图。

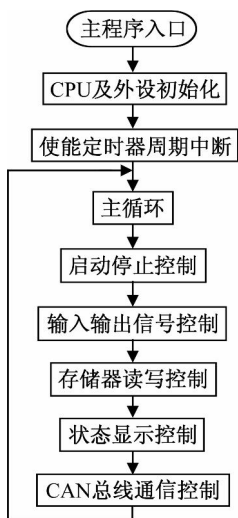


图 4 主程序流程图

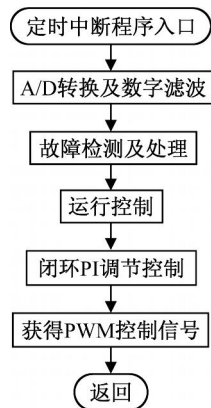


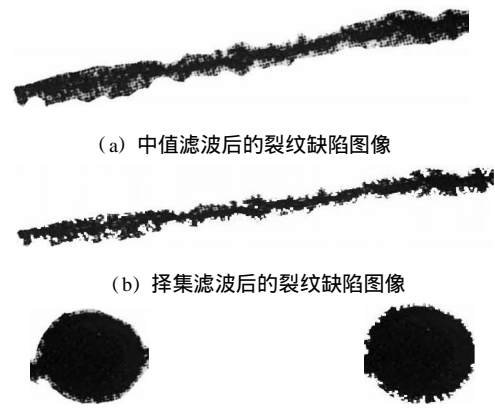
图 5 中断程序流程图

参考文献:

[1] 严仰光. 双向直流变换器 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2004.
 [2] 李军. 双向直流变换系统能量转移控制研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
 (许雪军编发)

(上接第 71 页)

其裂纹边缘不清晰, 缺陷类型较难识别, 如图 2 (a) 和 (c) 所示; 采用择集滤波后, 缺陷图像如图 2 (b) 和 (d) 所示。显然, 采用择集滤波后, 缺陷图像清晰度大大提高, 特别是缺陷边缘更为细密, 极大地方便了缺陷类型的识别。通过识别图 2 (b) 和 (d) 择集滤波后的缺陷图像, 可以识别其为裂纹缺陷和腐蚀缺陷; 因此, 采用择集滤波可以有效地实现缺陷类型的识别。



(a) 中值滤波后的裂纹缺陷图像 (b) 择集滤波后的裂纹缺陷图像 (c) 中值滤波后的腐蚀缺陷图像 (d) 择集滤波后的腐蚀缺陷图像

图 2

参考文献:

[1] 陈先中, 李芸芸. 基于巨磁阻抗效应的微磁传感器研制 [J]. 传感技术学报, 2007 (12).
 [2] 徐章遂, 徐英. 裂纹漏磁定量检测原理与应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
 [3] 徐章遂, 马爱文, 马春庭. 基于模糊模式识别的漏磁裂纹定量分析 [J]. 中国机械工程, 1998 (6).
 [4] 徐章遂, 房立清. 基于模糊聚类分析的奇异谱谱型分类 [J]. 火炮发射与控制学报, 1998 (4). (郁菁编发)