

文章编号: 1674-8085(2018)02-0040-04

基于巨磁阻传感器的电源逆变器过流保护电路设计

*廖 萍, 孔翠香, 杨建平

(井冈山大学电子与信息工程学院, 江西, 吉安 343009)

摘 要: 针对电源逆变器中的过流保护问题, 设计了由巨磁阻传感器组成的电源逆变器过流保护电路系统, 该系统采用巨磁阻传感器实时采集电源电流, 巨磁阻传感器根据电磁感应原理, 将交变电流转换为相应的电压信号。通过监控电路实现电压信号的放大和处理, DSP 和开关控制电路用来实现电路的开通与关断。实验结果表明该电路可以实现过流保护功能, 并且可靠性好、灵敏度高。

关键词: 巨磁阻传感器; 过流保护; 逆变器; 开关电源; DSP

中图分类号: TN86

文献标识码: B

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2018.02.007

DESIGN OF POWER INTERVER OVER-CURRENT PROTECTION CIRCUIT BASED ON GIANT MAGNETORESISTANCE SENSOR

* LIAO Ping, KONG Cui-xiang, YANG Jian-ping

(School of Electronics and Information Engineering, Jinggangshan University, Ji'an, Jiangxi 343009, China;)

Abstract: Aiming at the over-current protection circuit problem in the power supply inverter, this paper designs a power supply inverter over current protection circuit system composed of giant magneto resistive sensor, which uses giant magneto resistive sensor to collect the power current in real time, and the giant magneto resistive sensor converts the alternating current to the response voltage signal according to the electromagnetic induction principle. Through the monitoring circuit to realize the amplification and processing of voltage signal, DSP and switch control circuit is used to realize the opening and closing of the circuit. The experimental results show that the circuit can realize the over-current protection function, and has good reliability and high sensitivity.

Key words: giant magneto resistance sensor; over-current protection; interver; switching power supply; DSP

0 引言

开关电源作为电子产品的供电设备, 不但其技术指标要满足供电设备正常工作的要求, 其自身的过流保护措施也非常重要。为了提高开关电源的稳定性及可靠性, 使其能在突发状况下稳定可靠地工作, 需要设计合理的过流保护电路^[1-2]。要实现过流保护, 首要的问题是实时检测电流并可靠保护。

目前开关电源的电流检测和过流保护电路还停留在电阻取样^[3]方式, 通过电阻器取样分流, 在电阻取样过程中产生较大的功率损耗, 并且有输入和输出非隔离^[4]等缺点。开关电源中被检测的电流既有直流电, 也有交流信号^[5], 电流互感器实现电流检测和过流保护存在只能检测交流电流信号、体积大、价格昂贵、测量频率比较低、电路反应时间长等缺点。磁性传感器广泛地应用于电流测量和保护电路, 因为他们是非侵入性^[6-8]的, 并提供电流隔离。

收稿日期: 2017-10-09; 修改日期: 2018-01-30

基金项目: 吉安市科技支撑项目(吉市科计字[2014]36号5)

作者简介: *廖萍(1978-), 男, 湖南衡阳人, 讲师, 硕士, 主要从事计算机应用, 计算机网络, 传感器应用的研究(E-mail: jxjgsliaoping@163.com); 孔翠香(1978-), 女, 陕西渭南人, 讲师, 硕士, 主要从事图像处理, 传感器应用的研究(E-mail: 1378286296@qq.com); 杨建平(1970-), 男, 江西新干人, 副教授, 硕士, 主要从事信号处理, 小波变换的研究(E-mail: yangjp9273@163.com)。

当前用于直流稳压电源电流检测和过流保护的磁性传感器主要是霍尔传感器^[9]。文献[10]用LEM电流传感器实现开关电源的电流检测和保护。霍尔传感器可以实现大量程的电流检测，测量精度较高，但由于受温度和外界磁场影响比较大，进而限制了其应用。随着磁电子学的发展，一种基于各向异性磁电阻(AMR)效应材料制成的磁阻式传感器已经被应用于电流检测，由于AMR电磁阻率变化低，在检测微弱磁场时受到限制。最近纳米级的薄层膜被实现，发现了一种新的巨磁阻^[11](GMR)效应。因为巨磁阻效应跟传统的磁电阻效应相比具有很大的优点，具有温度漂移低，信号动态性能好，灵敏度高，频率响应快等特性。巨磁阻传感器同样又是巨磁阻效应一个非常重要的应用领域，因此巨磁阻传感器应用领域非常广泛。巨磁阻传感器可以应用在电流检测、位移检测^[12]以及漏磁检测^[13]。巨磁阻传感器与AMR传感器及霍尔传感器的比较^[14]如表1所示。文献[15]采用巨磁阻传感器完成电流检测和保护。

表1 GMR、AMR 以及 HALL 传感器比较表
Table 1 The comparison tables of GMR,AMR and HALL sensor

传感器	物理尺寸	信号范围	灵敏度	功耗	价格	温度稳定性
GMR	小	大	高	低	低	高
HALL	小	小	低	低	低	低
AMR	大	中	高	高	高	中

本文给出了一种改进的巨磁阻传感器实现过流电流保护电路系统设计，巨磁阻传感器实时采集电源电流，由 DSP 计算实现闭环控制。

1 开关电源过流保护电路的设计

1.1 过流保护电路的总体设计

开关电源过流保护电路系统主要包括巨磁阻传感器、电源监控电路（放大电路、电压比较器电路、稳压滤波电路）和 DSP 电源开通与关断控制电路。过流保护电路的系统结构如图 1 所示。

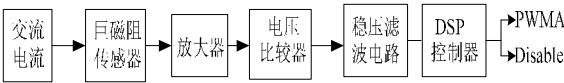


图1 开关电源过流保护电路设计框图

Fig.1 The design diagram of over-current protection circuit for switching power supply

1.2 各功能模块设计

1.2.1 巨磁阻传感器

巨磁阻用于对供电电路的电流进行检测，选用NVE公司的AA005-02巨磁阻传感器。AA005-02巨磁阻传感器封装图如图1所示，采用SOIC8封装，主要性能参数：灵敏度为0.45~0.65 mV/v/Guas，工作温度-50~125 ℃，最大非线性值2%，最大迟滞4%。

巨磁阻传感器芯片主要利用具有巨磁阻效应的磁性纳米金属多层薄膜材料通过半导体集成工艺相兼容的元器件。巨磁阻传感器由4个巨磁电阻(R_1, R_2, R_3, R_4)构成电桥结构，结构如图2所示。因为这4个巨磁电阻是由相同的材料制作的，因此温度系数等性能相同，温度漂移小。图2中 R_1 和 R_2 通过高导磁率的材料密封，使其与外部磁场隔离，阻值不随外部磁场的变化而变化，而电阻 R_3 和 R_4 的阻值随着外磁场的变化而变化，导致电桥失去平衡，将磁场大小转换为电压信号输出。GMR能够感知平行方向的磁场，不能用来检测垂直方向的磁场，这样的结构可以减少外界环境对传感器输出稳定性的影响，从而增加传感器的灵敏度。

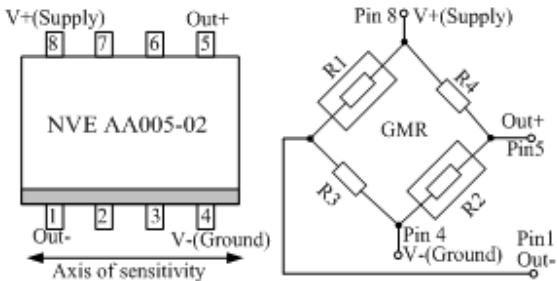


图2 NVEAA005-02封装图和内部结构图
Fig.2 The diagram of package and structure

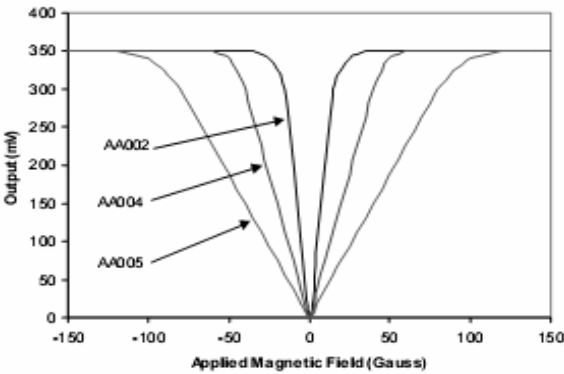


图3 几种 GMR 传感器的输出特性曲线图
Fig.3 The output characteristic diagram of GMR

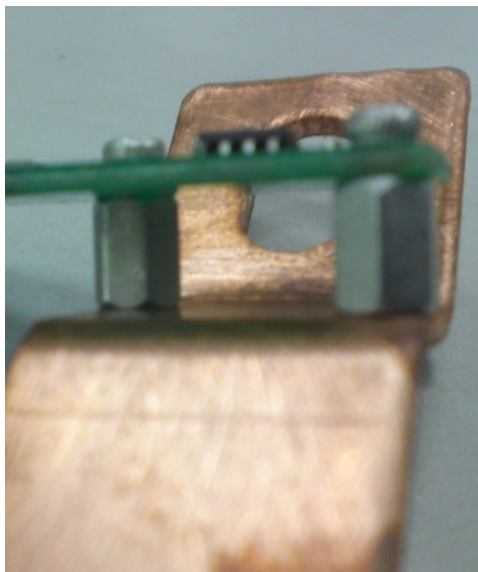


图4 巨磁阻传感器感应交变电流

Fig.4 GMR sensor induced alternating current

巨磁阻芯片(黑色芯片)作为磁场敏感元件,在图4中来自铜片的交变电流周围产生磁场,磁感应强度与交变电流的大小成正比,将磁场变化平行传递到巨磁阻传感器芯片,巨磁阻芯片(黑色芯片)感知并输出与被测电流大小成正比的电压信号。图4中巨磁阻传感器通过非接触式感应交变电流,响应所需时间短,测量精度高,非常适合交流电路的检测。

1.2.2 电源监控电路

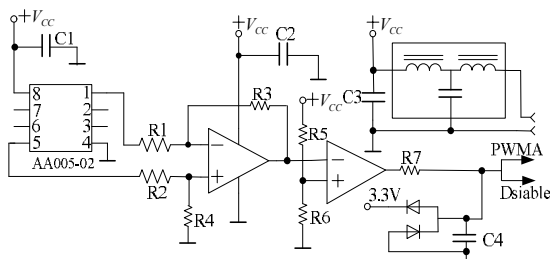


图5 电源监控电路

Fig.5 The diagram of power supply monitoring

如图5所示,巨磁阻传感器输出的电压信号需要放大,采用运算放大器 A_1 放大电压信号。通过调节电阻(R_1, R_2, R_3)的大小可以改变放大器的电压增益,后送入比较器 A_2 的反相输入端,与 A_2 同相端的参考电压进行比较。 A_2 比较器的同相端的参考电压来自电源 V_{cc} (V)的电压经过 R_5, R_6 上的分压。由 R_6 上的电压为保护的阈值电压;当 A_1 的输出电

压小于 R_6 上的电压时, A_2 输出高电平,否则当 A_1 的输出电压大于 R_6 上的电压时, A_2 输出跳变为低电平。 A_2 的输出送入稳压滤波电路,图中稳压器的作用是稳定电压,进而输入DSP主控IC。DSP处理器根据控制逻辑,输出开通或关断驱动电路信号。正常工作时, A_2 出高电平,DSP主控IC输出开通信号PWMA,驱动电路处于正常工作状态。当电源发生过电流或者短路的情况下,巨磁阻芯片的输出电压升高,大于比较器的门限电压, A_2 输出低电平,输入DSP主控IC,输出关闭信号Disable关闭驱动电路。

1.2.3 电源开通与关断控制电路

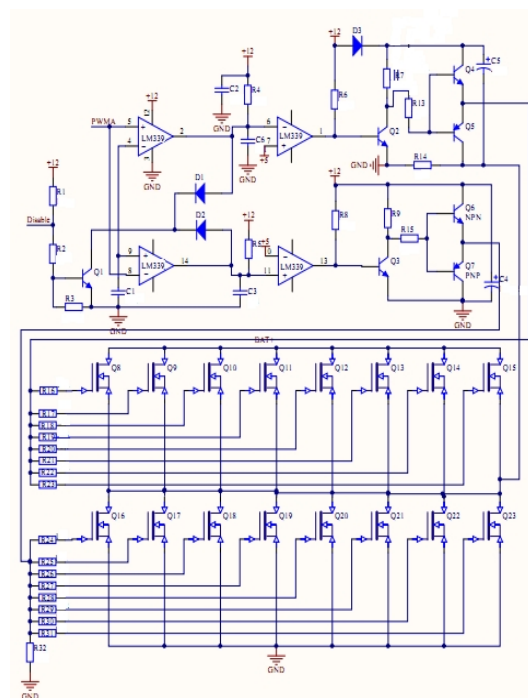


图6 电路的开通与关断电路

Fig.6 The diagram of circuit opening and shutdown

图6的作用是利用DSP的数字输出来控制模拟电路的接通与关断。当DSP输出给PWMA端高电平的话,左侧竖向2块LM339分别输出12V的高电平和低电平(0V);接下来右侧2块LM339进一步比较,仍旧输出一个高电平(12V)和一个低电平(0V),送给放大电路,然后再驱动CEP76139,这里采用两组并列的,提高驱动能力而已,驱动反向,控制一臂的上下半桥。反之,当DSP输出给Disable端低电平,Q1导通,整个电路停止工作了,用硬件强制保护驱动电路,类似于紧急停车,对电路起保护作用。

2 实验结果

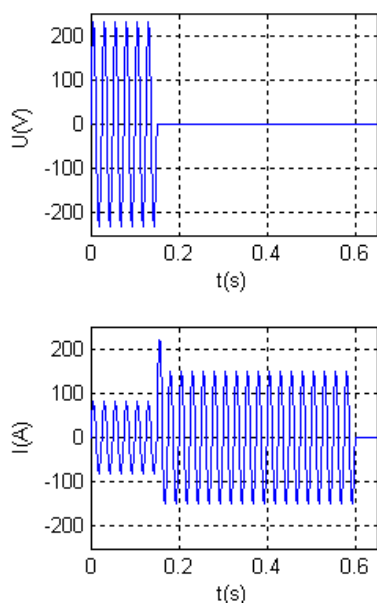


图7 过流保护测试

Fig.7 The diagram of over-current protection test

该闭环控制电路用于检测输出端的电流, 将其转成电压信号, 信号送给DSP, DSP根据计算, 要打出多大占空比的脉冲, 以达到限制电流到150 A。从图7的实验结果可以看出, 当输出电压 $U(V)$ 在230 V左右时突然短路, 也就是电压为0 V, 会导致电流 $I(A)$ 激增(过流), 超过200 A 左右时, PMWA 将脉宽先减半, 使电流限制在150 A 左右, 当在0.6 s以后, 就要使PMWA 为0 V关闭脉宽, 这时电流也应为0 A, 起到过流保护的作用。从图7可以看出, 在突发过电流情况下, 该电路可以起到快速并有效的过流保护作用。该系统采用的巨磁阻传感器侦测母线电流的变化, 可以做到提前感知电流变化, 快速响应处理, 其它方法都是在逆变后做侦测。

3 结束语

本文设计了一种基于巨磁阻传感器的开关电源过流保护系统电路, 给出了基于巨磁阻传感器的开关电源过流保护系统电路的设计图。该系统采用巨磁阻传感器实时采集电源电流, 通过监控电路实现电压的放大比较, 由DSP计算实现闭环控制来实现电路的开通与关断。实验表明该设计方案具有可

靠性和高效性。在未来的应用中, 如果要检测交流、直流或对这些电流值进行控制或保护的系統, 都可以使用巨磁阻传感器来实现。在未来的研究中, 开关电源将致力于与软件结合, 用巨磁阻检测电流, 由DSP计算实现闭环控制, 在算法上预先估计。

参考文献:

- [1] 王暑. 基于FA5515开关电源过流保护的研究[J]. 电子技术, 2016(7): 33—35.
- [2] 郑元. 船用开关电源的研究与设计[J]. 船舶科学与技术, 2015(6): 172—175.
- [3] 解存福. 光伏逆变器及其电流检测与保护技术的研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2013.
- [4] 马亚霞, 李洛东, 王凤娟, 等. 一种新型的过流保护电路设计[J]. 电源技术应用, 2017(5): 17—21.
- [5] 文永年. 开关电源过流保护方法的分析和比较[J]. 磁性元件与电源, 2016(3): 156—159.
- [6] 文玉梅, 孙登峰, 李平, 等. 自全式无线霍尔电流传感器[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(8): 1700—1706.
- [7] 陈占锋, 吴俊勇, 郝亮亮, 等. 一种基于空心线圈的电流测量新方法[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(4): 89—96.
- [8] 刘昊, 彭光正, 郭海蓉. 灵巧手中霍尔传感器测角精度的仿真研究[J]. 仪器仪表学报, 2010, 31(10): 2254—2259.
- [9] 周越文, 邓俊, 文莹, 等. 基于霍尔电流传感器的电源监控系统设计[J]. 传感器与微系统, 2015, 34(10): 54—56.
- [10] 俞啊龙. LEM电流传感器在开关电源电流检测和保护中的应用[J]. 电视技术, 2002(9): 82—83.
- [11] Kloster A, Kroning M, Yashan A, et al. A linear magnetic stray flux array based on GMR—gradiometers [C]. NDE2002, National seminar of the indian society for non-destructive testing. Chennai. Dec, 2002: 92.
- [12] Poon T Y, Tse N C F, Lau R W H. Extending the GMR current measurement range with a counteracting magnetic field[J]. Sensors, 2013, 13(6): 8042—8059.
- [13] Daughton J M. GMR and SDT sensor applications[J]. IEEE Transactions on Magnetics, 2000, 36(5): 2773—2778.
- [14] 陈亮, 阙沛文, 李亮. 管道缺陷漏磁检测中巨磁阻传感器应用研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2004(12): 279—283.
- [15] 贺桂芳. 巨磁阻在开关电源电流检测及保护中的应用[J]. 工矿自动化, 2006(5): 33—35.