

绝缘套管泄漏电流在线检测单元设计

刘贤兴, 王化月, 蔡彬

(江苏大学, 江苏 镇江 212013)

摘要: 介绍了基于新型高性能数字信号处理器 TMS320F2812 实现开关柜内部绝缘套管泄漏电流在线检测单元的设计。重点叙述了调理电路和 F2812 通信模块的设计。并采用代码调试器 CCS 作为 DSP 软件开发平台, 实现整个软件系统的编写和调试, 缩短了软件开发周期。该单元在开关柜投入正常运行时, 能实时检测绝缘套管表面交流泄漏电流值, 并给出当前套管绝缘状态的显示报告, 为用户提供有价值的参考信息, 有利于用户做出科学合理的解决方案。

关键词: 泄漏电流; 在线检测; DSP; 绝缘套管

Design of on-line monitoring for leak current of insulating casing

LIU Xian-xing, WANG Hua-yue, CAI Bin

(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: The design of on-line monitoring for leak current of insulating casing of switchgear based on a high performance digital signal processor TMS320F2812. Its conditioning circuit and communication module of F2812 are emphasized. An integrated development environment software of code composer studio is adopted as the system software platform. It realizes the entire software system compilation and the debugging and reduces the software development cycle. When the switchgear is on normal operation, this module can real-time detect the leak current of the insulating casing and give out the display report of the current status, these provide the extremely valuable reference information for the user, so it is advantageous for users to make the science and reasonable solution.

Key words: leak current; on-line monitoring; digital signal processing; insulating casing

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)07-0071-04

0 引言

表征绝缘特性的变量有很多, 如介质损耗角正切、局部放电和泄漏电流等。实施绝缘特性检测时, 需要根据不同的检测对象选择不同的检测变量^[1]。本文研究的开关柜主要绝缘部件包括 ABC 三相进线环氧套管(支撑绝缘)和三相出线处 CT 上的绝缘。相间绝缘为空气绝缘, 由于其相间距离足够大, 一般不会击穿, 所以研究中主要考虑其对地的绝缘状况。

通过对历年来高压开关运行故障资料的研究分析和可能发生的绝缘故障的理论分析, 确定绝缘特性检测对象为母线室和电缆室环氧套管的泄漏电流和局部放电。

到目前为止, 国内外在 110 kV 以下的开关柜中, 尚未实施局部放电在线检测。局部放电检测需要高速的数据采集板, 这将大大增加硬件的成本。在中低压领域的开关柜中实施局部放电检测, 硬件成本是主要制约因素, 增加局部放电检测单元将大大提

高设备的生产成本、降低利润。同时在现场测量局部放电, 易受外界干扰, 准确度不高, 且不如检测泄漏电流简便准确, 故确定 12 kV 开关设备绝缘特性检测变量为泄漏电流。现场测量泄漏电流可以采用接触式电流传感器。并用 TMS 320F2812 作为整个系统的 CPU, 完成采样、数据处理, 同时采用 485 总线和 CAN 总线相结合的双总线的通讯方案, 保证了通讯的高效性和实时性。

1 硬件设计

1.1 F2812 DSP 介绍

TMS320F2812 是德州仪器公司 (TI) 推出的 32 位高性能数字信号处理器, 它具有峰值运行每秒 150 万条指令 (MIPS) 的处理速度和单周期完成 32x32 位 MAC 运算功能, 同时还具有 18k×16 的片上 RAM, 128k×16 的片上 Flash 以及大量的片上外设, 包括 ADC 转换模块、2 个事件管理器 (EVA 和 EVB)、2 个串行通信接口模块 (SCIA 和 SCIB)、eCAN 总线控制器、串行外

控制器有较大的提高, 在CAN总线通信时, 数据传输更加灵活方便, 数据量更大、可靠性更高、功能更加完备, 因此设计中采用CAN总线实现智能终端的通信^[5]。通信模块的硬件设计主要是CAN总线驱动电路的设计, 选用SN65HVD251作为CAN总线的驱动芯片, 以实现总线的差分发送和接收功能。为防止干扰信号的引入, 设计中采用快速光电隔离HCPL0601对F2812及总线隔离。如图4所示。RS-485主要负责与上位机之间的通信, 实时将采集处理后的数据传送给上位机, 并由上位机保存这些数据, 以便日后查询。RS-485的驱动芯片采用MAX487, 其驱动电路与CAN总线的电路基本相同。

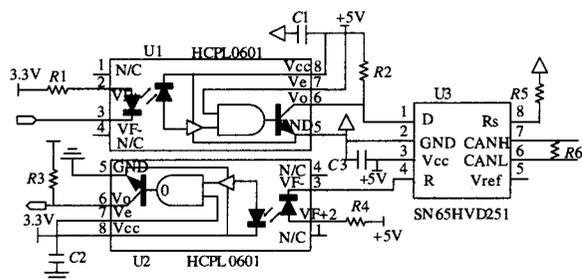


图4 CAN总线电路
Fig.4 Circuit of CAN bus

2 软件设计

软件设计包括F2812软件设计和上位机软件设计。F2812软件设计的主要任务是绝缘套管泄漏电流信号的处理和通信; 上位机软件设计的主要任务是保存、查询和实时显示绝缘套管泄漏电流信号, 并对泄漏电流信号进行报警。设计中报警采用两级阈值, 第一级阈值为50 μA , 如果超过这个值, 表示套管的绝缘状况有较大的劣化, 必须采取措施进行处理。第二级阈值是500 μA , 如果超过这个值, 表示套管表面极度劣化, 必须立即停电, 否则会有击穿的危险^[6]。

2.1 F2812 软件设计

F2812软件采用系统化和模块化的软件设计方案, 从而增强程序的可扩展性和兼容性, 使得在不改变程序整体框架的基础上, 可以方便地增减代码从而不断扩充系统的功能。图5为绝缘套管泄漏电流流程图。由流程图可知, 首先设置AD采样通道数, 绝缘套管泄漏电流共有六路, 每路采200个点, 采样结果读取函数为T2Interrupt(); 通过启动函数ADStart()启动ADC转换; 停止函数ADEnd()停止ADC转换; 低通滤波函数FunFilter()对连续采集到200个数据进行数字滤波; 有效值函数FunInsulationRMS()计算电流的有效值, 并将计算

的有效平均值放在IRMS[i]中; BCD码转化函数ToBCD()将IRMS[i]转化成BCD码, 便于封装成数据帧; 封装函数DataToFrame()将转化成的BCD码封装成数据帧; 校验函数Verify()验证已封装的数据帧是否正确; RS-485通信函数FrameSendA()通过串口将数据帧发送给上位机; CAN总线通信函数FrameSendCAN()将数据帧发送给现场智能仪器。

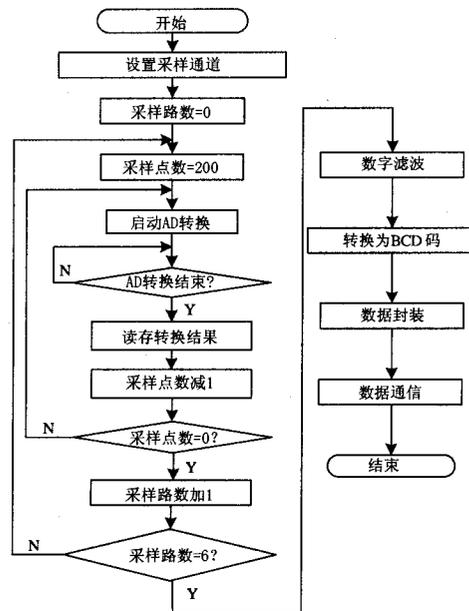


图5 绝缘套管泄漏电流流程图

Fig.5 Leak current of insulating casing flow

2.2 上位机软件

上位机软件采用vb编写, 通过mscomm控件与下位机RS-485总线通信。并通过adodc控件和datagrid控件将开关柜绝缘套管泄漏电流信号存放到数据库中, 实时显示绝缘套管泄漏电流的大小。上位机处理流程如图6所示。

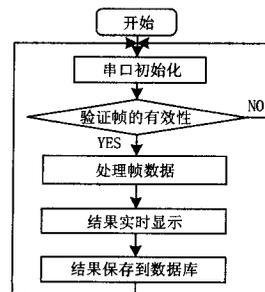


图6 上位机流程图

Fig.6 Upper computer flow

2.2.1 数据帧协议

上下位机通信协议帧格式: 开始字节(68H)、

重复字节 (L)、重复字节 (L)、开始字节 (68H)、目的地址、源地址、控制域、数据块、校验和和结束字节 (16H)。按照通信协议的格式判断帧是否有效, 如果有效, 执行帧处理函数 FrameProcess(), 对泄漏电流进行处理。通过 MSFlexGrid 控件将处理的结果显示在 datashow 页面里。如果数值超过阈值, 通过改变信号灯的颜色提示用户。如图 7 所示。

| 泄漏电流 | 有效值 μA |
|-------|-------------|
| A(进线) | 5.4 |
| A(出线) | 6.5 |
| B(进线) | 4.5 |
| B(出线) | 6.3 |
| C(进线) | 8.2 |
| C(出线) | 5.3 |

图 7 显示界面

Fig.7 Displaying interface

3 结论

a. 设计中开关设备绝缘套管泄漏电流实时检测, 并通过两级阈值对泄漏电流进行处理, 为用户提供极有价值的参考信息, 有利于用户做出科学合理的解决方案。

b. 设计中使用了新型高性能 DSP 芯片 TMS320F2812, 从而简化了系统硬件的设计。并采用了 DSP 系统与调理电路分开设计的方法。DSP 系统设计采用 4 层板结构, 几乎全部使用了贴片元件, 采取

了多种隔离手段, 大大提高了系统的稳定性和电磁兼容性。

c. 采用 CAN 总线和 485 总线相结合的双总线通讯方案, 实现了两种总线的优势互补, 从而解决了系统在监测功能和实时性方面的冲突, 并且解决了上位机和下位机间的信息交换问题。

参考文献

- [1] 严璋. 电气绝缘在线检测技术/高等学校教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995.
- [2] 苏奎峰, 吕强, 耿庆锋, 等. TMS320F2812 原理与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [3] Incorporated T. TMS320C28X 系统 DSP 的 CPU 与外设(下)[M]. 张卫宁, 译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [4] Incorporated T. TMS320C28X 系统 DSP 的 CPU 与外设(上)[M]. 张卫宁, 译. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [5] 史久根, 等. CAN 现场总线系统设计技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
- [6] 顾乐观, 孙才新. 电力系统的污秽绝缘[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1988.

收稿日期: 2007-09-03; 修回日期: 2007-11-15

作者简介:

刘贤兴(1964-), 男, 教授, 主要研究方向电机传动、动态无功补偿、电力电子技术等;

王化月(1980-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电机与电器; E-mail: wanghuayue.net@163.com

蔡彬(1964-), 男, 博士, 主要研究方向电力开关设备。

(上接第 70 页 continued from page 70)

ZHANG Jie, TU Dong-ming, ZHANG Ke-yuan. Analysis and Representation of the Recorded Fault based on Standard COMTRADE[J]. Relay, 2000, 28(11): 20-22.

[8] 曾登高. .NET 系统构架与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.

[9] 李媛, 刘涤尘. 电力故障信息网络发布系统的设计与实现[J]. 继电器, 2006, 34(4): 57-60.

LI Yuan, LIU Di-chen. Design & Realization of Power System Fault Information Network Issuing[J]. Relay, 2006, 34(4): 57-60.

[10] 马杰, 赵传刚, 李军, 等. 电网故障信息的动态网页发布系统[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(4): 76-77.

MA Jie, ZHAO Chuan-gang, LI Jun, et al. Dynamic Web Publishing System for Power Network Fault Information[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(4): 76-77.

[11] 郝刚. NET 经典范例 Duwamish7 剖析[J]. CSDN 开发高手, 2003, (3): 7-25.

[12] Faison T. Visual c# 基于组件的开发[M]. 北京: 中国电力

出版社, 2002.

[13] White E. GDI+ 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

[14] 陈小林, 罗毅, 王伟平, 等. 基于故障录波数据的保护特性分析方法及其实现[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(18): 70-74.

CHEN Xiao-lin, LUO Yi, WANG Wei-ping, et al. Protection Characteristic Analysis Method Based on Recorded Fault Data and Its Implementation[J]. Automation of Electric Power System, 2005, 29(18): 70-74.

收稿日期: 2007-06-13; 修回日期: 2007-10-10

作者简介:

杨洋(1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为微机继电保护;

唐睿(1975-), 女, 工程师, 从事电力系统运行管理工作;

吕飞鹏(1968-), 男, 博士, 教授, 研究方向为电力系统继电保护及其综合信息处理智能系统。E-mail: FPLU@Tom.com