

基于现场总线的微机保护测控单元的设计

丁恩杰, 孙彦景

(中国矿业大学信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 提出了一种新型的基于现场总线和嵌入式技术的保护测控单元的设计, 给出了保护测控单元的硬件设计、软件设计以及所用到的保护算法。

关键词: 现场总线; 微机保护; 控制系统; 保护算法

中图分类号: TM 774 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2003)10-0066-04

1 引言

目前, 现场总线控制系统正以迅猛的势头快速发展, 现场总线控制系统是一种全计算机、全数字、双向通信的新型控制系统, 在节省控制电缆、缩短设计、安装和调试周期, 优化管理, 提高通信效率、预知维修等方面有着明显的优势。

在已经实施的变电站综合自动化系统中, 微机保护监控单元与主控单元之间的数据传输方式是影响整个系统性能的关键, 鉴于现场总线的优良性能, 将现场总线技术引入变电站综合自动化系统中, 是势在必行的, 因此, 本文提出一种基于现场总线的保护测控单元, 给出了单元的硬件及软件设计。

2 保护测控单元的硬件平台

功能逻辑图如图 1 所示。

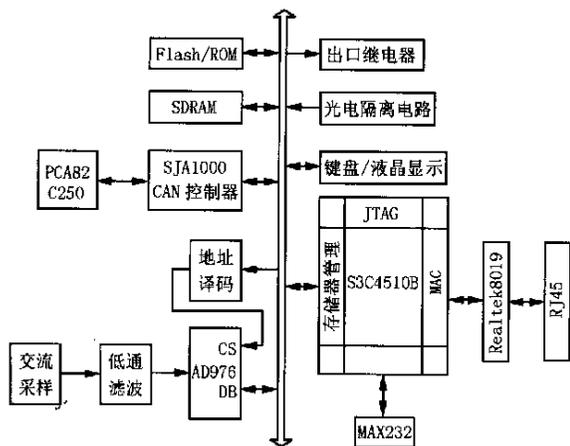


图 1 保护测控单元功能框图

Fig 1 Function block of the protection & monitor unit

(1) 交流采样模块

微机保护控制单元的交流采样模块由交流变换器和滤波电路两部分组成, 提供交流量输入接口。根

据不同保护的需要, 设置相应数目的模拟量输入变换器(LH、YH), 分别用于三相电流、电压或其它电流量。各电流变换器并联有电阻, 通过改变电阻的大小, 能满足不同电流测量范围的要求。各滤波回路均采用二阶有源RC滤波电路, 滤波效果好, 响应速度快。

(2) CPU 模块

CPU: CPU 采用 S3C4510B 韩国三星公司生产的以 32 位 RISC ARM 7TDMI 微处理器为内核的微控制器(MCU), 采用冯诺依曼结构, 最大支持 64M 的地址空间, 提供 I²C 总线和 2 个通道串行接口, 一个 MAC 控制模块, 以及统一的 MII 界面, 提供 10M/100M 以太网的自适应连接, 方便用户通过 Memory Mapped I/O 机制进行外部扩展。

存储器: 配置 16 位的 SST 39LF160 在 ROM Bank0, 提供 2M 字节的扩展存储空间; 配置 32 位的 SDRAM 在 RAM Bank0, 提供 16M 字节的系统 RAM 空间。

以太网接口: 内嵌 Ethernet 控制器支持 DMA 突发模式, 内建 256 字节的 DMA 收发缓冲区, 支持 7 线或 MII 接口, 可以直接同物理层收发器连接, 片内 CAM 可以存放多达 21 个目标地址。平台配置了 RealTek 的物理层收发器 RTL 8019 支持 10M 的 MII 连接。

UART 串口: 标准 UART 串行口, 支持 5, 6, 7, 8 位串行数据传输和奇偶校验, 用作调试终端接口。

为了使微机保护控制单元适用于单独运行, CPU 模块上配置有实时日历时钟, 作为动态过程记录和事件顺序记录的标准时间, 以确定事件发生的先后顺序。该实时日历时钟可通过前面板进行人工校时, 当微机保护控制单元用于厂站综合自动化时, 也可由厂站主机或远方调度中心进行统一校时。

(3) 出口继电器模块

该模块主要包括跳闸、合闸及各种信号继电器电路。

启动继电器同时兼作跳合闸出口总开放继电器,由其常开触点接通其他继电器线圈至正电源的回路。

信号继电器之一用于装置故障告警,由该信号继电器的常闭触点控制整个跳合闸出口的正电源,一旦CPU发现有装置故障,闭锁所有跳合闸出口,即不允许装置带故障运行于跳闸。

跳闸、合闸继电器均采用快速大干簧继电器,其触点容量大,可靠性较高。除装置故障告警信号外,各信号继电器动作后能自保持。

(4) 通信接口

硬件平台设置了以太网接口和现场总线CAN接口,作为用本装置构成变电站综合自动化系统时的控制网络接口。另外还有作调试用的RS232串行接口。由于以太网不是一种时间限定性网络,本文介绍以现场总线为主。

CAN控制器与现场总线之间加有光电隔离环节,提高通信的抗干扰能力,使得多个通信模块能组成一个独立的通信网络,而与其他电路没有任何电气连接,提高可靠性。

(5) 液晶和键盘模块

整块前面板上配置有液晶显示屏、紧凑小键盘、信号指示灯、装置复位按钮。

设置整块前面板的目的在于改善就地人机界面,使该微机保护控制单元的就地调试操作屏幕化、智能化。通过16位紧凑小键盘、128×8液晶显示屏以及软件设计的多级菜单,可以极其方便地进行故障报告的查看与分析、采样报告的查看、保护定值的查看与修改、保护种类的投入与退出、开入状态查看、装置自检报告查看、日历时钟的同步等功能。这些灵活的就地操作功能使得该微机保护控制单元可以完全脱离通信网,保持独立运行,而不影响它的保护控制功能,提高了可靠性。

(6) 抗干扰措施

在硬件设计上,采用了如下抗干扰措施:

- 本微机保护控制单元采用全封闭钢式机箱,可以对外部强电磁干扰起到很大的屏蔽作用;而且机箱上装有专用抗干扰电容,可大幅度提高抗干扰能力;

- 在主CPU板上,设计有一级WATCHDOG。这样,当程序受到干扰飞掉时,可以由WATCHDOG对CPU进行复位,重新运行程序;

- 开关量输入、输出及串行通信接口都经过光电隔离环节与CPU相连;

- 模拟量输入都经小变压(流)器隔离,并在原副方线圈间加装屏蔽层机壳,而且模入通道加装前置低通滤波环节,滤除高次谐波干扰;

- 在印制电路板的设计上采取了抗干扰措施。

除了在硬件设计上采取诸多抗干扰措施外,在软件设计上也花了许多功夫,增强保护的故障自诊断功能,当关键环节出故障时,自动闭锁保护出口,并发出告警信号,通知运行人员。

3 CAN 接口电路的设计

CAN协议是建立在国际标准组织的开放系统互连模型基础上的,其模型结构只有三层,只取OSI底层的物理层、数据链路层和顶层的应用层。其信号传输介质为双绞线。通信速率最高可达1Mbp/s/40m,直接传输距离最远可达10km/5kbp/s。可挂接设备数最多可达110个。

CAN的信号传输采用短帧结构,每一帧的有效字节数为8个,因而传输时间短,受干扰的概率低。当节点严重错误时,具有自动关闭的功能,以切断该节点与总线的联系,使总线上的其他节点及其通信不受影响,具有较强的抗干扰能力。

SJA1000独立CAN控制器联接集成收发器的CAN通信电路如图2所示,在组态中激活比较器旁路信号(令CBP=1),此功能启动,则施密特触发器代替了输入比较器,传输延迟时间要比有输入比较器的传输延迟时间小的多,这对延长CAN总线的长度有利。另外它也将明显降低睡眠状态下的供电电流。为了增强CAN总线节点的抗干扰能力,SJA1000的TX0和RX0通过高速光耦6N137后与82C250的TXD和RXD相连。加入高速光耦6N137后,SJA1000的TX0和RX0与82C250的TXD和RXD相连接结构如图2所示。

4 保护测控单元的软件设计

测控单元基于MicroC/OS-II嵌入式实时操作系统和32位的S3C4510B处理器,操作系统可以做到“量身定制”,软件的可移植性、运算速度大大提高。

在程序中采用逐点计算、逻辑判断的方式,即在每次中断中除完成采样以外,还进行数据处理及逻辑判断。交流采样算法采用全波傅氏算法,有较好的滤波作用。

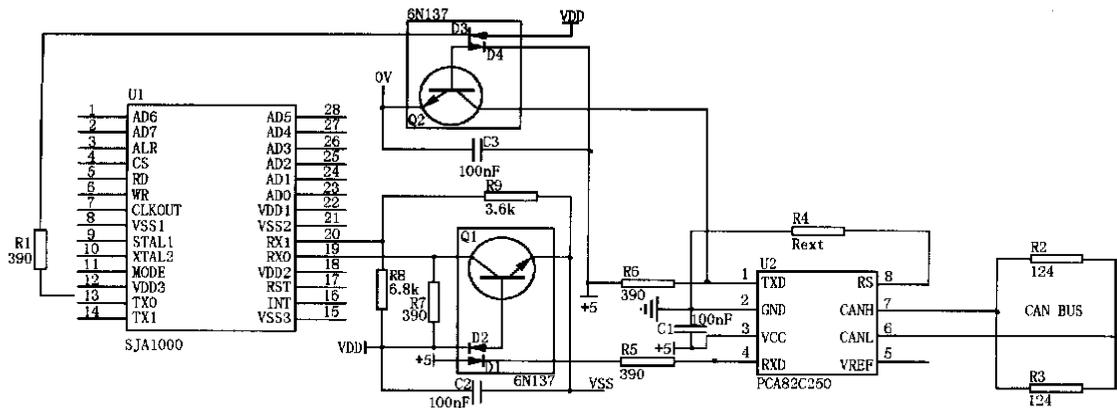


图2 CAN 接口电路原理图

Fig 2 CAN Interface circuit

在主程序中主要做一些日常的事务处理,如键盘响应,通讯报文解释及相应报文的组织,装置自检,监控电量的计算等。CAN 通信程序功能框图如图3所示。

5 保护测控单元用保护算法

从继电保护的角度看,对计算机的要求是从不断变化着的输入电压、电流的离散值中,根据既定的继电保护算法计算出电压、电流的基频分量幅值、相位以及它们的比值、相位差、谐波分量、相序分量或直流分量等或直接根据微分方程计算出电阻、电感,然后进行比较、判断。计算机继电保护算法有很多种,任何一种算法都必须根据被保护元件的数学模型、故障信号的特征及保护的要求来确定。在我们的设计中选用全波傅氏算法。这种方法的主要优点是能有效抑制各次谐波,有强烈的滤波作用。但由于用离散值的累加代替连续量的积分,计算结果要受到频率变化的影响,此外,滤波性能好带来的必然后果是过渡时间长,算法的数据窗为一个周波。

傅氏算法是将输入的电压(电流)信号进行傅立叶变换,以求出所需频率分量的实部和虚部的系数。

设输入电压为周期函数,则该电压信号可分解为傅立叶级数形式:

$$u = U_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (U_{Rk} \cos kw t + U_{Ik} \sin kw t) \quad (1)$$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ 为基波角频率, U_0 为直流分量, k 次谐波分量系数 U_{Rk}, U_{Ik} 在计算机上实现时,是对离散值进行计算,设步长为 ΔT , 则有

$$U_{Rk} = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u_n \cos nk \frac{2\pi}{N} \quad (2)$$

$$U_{Ik} = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u_n \sin nk \frac{2\pi}{N} \quad (3)$$

式中 N 为一个周期 T 中的采样数, u_n 为第 n 个采样值

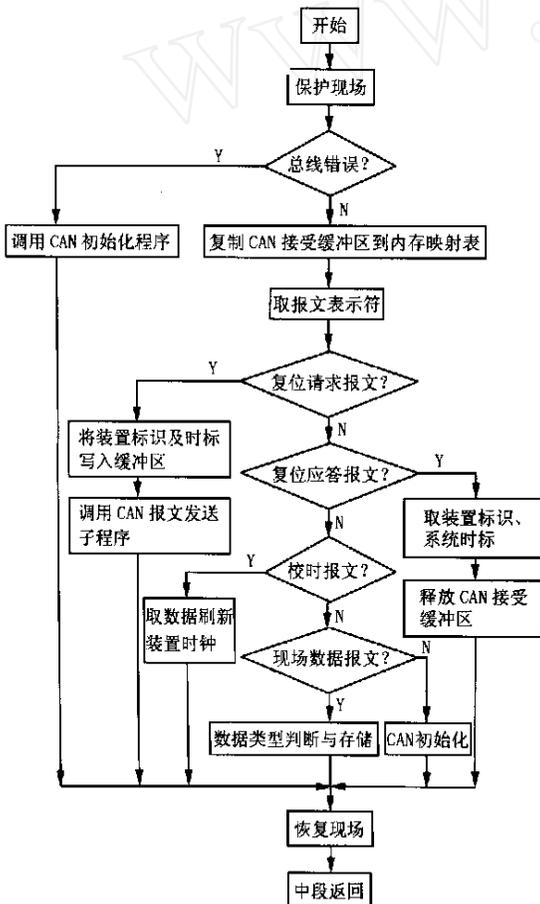


图3 CAN 通信程序框图

Fig 3 Flow chart of CAN Communication

$K=1$ 为基波的情况,基波的实部 虚部系数为:

$$U_R = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u_n \cos n \frac{2\pi}{N} \quad (4)$$

$$U_I = \frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u_n \sin n \frac{2\pi}{N} \quad (5)$$

则有

$$U_m^2 = U_R^2 + U_I^2 \quad (6)$$

将式中 u_n 代以电流采样值 i_n , 即可得

$$I_m^2 = I_R^2 + I_I^2 \quad (7)$$

6 结论

现场总线技术的出现,使计算机控制系统真正实现了全分布式发展。新型自动化控制系统 FCS 的出现,是信息技术在自动化领域的体现,现场总线和嵌入式技术在变电站综合自动化领域的应用,也必将越来越广泛。

参考文献:

- [1] 邬宽明 CAN 总线原理和应用系统设计[M],北京:北京航空航天大学出版社,2000
- [2] 唐涛 国内外变电站无人值班与综合自动化技术发展综述[J] 电力系统自动化,1995,19(10).
- [3] 纪建伟,等. 电力系统分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002
- [4] 邵贝贝 $\mu C/O S$ - II 源码公开的实时嵌入式操作系统[M] 北京:中国电力出版社,2001.

收稿日期: 2003-05-12 修回日期: 2003- 07- 25

作者简介:

丁恩杰(1962-),男,博士,副教授,主要从事智能仪器仪表、监测监控系统方面的研究;

孙彦景(1978-),男,硕士,讲师,主要从事嵌入式操作系统方面的研究。

The Design of Protection and Control Device Based on Field Bus

Ding En- jie, Sun Yan- Jing

(China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract This paper gives a new type of protection and control device based on field bus and embedded system. It also gives the hardware, software and protection algorithm of the device in detail

Key words: field bus; micro- processor based protection; control system; protection algorithm

(上接第 55 页)

(School of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan, 250061)

Abstract The changing characteristics of every electric quantity during power swing are analyzed. Some different kinds of grid splitting criteria that based on these variables are introduced. They are classified to three kinds: measuring the power angle indirectly, measuring the power angle directly and measuring the active power. The characteristics and application scope of every criterion are analyzed in-depth, on the base of which, some kinds of criteria are improved, and a new grid splitting method based on the variation of active power are introduced. At the end of this paper, for the large and complicated power system, some points for attention and new trends of development are indicated when we design new grid splitting criteria.

Key words: power system swing; grid splitting; phase angle measurement

许继集团“校准实验室”通过国家认可委认可

由集团公司计量中心、电测室组建的“仪器仪表校准实验室”经过近一年的准备和试运行后,迎来了国家认可委员会的正式评审。

8月29日-31日受国家认可委员会的委托,由国家级评审专家组成的评审小组一行四人,到我公司“仪器仪表校准实验室”进行了为期三天的现场评审。专家组通过现场抽样、观察、取证、实际操作、提问、查看资料认为:本“仪器仪表校准实验室”所建立的质量管理体系符合 ISO/IEC 17025-1999 检测和校准实验室能力的通用要求及 CNAL/AC01:2002 实验室认可准则的要求,各项基础工作扎实认真,人员技术能力和管理水平较高,体系运行持续有效,批准通过“国家认可委员会”的认证,并承报“国家认可委员会”发证。