基于LON 网络的微机母线保护系统的开发

程利军

(华北电力大学 , 北京　100085)

摘要: 介绍了一种基于 LON 网络的微机母线保护系统结构及功能。该装置采用多微机、分层式结构 ,管理机采用高性能的工业控制计算机系统 ,提供了基于 Windows 95/ 98/ NT 全汉化的管理功能和人机交互界面。保护机采用基于 inte180386EX 的 STD 工业控制计算机系统。

关键词: 网络; 计算机通信; 网络变量; 微机母线保护

中图分类号: TM77　　**文献标识码**:B　　**文章编号**: 1003-4897(2000) 01-0029-04

1　LON 网络简介

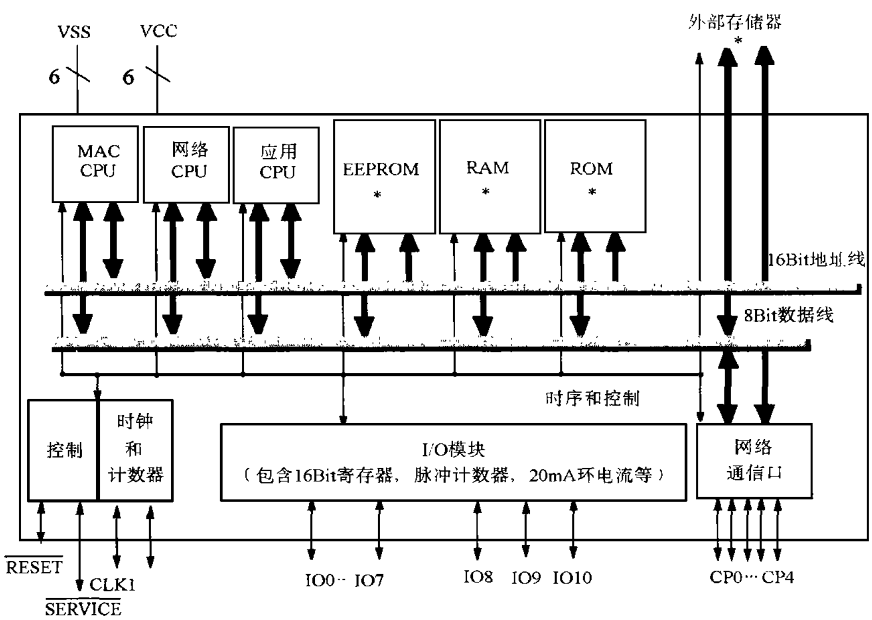
LON(Locol Operation Network) 是美国 Echelon 公司于 1993 年推出的局部操作网络技术。

LON 包含有开发工具、控制模板和 IC 芯片 NEURON 神经元芯片 ,从而组成智能节点 ,并将这些节点应用到 LON 控制网络中。

1.1　LON 的主要技术性能

a) 采用开放式通信协议 ——LonTalk 协议 ,为设备之间交换控制状态信息建立了一个通用的标准。这样在 LonTalk 协议的协调下 ,形成一个网络控制系统。LonTalk 协议最大的特点是对 OSI 的七层协议的支持 ,是直接面向对象的网络协议 ,可以实现互操作性;

b) 通讯介质开放;可在任何通讯介质下通信 ,包括双绞线、电力线、光纤、同轴电缆、射频电缆、红外线等。并且多种介质可以在统一网络中混合使用。抗干扰能力强。



*不同类型的神经元芯片存储空间有所不同

图 1　神经元芯片的结构框图

c) 网络可以使用主从式、对等式或客户/ 服务式结构 ,并提供总线型、星型、环型、混合型等网络拓扑结构。系统扩展方便 ,组态灵活。

d) 网络通信采用面向对象的设计方法 ,引入“网络变量 ”的概念 ,使节点之间的数据传递只是通过网络变量的互相连接便可完成。并提供了一个固化在神经元芯片的网络操作系统;

e) 由于支持面向对象的编程 ,从而很容易实现网络的互操作性。提供给使用者一个很好的开发平台 ,包括现场调试工具 LonBuilder ,协议分析 ,网络开发语言 NeuronC 等 ,能大大地缩短研制和开发周期。

f) LON 可制造多种模板 ,可与多种接口连接 ,并能直接接受和转换各种传感器的开关量、数字量和模拟量等信息 ,适合于各种自动检测、管理与控制系统。

g) 通信速率为 78 Kbps、1.25Mbps

收稿日期: 1999-05-28

作者简介: 程利军(1966 -) ,男 ,高级工程师 ,博士研究生 ,主要研究方向为计算机在电力系统继电保护及自动控制中的应用。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

h) 专用开发系统,价格较高。

现在,已有几千个不同领域的公司,如AT&T、IBM、Motorola、Bell以及ABB公司都已开发出基于LON网的产品。据统计,已有近千万个LON网络节点在各种应用系统中运行。

1.2 神经元芯片(Neuron)

LON的核心是神经元芯片。图1为神经元芯片的结构框图。

神经元芯片内部装有三个微处理器:MAC CPU、网络CPU和应用CPU以及包含11个I/O口,神经元芯片至少包含512字节EEPROM,存储一些重要的非易失数据:网络配置和地址表、48位神经元识别码、可下装的应用程序代码和非易失数据。它采用CMOS CLSI技术的神经元芯片使实现低成本的控制网络成为可能。图2为三个处理器和存储器结构的框图。

MAC CPU完成MAC(介质访问控制Media Access Control),也就是ISO的OSI七层协议的1、2,其中包括碰撞回避算法。它和网络CPU通过使用网络缓冲区达到数据的传递。

网络CPU完成OSI的3～6层网络协议,它处理网络变量、地址、数据认证、后台诊断、软件定时器、网络管理和路由等进程。网络CPU使用网络缓冲区与MAC CPU进行通信,使用应用缓冲区与应用处理器进行通信。

应用CPU完成用户的编程,其中包括用户程序对操作系统的服务调用。

2 基于LON网络的微机母线保护系统结构

本装置是针对电力系统发电厂及变电站母线保护要求而设计,可作为110～500kV各种主接线的成套母线装置,满足变电站综合自动化的要求。由于母线保护的特殊需要,我们采用了分布式计算机系统及高可靠的LON网络构成高可靠、高稳定的母线

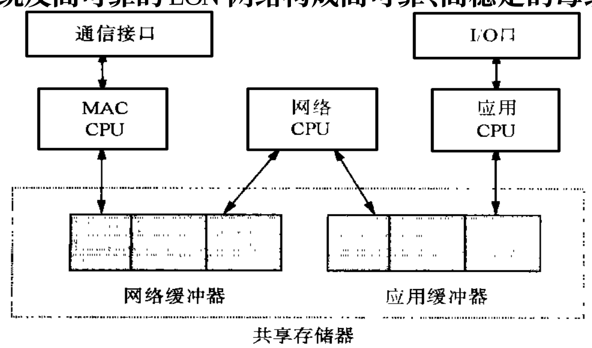


图2 三个处理器和存储器结构的框图

保护系统体系。

本装置可分为三层,第一层为保护模块层,第二层为设备管理层,第三层为厂、站上位机控制系统。保护层通过常规二次电缆同一次设备相联,第一层与第二层通过LONWORKS网络相联,第二层与第三层可根据实际系统配以不同的网络或串行口进行通信,实现变电所保护、控制一体化。其系统框图如图3。

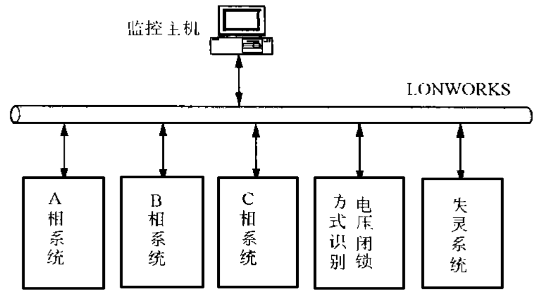


图3 微机母线保护系统结构设计

2.1 保护系统

保护系统包括A、B、C三相构成的分相差动系统,主要实现数据采集、信号处理、差动保护、充电保护、失灵保护、CT饱和检测、交流断线及出口等功能。

方式识别/电压闭锁系统、失灵保护系统分别完成双母线运行方式识别、电压闭锁等功能。

保护系统硬件采用基于inte180386EX 32 - bit CPU STD工业控制计算机系统,硬件系统与IBM - PC机完全兼容。该系统拥有4MRAM、硬时钟、16级中断控制器,DOS、BIOS以及用户应用程序均固化于512KFLASH中。

数据采集系统以intel 80196CPU为中心构成能满足32个通道同步采样且具有16位精度的智能采集系统,每个通道的精度及零漂进行调整。

智能A/D板采用4KBYTE的双口RAM与STD系统通信,数字系统及模拟系统完全光电隔离。

每个保护系统配置及框图如图4所示。LONWORKS网络采用双绞线联接。

采用面向对象的C语言编程,程序运行于MS - DOS平台上,软件、硬件与IBM - PC机完全兼容,具有较好的系统扩展能力。

根据母线保护要求及现场实际需要,各保护系统从交流电流、电压输入、开关量输入、开关量输出、计算机系统及直流逆变电源等均独立。

2.2 管理机系统

管理机采用intel PENTRIUM的工业控制计算机

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

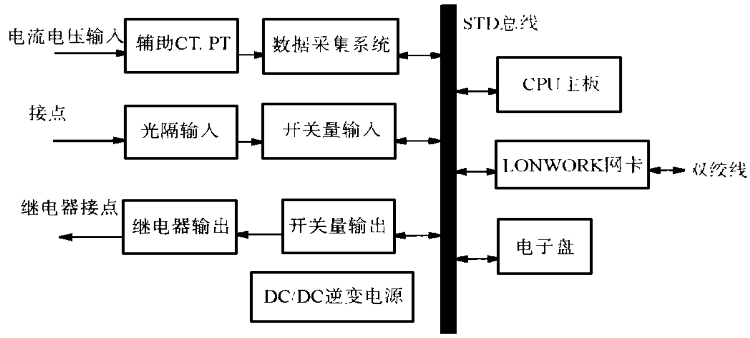


图 4　保护系统硬件框图

构成工作站系统,其配置为 9in 真彩液晶显示器、一体化键盘、64M 内存、2G 硬盘,3.5in 软驱、鼠标、RS-232 串行口、RS232/484 串行口、Lon 网适配器及接口,并配有 24 针汉字打印机。

采用其于 WINDOW95/98 或 WINDOW NT 下 Visual Basic5.0 语言编程,完成整个系统的 I/O 管理、人机对话、通信管理及系统维护等功能。它还提供了各种报告的硬拷贝、显示,定值的查询、修改,各保护机 I/O 检查等功能。由于采用全汉化用户界面,易于操作。

2.3　网络节点的设计

在图 3 所示的系统中,A、B、C 相分别处理一相差动计算,方式识别计算机系统承担实时动态跟踪母线运行任务,失灵保护系统实时完成失灵检测。当母线运行方式发生改变时,方式识别计算机系统通过网络及时将母线运行方式改变结果(方式字)送至各个节点,实现双母线直流、交流的自动切换。同时失灵动作信息、各个节点的报告、定值、自检、巡检、管理机对节点的管理均由 LONWORKS 网络完成。

无论是保护系统还是监控设备对主 CPU 的处理能力要求都比较高,因此网络系统必须采用主从结构方式。

对于保护系统,将 Inte1386EX 作为主 CPU,神经元 Neuron 芯片作为通信协处理器,通过双口 RAM 实现主从结构的数据交换。各保护系统采用 MIP 方式,在 DOS 接口下通过 C 语言函数调用完成 MIP 方式的负责接口,从而使用户在 DOS 环境下方便地使用网络变量进行操作。

监控机系统采用 ECHELON 公司提供的 PCLTA 智能 LON 网卡,它也是采用主从结构,通过 PCLTA 为中介,实现监控机系统的通信管理。ECHELON 公司的 LNS 技术提供了面向对象的编程接口,在 Windows95/98/NT 平台下,用 Visual Basic5.0 中 Active X Control 技术实现。

3　LON 通信的实现

3.1　网络变量

Lon Works 技术,符合 ISO 的 7 层开放网络协议,有效地解决互操作性问题。首先 Lon Works 是面向对象的通信,采用网络变量,其次 LonMark 制定了保证的网络变量(SNVT),同时制定了 LonMark 互操作对象的接口。在节点设制时遵循下面原则:

a) 所有的通信都采用网络变量方式,而不采用显示报文形式,并且每一个网络变量都给一个描叙性语言说明;

b) 网络变量直接面向对象,即每一个网络变量对应一个通信对象,例如每一个定值对应一个网络变量;

c) 尽量采用标准的网络变量。

网络变量可以是整型、字符型或结构等类型。对于一个输入的网络变量可以和其它节点的多个输出的网络变量互连而对于一个输出的网络变量也可以和其它节点的多个输入的网络变量互连,而输出和输出或输入和输入是不能互连的。

节点的数据可以通过网络变量进行共享,一个节点输出的网络变量更新,而所有与之相连的其它节点的输入网络变量也相应的更新。

网络变量的传送是通过 LonTalk 协议来完成的,对用户来说是透明的,应用程序开发者不必关心网络变量传送的目标地址、打包拆包、报文缓冲区、请求/响应/重发等低级网络操作。因此网络变量大大地简化了开发和安装分布系统的过程。

网络变量需要一个连接(Binding)的过程——将不同节点的同类型的网络变量互连在一起,这个连接的过程是通过网络管理工具来完成的。连接过程实际上是发送一组包含节点的地址、报文类型等信息的网络管理报文到需要连接节点,这些节点将收到的配置信息写入节点的地址表和网络变量配置表中。地址表和网络变量配置表在神经元芯片的 EEPROM 中,确保配置信息不会丢失。

一个节点最多可以定义 62 个网络变量(对于数组型网络变量包含数组中每个单元),网络变量长度不能超过 32 字节。

本装置定义了 50 个网络变量,3 个输出,其余均为输入型。操作时先定义变量的数据结构、定义变量的名称、定义网络变量的文件名称,最后用标准

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的网络变量定义该网络变量。程序运行时,必须先初始化各个网络变量。

3.2 显示报文

LonWorks 又提供一个更灵活但较复杂的通信方式——显示报文。显示报文是一个结构变量,该结构分为输出显示报文、输入显示报文、响应输出报文和响应输入报文。显示报文提供一个请求/响应机制,它使一个节点上的应用能够响应另一个节点的应用。请求/响应和网络变量的垂询相似。当一个报文以显示报文的请求服务的方式被发送后,远程节点的应用程序接收该报文并执行一些动作,然后为它的响应提供一个新值。本装置所有的报文处理均采用此机制。

3.3 网络管理

本装置所有的网络管理均通过监控机完成。利用 Echelon 公司的 LNS 构架给系统提供简洁的操作接口,选择的平台是 Windows95/NT,接口是 Windows 的 OLE 技术,利用 Virsual Basic5.0 实现。主要功能是:网络安装和配置、网络维护和网络监控采用该软件是在 Windows95 的环境下全 32 位编程;采用客户/服务的方式,网络上任意的一个 NSI 节点都可以通过其对网络进行管理,使网络有很好的灵活性。主要功能有以下三个方面:

a) 网络安装:通过 Service pin 按钮或手动的方式获得节点的 Neuron ID,并通过 Neuron ID 定位来设定节点的逻辑地址和配置参数。并将物理上互连的应用节点进行逻辑上的连接,即对节点分配逻辑地址——域、子网和所属的组。优先级设置、网络变量和显示报文的互连、信息发送方式:发送无响应、重复发送、发送应答和请求响应,然后将网络变量互连起来。

b) 网络维护:系统维护主要包括两方面:维护和修理。维护主要是在系统正常运行的状况下,增加删除节点设备,以及改变网络变量显示报文的内部连接。网络修理,它是一个错误设备的检测和替换的过程。由于采用动态分配网络地址的方式,使替换出错设备非常的容易,只需从数据库中提取旧设备的网络信息下载到新设备既可,而不必修改其它网络上的其它设备;

c) 网络监控:本装置提供给用户一个系统级观察修改网络变量和显示报文的服务,用户可以在网上任意 NSI 节点,甚至通过远程遥控的方式(如 Internet)监控整个系统。

3.4 通信实现

当网络安装完毕,保护系统各个节点之间的通信与监控机运行无关,保护系统与保护系统之间的通信是自动的,操作时只要将数值赋予输出的网络变量,启动网络发送,这样相应的输入的网络变量就获得正确的数值。

监控机在本装置中主要是用于网络监控、设备管理及与上位机通信。保护系统采用“黑模式”结构,其运行状况均可依靠监控机实时进行监控。保护系统与监控机关系如下:保护系统是完全被动的,只有通过监控机触发,才能将信息送至监控机。

监控机通过一系列窗体提供了完备的人机接口功能,这些功能都是基于 LON 网这一前提。

本装置的“主窗体”中间为变电站母线系统接线图,标明了各隔离开关的开合状态(红色表示闭合,绿色表示断开),右上角为一时钟。窗体左上角为三个命令按钮,窗体底部为五个状态灯,分别指示 A、B、C、D、E 五个计算机系统的运行状态,状态灯为绿色表示该相“正常”,黄色表示“异常”(网络异常),红色表示“离线”(该相已退出运行)。

“设备监控”窗体包括方式字管理、报告管理、时钟管理、定值管理、IO 管理、压板管理、失灵管理。

“报告管理”窗体涉及到故障报告、采样报告、自检报告、定值报告。

a) 故障报告反映故障时间,故障电流、电压的采样值、故障类型及故障时刻各个保护的状态,它可实现对“本次故障”、“前一次故障”、“前二次故障”报文的管理。

b) 采样报告反映各连接元件的电流,各母线电压的采样值。

c) 自检报告对保护系统各个节点的每个硬件环节进行巡检。

d) 定值报告汇总了保护系统各个节点的定值报告,以供查询、存档。

此外对于故障报告、采样报告具有以下功能:

a) 显示某一通道相应的采样值。

b) 可以查看采样值的波形。

c) 可打印出故障报告。

d) 将本次报告存盘,存档。

4 结论

本文根据母线保护的具体特点,提出了基于 LON 网络的微机母线保护装置的系统及结构。实践证明本方案是可行的,具有较高的可靠性,系统扩展、升级容易,可以应用于其它领域。(下转 53 页)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大力发展的一种先进技术,具有很高的频谱利用率,以 64QAM 为例(见图 2),其原理如下:输入的数据信息被分为同相与正交两路为 3 位二进制码,经信号映射、滚降滤波成形、正交调制,然后相加得到 64QAM 调制,由于输入数据被分成 6 个信道,那么经过 QAM 调制后信号所占用的最小带宽为 fb/6。

为了满足电力系统通信业务日益增长,许继集团正在研制全数字载波机,其性能如下:

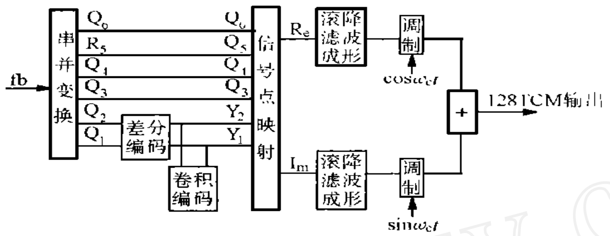


图 3　128TCM 原理方框图

①采用 128TCM 调制(见图 3),在 4kHz 内传输数据的速率为 14.4kb/s 或 19.2kb/s,在 16kHz 带宽内可传输的数据速率为 81kb/s,可与标准的 64kb/s 数字通道相连接。TCM 调制将纠错编码与 QAM 合为一体,使信号间的最小有效距离增加,在相同的速率、相同的带宽、相同的误码率的情况下,所要求的 S/N 比 QAM 低 3～6dB。

②采用话音压缩技术,将话音压缩到4.8kb/s,在传输速率为 14.4kb/s 时,可传输两路话音、两路 1.2kb/s 的远动信息,在传输速率为 19.2kb/s 时,可传输三路话音、两路 2.4kb/s 的远动信息。

③具有交替复用功能,平时传送话音、远动信息。故障时中断话音、远动信息的传输,用全功率来传输保护信号。

④具有网管功能

新一代的载波机具有完善的微机管理系统和人机对话界面,整机的测试、话音和远动信息通路数的调整、远动信息传输速率的设定,基本上用微机来实现。

⑤具有丰富的用户接口,易与程控交换机、光纤、微波等设备连接,易于组网和扩容。

⑥采用 SMT 生产工艺,使设备小型化,提高产品的可靠性。

总之,数字通信的发展,给电力线载波通信开辟了极为广阔的前景,数字载波机极大地提高了传输容量,大大地减少了电力线载波通信所需通道的数量,有效地节约了运行频率资源。采用数字通信技术对电力线载波通信网络进行扩展和改进,无论在经济上还是在技术上都是最佳选择方案。

参考文献:

[1]　王奎甫,朱延璋.单边带载波机的几种调制方法.继电器,1995,(3).
[2]　姚彦等.数字微波中继通信工程.人民邮电出版社,1991.
[3]　王奎甫,李为民,薛民.数字式载波机调制方法的探讨.电力系统通信,1998,(6).
[4]　傅海阳.SDH 数字微波.人民邮电出版社.

Some viewpoints on the current state and development direction of PLC communication

WANG Kui-pu, SUN Wei, XU Xin-guo, YU Tao
(XJ Changhan Communication Equipment Co.Ltd, Xuchang 461000, China)

Abstract: The developing history of PLC communication and the application of digital communication technique on the PLC communication are described.

Keywords: QPSK modulation; 64 QAM modulation; voice compression; 128TCM modulation

(上接第 32 页)

An development of the numberical busbar protection based on the LON network

CHENG Li-jun
(North China Electric Power University, Beijing 100085, China)

Abstract: The struction of the numerical busbar protection based on LON network is presented. The multi-CPU and hierarchical structure is used in the protection. The high-level industrial computer system (PENTIUM 233 CPU) serves as master-computer and provides the management and man-machine interface based on Windows 95/98/NT with Chinese language. The STD-industrial computer (intel 80386EX CPU) is used to realize the protective function.

Keywords: network; computer communicaton; network variable; numerical busbar protection

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net