

基于 VxWorks 和 MC68332 的变电站测控系统驱动程序设计

陈连玉¹, 李会榜², 侯元文³

(1. 江苏技术师范学院电信学院, 江苏 常州 213001; 2. 河南禹州市电业局, 河南 禹州 452570;
3. 河南济源供电公司, 河南 济源 454650)

摘要: 本测控系统中采用具有 32 位 CPU 的 MC68332 作为主控微机, 下级采集节点采用 80C196 以采集变电站的遥信量与遥测量。同时应用嵌入式实时多任务操作系统 VxWorks。设计了主控微机与采集节点之间交互的 CAN BUS 驱动程序以及主控微机与后台连接的以太网驱动程序, 并简单叙述了系统的 flash 的管理方案。通过应用证明本系统不仅满足电力系统的要求, 与常用的电力自动化设备相比还具有成本低, 占用空间小的优点。

关键词: VxWorks 嵌入式操作系统; CAN 总线; MC68332 单片机

Driver design of measurement-control system of power substation based on MC68332 and VxWorks

CHEN Lian-yu¹, LI Hui-bang², HOU Yuan-wen³

(1. Department of Electrical and Information Engineering, Jiang Su Teachers University of Technology, Changzhou 213001, China; 2. Yuzhou Electric Power Bureau of Henan, Yuzhou 452570, China; 3. Jiyuan Electric Power Supply Co. of Henan, Jiyuan 454650, China)

Abstract: In this measure-control system, MC68332 with 32 bit CPU is used as master and 80c196 is used as slave port to collect remote measurement data and remote signals of switch in power substation. And the embedded, real-time and multi-task OS, VxWorks is used. The CAN BUS driver by which master micro-computer can interactive with slave is designed. And Ethernet driver which used to link master micro-computer with backstage management computer is designed too. It has been tested by application that the measure-control system is not only can satisfy the power system, but also has merits of low cost and small size compares with ordinary automatic equipment for power system.

Key words: VxWorks Embedded OS; CAN BUS; MC68332 SCM

中图分类号: TM76; TP36 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)23-0076-05

0 引言

目前, 在我国有许多小型的变电站、小型的水力发电站, 通常它们所处的地理环境恶劣, 而且所有的要测量的信号不多, 一般有不超 128 个遥信量、128 个遥测量与数十个遥控量。一般常用的自动化系统大多采用高档的嵌入式工业控制计算机及其附件, 可以测量、控制数千个遥信量、遥测量与遥控量。如果小型电站采用这样的设备, 不仅会增加成本与资源的浪费, 还需要比较大的空间。本测控系统中硬件平台采用具有 32 位 CPU 的 MC68332 微控制器, 应用嵌入式实时多任务操作系统 VxWorks, 不仅可以有效完成数据的采集、传输与控制。由于 VxWorks 抢占式和时间片轮转调度、多任务间应用消息队列信息交换、快速任务切换、中断支持、微内核设计减少了系统开销; 同时

MC68332 的频率高达数十兆赫兹使得系统的实时性与可靠性同样可以达到要求。这样在满足要求的前提下既节约了成本又缩小了装置的空间需要。

1 系统结构

如图 1 所示。系统由 MOTOROLA 公司的 MC68332 单片机为主控微机, 29F040 是 512K 单电源供电的 FLASH-ROM, 用来扩展程序存储器; 应用高速存储器 DRAM42 扩展数据存储器; EPM7128STI100-15 是高性能的 EPLD, 用以扩展 I/O 口和逻辑控制。主控微机与下位机采用 CAN 总线连接, 与后台调度以以太网方式连接, 与电力调度以 RS232 串行口通信方式通信。下位机采用 INTEL 公司的 80C196 单片机为变电站遥信与遥测信号的采集节点以及遥控信号的执行节点。

1.1 MC68332

本系统硬件平台采用的 MC68332 微控制器, 具有下列特点: (1) 32 位 CPU。(2) MC68332 微控制器具有较低的功耗。(3) 片内的锁相环 (PLL) 电路产生所需的外部时钟频率, 这就使得噪声低、抗干扰能力强, 容易满足电磁兼容性 (EMC) 的要求。(4) 系统集成模块 (SIM)。该模块由外部总线接口 (EBI)、片选控制、系统保护子模块、测试子模块和系统时钟组成。外部总线基于 MC68020 总线, 提供 24 根地址线、16 根数据线及用于数据传送和中断请求等功能的控制信号线。数据总线允许 8 位和 16 位访问方式, 并允许动态改变总线宽度。(5) 队列串行模块 (QSM)。该模块为 MC68300 系列微控制器提供两个独立的串行通信接口, 它们分别是对列串行外围接口 QSPI 和串行通信接口 SCI。除此之外, MC68332 还有一些自己特有的功能, 包括 2kbRAM、半智能化的定时处理单元 (TPU)。TPU 是 MC68332 最具特色的模块之一。它有自己的执行单元、3 级优先级控制器、数据 RAM、双定时基准和微程序 ROM 等。它可独立于 CPU 之外, 执行各种定时、频率测量等与时间有关的操作, 可大大减轻 CPU 的负担。

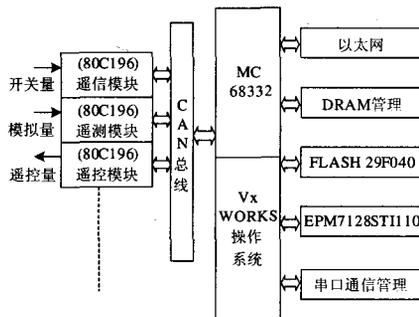


图 1 组成框图

Fig.1 Block diagram

1.2 VxWorks

VxWorks 操作系统是美国 WindRiver 公司设计开发的一种嵌入式实时操作系统 (RTOS), 是 TornadoII 嵌入式开发环境的关键组成部分。VxWorks 是一款优秀的实时多任务操作系统, 具有抢占式调试、中断延迟小等特点。提供了高效的实时任务调度、中断管理, 实时的系统资源以及实时的任务间通信。其核心功能主要有微内核, 任务间通信机制, 网络支持, 文件系统和 I/O 管理, POSIX 标准实时扩展, 以及 C++ 等其他标准支持。是可裁剪的运行软件。目前应用于嵌入式器件十分普遍, 并且取得很好的效果。

1.3 CPU 中断资源分配

见表 1 所示。

表 1 Mc68332 中断资源分配

Tab.1 Distributing of interrupt resource of Mc68332

中断向量分配	IRQ1	IRQ2	IRQ3	IRQ4	IRQ5	IRQ6	IRQ7
	空	时钟脉冲输出	按键	网络接收	CAN 网	秒脉冲	空

2 CAN 总线驱动设计

2.1 地址译码与驱动方式

CAN 偏移地址分配如下: 00H~FFH SJA1000 的寄存器; 00H~FFH 对该范围内的任意地址进行读写操作均可导致 CAN 硬件复位。

VxWorks 操作系统有两种方式实现驱动。一种方式是把设备驱动程序作为独立任务实现, 直接在顶层任务中实现硬件操作, 完成特有专用的驱动程序, 可以实现 I/O 子系统的层次模型。第二种方式是, VxWorks 的 I/O 系统将设备程序作为内核过程实现。这种方式便于实现 I/O 子系统的层次模型, 便于文件系统一起把设备作为特殊文件处理, 提供统一的管理、统一的界面和统一的使用方法, 并把设备、文件及网络通信组织成为一致的更高层次的抽象, 为用户提供统一的系统服务和用户接口, 但是需要更多的系统资源。我们选取第一种驱动方式。作为 I/O 系统和硬件设备之间的连接层, VxWorks 驱动就是实现对硬件操作, 为 I/O 系统提供服务。实现一个完整的驱动, 必须了解 VxWorks 下 I/O 的三个基本元素: File、Driver 和 Device。File 是为用户提供访问设备的统一接口; Driver 是实现具体的基本控制函数, 也就是实现 I/O 系统所需要的接口; 而 Device 则是一个抽象的硬件设备, 是一系列的结构体、变量和宏定义对实际物理设备的定义。一般而言, 实现一个驱动应该有三个基本的步骤: ①用编程语言完成对实际物理设备的抽象; ②完成系统所需要的各类接口及自身的特殊接口; ③将驱动集成到操作系统中。其流程如图 2, 具体编程见 2.4。

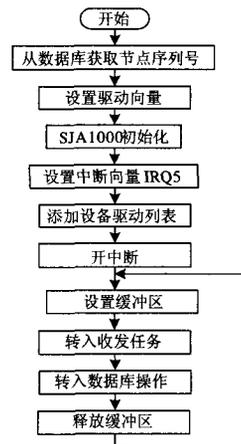


图 2 CAN bus 驱动流程图

Fig.2 Flow diagram of CAN bus driver

2.2 VxWorks I/O 系统驱动程序框架

VxWorks 为各种设备（包括字符设备、块设备、虚拟设备及网络设备）提供统一的访问接口，包括七种基本的 I/O 函数：open(filename、flags、mode)，create (filename、flags) ,read(fd、&buf、nBytes)，write(fd、&buf、nBytes)，ioctl(fd、command、arg)，close (fd) 及 remove (filename)。I/O 系统所起的作用就是，把用户请求分配到与设备对应的驱动例程中去。VxWorks 系统中有一个驱动程序列表，其形式如表 2 所列。

表 2 设备驱动程序列表

Tab.2 List of device driver

驱动 号码	create	remove	open	close	read	write	ioctl
1	ca Open	NULL	ca Open	ca Close	ca Read	ca Write	ca Ioctl

I/O 系统可动态调用 iosDrvInstall()函数将设备的驱动例程（即 XXOpen()、XXClose()、XXRead()等加入到设备驱动列表中，同样，系统中有一个设备列表，每个设备对应于设备列表中的一项，每一项包括设备名称和设备驱动号，同时包括一个设备描述的结构。该结构第一个变量是 DEV_HDR 类型的变量 DEV_HDR。

DEV_HDR 的定义如下：

```

Typedef struct{
DL_NODE node; /*设备列表节点*/
short drvNum; /*驱动号码*/
char *name; /*设备名*/
}DEV_HDR;

```

系统调用 iosDevAdd(), 可以将设备加入到设备列表中。系统中将驱动和设备联系起来的就是文件描述符列表, 每个文件描述符列表除了包括驱动号、设备 ID 外, 还包括文件名、可用标志和指向 DEV_HDR 的指针。系统每次成功执行 open(), 返回一个文件描述符, 这样对于设备的 read()、write() 及 ioctl () 就可以通过文件描述符进行。文件描述符表 (调试时调用 iosFdShow()查看) 如下: 系统启动时 (一般挂载在 usrroot()), XXDrv() 和 XXDevCreade() 便将设备及其驱动加入相应的列表中。

2.3 设备驱动程序的访问过程

CAN 驱动程序的访问过程。(设备名“/can/1”并且以 CAN 设备驱动程序为例, 上述中的 XX 在这里用 Can 代替。)

- ① open(“/can/1”,O_RDWR,0644)
- ② I/O 系统在设备列表中寻找设备名为/can/1

的设备项, 找到相应的设备驱动号。

③ I/O 系统在文件描述符中保留一个文件描述符空间。

④ I/O 系统在设备驱动列表中找到对应的 CanOpen(CAN_DEV*PCAN_DEV, UBYTE *remainder, int flags), 该驱动例程返回设备描述符的指针。

⑤ I/O 系统将设备描述符的指针存储在文件描述符列表的 Device ID, 同时将对应的设备驱动号存储在文件描述符的 Driver num 项。最后 I/O 系统返回该描述符项的索引 (即为 fd) ⑥ 这样应用程序中的 read()和 write () 等函数调用就可以根据 fd 找到相应的设备驱动号, 进而找到相应的驱动例程。

2.4 CAN 驱动程序的实现

CAN 驱动程序的实现即是完成下面 6 个函数与 1 个结构体的编写。下面简要介绍其完成的功能, 并用伪指令进行说明。

```

int drv_num; /*驱动号码*/
typedef struct {
DEV_HDR Pcanhdr; /*这个数据结构必须放在设备描述符的最初部分*/
..... /*其余与驱动有关数据*/
}CAN_DEV; /*CAN 设备描述符*/
CAN_DEV can_chan_dev;
STATUS CanDrv(void){
完成驱动的一些初始化;
intconnect(); /*连接所选的 IRQ 与中断处理函数*/
sysIntEnablePIC(); /*68332 允许中断*/
drv_num=iosDrvInstall(CanOpen,NULL, CanOpen,
CanClose, CanRead,CanWrite, CanIoctl); /*将设备驱动例程装入设备列表中*/
}
/*iosDrvInstall()将设备的 CAN 驱动例程加入设备驱动列表中, 7 个参数为 7 个驱动例程的进入点(entry point), 如果没有某个例程, 则传递 NULL。*/
STATUS CanDevCreate () {
完成一些设备初始化;
iosDevAdd (&Can_chan_dev.pCANHDR,“can0” ,
drv_num); /*将设备放入设备驱动列表中*/
}
int CanOpen(CAN_DEV *pCan_Dev,UBYTE
*remainder,int flags){
CAN 卡硬件复位
CAN 卡关中断
CAN 卡进入软件复位模式

```

设置 CAN 卡工作寄存器,如接收码寄存器和屏蔽码寄存器等

CAN 卡开中断和进入操作模式

```
Return((int)pCan_Dev); /*注意必须返回设备描述结构指针*/
```

```
}
int CanRead(int CAN_DEV_ID,UBYTE * buf,int nBytes){
```

等待信号量 (该信号量由中断处理例程释放)

从接收缓冲区读取数据

释放接收缓冲

返回接收数据数量

```
}
```

```
int CanWrite(int CAN_DEV_ID,UBYTE* buf,int nbyte){
```

查询发送缓冲是否可用

向发送缓冲区写数据

命令发送

查询发送完成标志

返回发送数据数量

```
}
```

```
void interrupt_handle_routine(int arg){
```

处理中断事件;

发送 (释放) 信号量;

```
}
```

3 以太网驱动设计

3.1 设计思想

VxWorks 支持两种形式的网络驱动,一种是 BSD 驱动支持通用的 BSD4.4 网络,API 结构等和大多数 BSD 网络的驱动类似。另一种是 END 网络驱动,是 VxWorks 独有的,根据 VxWorks MUX 接口编程,不过 END 驱动在底层也要转换成 BSD 的形式。

本系统采用 100M 以太网和 TCP / IP 网络通信协议,在网络通信层达到了资源共享。VxWorks 网络结构与 OSI 参考模型相比是在 IP 层和链路层之间有一 Mux 层,屏蔽了网络层和数据链路的直接交互,通过增强型网络驱动(Enhanced Network Drivers)实现 IP 层与链路层之间的数据交互。该驱动向上通过 Mux 层与 IP 层相连,向下与链路层直接相连,从而在 IP 层与链路层之间建立一个数据传输通道。此结构与以太网控制器中为其驱动定义的控制结构相类似。

3.2 基于 VxWorks 的 TCP / IP 数据封装

在 68332 中嵌入 VxWorks 后,可以实时完成把

采集到数据进行 TCP / IP 协议封装。VxWorks 提供支持嵌入式器件内核的板级支持包以及 TCP / IP 工具包。在 68332 上配置 VxWorks 的方法如下:

首先要调试 VxWorks 在 68332 上的 BSP,其中 config 是一个重要的配置文件。该文件中最需要关注的部分就是对存储空间的配置,如下:

```
#define ROM BASE ADRS 0x01000000 /*Flash 起始点?*/
```

```
#define ROM TEXT ADRS 0x01000000 /*ROM 的开始地址*/
```

```
#define ROM SIZE 0x00100000 /*VxWorks 占用的/
```

```
#define RAM LOW ADRS 0x00001000 /*VxWorks~镜像进入点*/
```

```
事实上#define RAM HIGH ADRS 0x00100000 /*为 ROM 启动的 RAM 地址*/
```

相应的,在 MAKEFILE 文件中对内存的设置要与上面相同,如下:

```
ROM_TEXT ADRS="01000000#ROM" entry address
```

```
ROM WARM_ADRS=01000004#ROMwarmentry address
```

```
ROM SIZE="00100000#numberofbytes" ofROM space
```

```
RAM_LOW ADRS="00001000#RAM" text / data address(bootrom]
```

```
RAM_HIGH_ADRS=00100000#RAMtext / data address(bootrom)
```

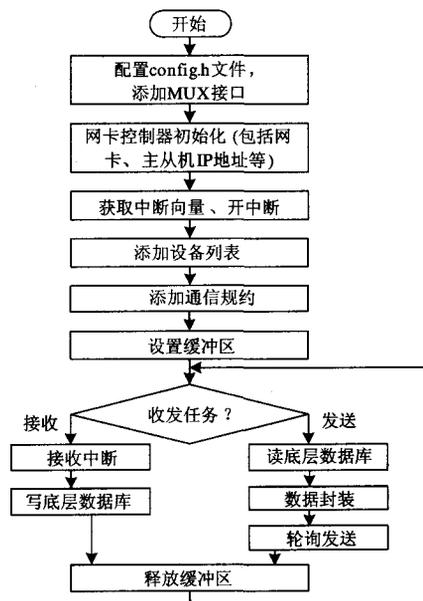


图3 以太网驱动流程图

Fig.3 Flow diagram of Ethernet driver

在 VxWorks 系统中数据封装的封装作如下配置: 为了及时响应外部的数据读取请求, 68332 的软件中采用中断处理方式读取 80C196 采集的数据或者向 80C196 写入遥控数据。为了保障连续的采集和传输, 对于这部分数据缓存采用“乒乓法”。待当前缓存区存满时, 从中断处理程序中释放一个二进制信号量给上传任务, 由上传任务负责 TCP 数据封装, 并且数据存储的指针切换到另一块缓存区。VxWorks 使用与 BSD4.4 Socket 兼容的 TCP / IP 网络协议栈。目前, 基于 BSD4.4 UNIX Socket 的网络应用程序可以很方便的移植到 VxWorks 中来。驱动程序大体分为四部分: 控制器的初始化、中断处理和数据库管理、数据帧的接收和数据帧的发送。流程图如图 3。

4 FLASH 管理设计

4.1 管理方案

VxWorks 中采用文件系统来操作存取设备的方式, 得到广泛的应用。VxWorks 提供与 MS-DOS 兼容的 dosFs 文件系统供 I/O 接口调用, 但 dosFs 文件系统本质上容易受到某种类型磁盘故障的影响, 导致更新过程中数据结构不一致性, 而且 dosFs 文件系统是一个不考虑容错性能的文件系统, 没有考虑 FLASH 操作的特殊性, 对于底层驱动程序中 FLASH 命令字方式导致的写入错误无法处理。VxWorks 可选 M-System 公司专为 VxWorks 定制的 TrueFFS 组件, TrueFFS 提供了面向 FLASH 的专用文件系统。

TrueFFS 文件系统使用 block-to-flash 转换系统将闪存视为普通块设备。基于动态维护的映射图使 FLASH 索引成一系列连续块。进行数据写入时, 如果目标块已写有数据, TrueFFS 另找空闲区写入, 待数据安全写入后, TrueFFS 更新映射图, 将该块指向写入的新 FLASH 地址。

4.2 实现过程

根据文件管理方案, 假定用户可修改的 FLASH 块数为 512, 其中前后两个管理区占用 64 块, 数据区可用 448 块。任何时刻, 处于活动状态的管理区只有一个。在更新数据的时候, 首先更新处于活动状态的管理区, 然后写入数据文件, 等待写入稳定后, 更新另一个管理区, 然后将另一个管理区置为当前活动状态, 原先管理区置为非活动状态。这样可以保证在数据文件写入失败时, 通过两个管理区管理信息的一致性来识别数据的有效性。

FLASH 块列表的每个字节对应一个扇区的占用情况, 1 表示该扇区已分配, 0 表示该扇区未分配,

0xff 表示该扇区坏死, 不能使用。

文件信息记录位置按照系统配置好的处理机数目采用固定顺序存放。更新任何一个数据文件之前, 要更新该文件的信息记录, 确定该文件操作状态, 版本信息和存放位置。系统需要从 FLASH 读取数据时, 首先比较两个 FLASH 管理区管理信息是否一致。如果一致, 认为数据有效, 直接读取; 如果不一致, 则说明存在 FLASH 操作异常, 向系统操作维护控制台(OMC)告警, 并通知应用程序请求向 OMC 下载写入新的数据文件。

当需要删除 FLASH 上数据文件时, 只需将管理区中该文件操作状态置成“无效”, 并将其占用的扇区置成“未分配”状态, 然后更新 FLASH 管理区信息即可。

5 结论

变电站中遥信、遥测信息的测量与开关等设备的遥控不仅要求要有一定的精度, 还要具有实时性高、可靠性高的特点。本测控系统在 MC68332 平台上应用 VxWorks 操作系统, 完全可以达到电力系统自动化的标准与要求, 同时与一般电力系统自动化设备相比, 具有体积大大减小、成本低的优点。经过西藏拉萨、云南丽江、山西阳城等地应用, 用户反映良好。

参考文献

- [1] 张宁. MC68332 单片机结构与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.
- [2] 王金刚. 基于 VxWorks 的嵌入式实时系统设计基于 VxWorks 的嵌入式实时系统设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 陈卫民. MC68332 单片机在电力信号检测监控中的应用[J]. 电子工程师, 2004, 30 (9): 6-8.
CHEN Wei-min. The Application of MC68332 Single Chip Microcomputer to Power Signal Measurement [J]. Electronics Engineer, 2004, 30 (9): 6-8.
- [4] 马玲. VxWorks 操作系统在振动台测控系统中的应用[J]. 辽宁科技学院院报, 2005, 7 (4): 14-15.
MA Ling. An Application of the Operating System Vxworks to the Measure and control System of Vibration Platform[J]. Journal of Liaoning Institute of Science and Technology, 2005, 7 (4): 14-15.
- [5] 王海欣. MC68332 系统在线编程方法[J]. 微处理机, 2006, 27 (1): 92-93.
WANG Hai-xin. ISP Method of MC68332 System[J]. Micro-processor, 2006, 27 (1): 92-93.
- [6] 解月江. VxWorks 下 PC/104-CAN 驱动程序设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2003 (7): 25-27.

(下转第 91 页 continued on page 91)

参考文献

- [1] 续建国.断路器失灵保护有关问题的探讨[J].继电器, 2003, 31(11): 61-62.
XU Jian-guo Study on Some Problems of Breaker Failure Protection[J].Relay,2003, 31(11): 61-62.
- [2] 丁书文.断路器失灵保护若干问题分析[J].电力系统自动化,2006, 30 (3): 89-91.
DING Shu-wen. Analysis on Some Problems of Breaker Failure Protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2006, 30(3):89-91.
- [3] GB/T 14285—2006,继电保护和安全自动装置技术规程 [S].
GB/T 14285—2006Technical code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].
- [4] 王梅义.高压电网继电保护运行与设计[M].北京: 中国电力出版社, 1995.
WANG Mei-yi.High Voltage Power Network Relay Protection Operation and Design[M]. Beijing: China Electric Power Press 1995.
- [5] 内桥接线方式中断路器失灵保护的探讨[J].贵州电力技术,2003, 10: 4-5.
Analysis of Internal-Bridge Connected Breaker Failure Protection[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2003, 10: 4-5.
- [6] CSC-150 数字式母线保护装置说明书.北京四方继电保护自动化股份有限公司.2006.04: 27
CSC-150 Digital Bus Protection instruction Beijing sifang automation Co., Ltd. 2006.04: 27
- [7] SG B750 系列数字式母线保护装置技术说明书.V1.0 国电南京自动化股份有限公司.2004, 6: 14.
SG B750 series Digital Bus Protection technical specification instruction V1.0.Guodian nanjing automation Co., Ltd. 2004, 6: 14.
- [8] RCS-915AB 微机母线保护装置技术说明书.南瑞继电电气有限公司,2004, 6: 17.
RCS-915AB type Micro-computer Bus Protector technical specification.Nanjing Nari-Relays Electric Co., Ltd., 2004, 6: 17.
- [9] 鲁文军.WSL-100微机型断路器失灵保护装置的研制[J]. 电力系统自动化,2004, 28(12): 95-97.
LU Wen-jun.WSL-100 type Micro-computer Breaker Failure Protection's Development[J].Automation of Electric Power Systems,2004, 28 (12): 95-97.
- [10] 王梅义.高压电网继电保护运行与设计[M].北京: 中国电力出版社.
WANG Mei-yi. High Voltage Power Network Relay Protection Operation and Design[M]. Beijing: China Electric Power Press.

收稿日期: 2008-09-01; 修回日期: 2008-10-13

作者简介:

宋友文(1980-), 男, 本科, 助理工程师, 从事电力设备管理工作。 E-mail: onkw2000@yahoo.com.cn

(上接第 80 页 continued from page 80)

- XIE Yue-jiang. Programming of PC/104-CAN Driver under VxWorks[J]. Microcontrollers & Embedded Systems,2003 (7): 25-27.
- [7] Wind River. VxWorks 网络程序员指南[M].北京: 清华大学出版社, 2003.

收稿日期: 2008-06-30; 修回日期: 2008-09-05

作者简介:

陈连玉(1971-), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向是嵌入式系统、随动控制。E-mail: chenly4254@sina.com

李会榜(1965-), 男, 工程师, 主要从事电力系统运行调度工作;

侯元文(1973-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护管理和整定计算工作。

(上接第 87 页 continued from page 87)

- Instruction of PST1200 Series Digital Transformer Protection Equipment[Z]. State Grid Nanjing Automation.
- [3] 江苏省电力公司.电力系统继电保护原理与实用技术[M].北京: 中国电力出版社.
Jiangsu Electric Power Corporation. Principle and Application of Electric Power System Relay Protection[M].Beijing:China Electric Power Press.

收稿日期: 2008-04-30; 修回日期: 2008-05-23

作者简介:

刘志远(1970-), 男, 高级工程师, 从事继电保护管理工作; E-mail:liuzhiyuang@nx.sgcc.com.cn

李玉芳(1969-), 女, 高级工程师, 从事继电保护管理工作。