

基于 RTOS 与 DSPs 的微机保护装置

费怀胜¹,李志勇¹,余义传¹,张建华²

(1. 许继电气股份有限公司,河南 许昌 461000; 2. 郑州中法供水有限公司,河南 郑州 450002)

摘要: RTOS 和 DSPs 已在各行各业的嵌入式系统中广泛应用。文中分析了基于 RTOS 与 DSPs 的微机保护的特点,并结合实际项目,采用 Nucleus Plus 和 TMS320C32 开发了一系列的中低压保护装置。实践证明,在微机保护中引入 RTOS 和 DSPs,会使微机保护性能更加完善、可靠。

关键词: RTOS; 实时; 多任务; DSPs

中图分类号: TM774 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)07-0061-03

1 引言

自从国内第一代微机型保护运行到现在,我国电力系统的微机型保护得到了迅速发展,已在电力系统得到了广泛应用。从早期的 8 位机,到现在 16/32 位机,性能得到了提高,运算能力也大大加强了。

微机保护的性能及其可靠性取决于软、硬件,因此软件的编写和硬件的选择是一项关键性的工作。我们在编写软件时,通常先画好流程图,然后按着流程图来编程,一般是一个无限循环,循环中调用相应的函数(子程序)完成相应的操作(称为后台行为或任务级);用中断来处理随机事件(称为前台行为或中断级)。程序流程如图 1 所示。任务的响应时间取决于后台循环执行的时间(在不同的状态或运行

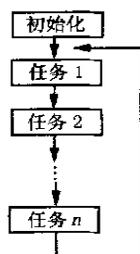


图 1 单任务程序流程

Fig. 1 The flow of single task

方式下,执行时间不同),程序经过某一点的时间不能确定,程序修改了,循环时序就受到影响。这种编程方法,使得程序开发周期长,修改困难,任何一处受到破坏,就会死机。在 8 位机时代,还不算明显,随着 16/32 位机的使用及系统复杂性的增加,表现的越来越明显了。这种传统的前台/后台程序开发机制已不能满足日益复杂和多样化的微机保护的应用需求,采用 RTOS 来开发微机保护应用程序,现已

成为开发人员的发展方向。

目前运行的微机保护装置大多数为 16 位单片机,对于常规的保护其性能基本能满足。但 16 位单片机往往受到运算速度等因素的影响,不易实现更复杂的算法和更高采样速率。随着微电子和半导体技术的发展,DSPs 已运用在了众多领域。由于 DSPs 的强大数字信号处理能力,越来越受到开发人员的青睐。

2 关于 RTOS(Real Time Operating System)实时操作系统^[1,3]

实时操作系统是一段在系统启动后,首先执行的背景程序。用户的应用程序是运行于 RTOS 之上的各个任务,RTOS 根据各个任务的要求,进行资源管理、消息管理、任务调度,异常处理等工作。实时多任务内核是 RTOS 的关键部分,基本功能包括任务管理、定时器管理、存储管理、资源管理、事件管理、系统管理、消息管理等。RTOS 与其它 OS 相比主要特征是规模小、可裁剪、微内核。

在 RTOS 机制下开发多任务程序,CPU 的运行时间被划分为许多小的时间片,RTOS 按照某种调度算法分别分配给不同的任务,多个任务分别在自己的时间片内访问 CPU,达到微观上轮流运行,宏观上并发运行的多任务效果。程序流程如图 2 所示。

任务是单线程序列指令形成的一个无限循环,它有五种状态:休眠、就绪、运行、等待和中断。实时内核是通过任务控制块(TCB)来管理任务的。程序调用内核服务创建任务,并在任务中分配一个任务控制块,进行初始化,使任务进入就绪状态。实时内核以事件为基础,根据任务执行的状态,对任务进行切换,状态也随之变化。在实时任务中,内存中存在多个任务控制模块,以及各个任务独立的私有堆栈。

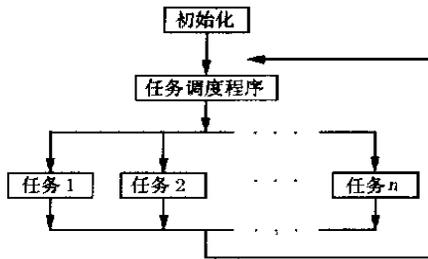


图2 多任务机制下程序流程

Fig.2 The flow of multitask

任务进行切换,首先要保存 CPU 寄存器内容到当前任务的_{任务控制块}中,然后从新任务的_{任务控制块}装载堆栈指针,并将新任务的上下文装载到 CPU 寄存器中,这样就从一个任务切换到另一个任务运行。

我们将要开发的系统功能进行分解,构造成几个不同的任务,每个任务负责完成系统应用要求的一部分功能,并根据其重要性,决定它的优先级,它们彼此独立运行。

RTOS 的使用,可以提高系统的可靠性。传统的线性程序,在遇到强烈的干扰时,程序任何一处产生死循环或破坏,都会引起死机,只有靠硬件(看门狗),进行复位、重新启动系统。在这种情况下,对于 RTOS 管理的系统,只会引起若干个进程中的一个破坏,并可用另外的进程对其进行修复。还可以提高产品的开发效率,缩短开发周期。一个复杂的应用程序,可以分解成若干个任务,每个任务的调试、修改几乎不影响其它模块。

使用 RTOS,使得应用程序的设计、扩展变得容易,不需要大的改动,就可以增加新的功能;且能使系统资源能得到更好的管理。但需增加额外的 ROM/ RAM 的开销,增加 2~5 个百分点的 CPU 额外负荷,以及开发成本的增加(RTOS 的价格)。

当今市场上有许多 RTOS 商家生产面向 8 位、16 位、32 位,甚至 64 位的 CPU 的 RTOS 产品。如:VRTX、QNX、VxWorks、Nucleus PLUS、OS-9、PSOSystem、LynxOS、WindowsCE 及国内的 Hopen 等。RTOS 除包含实时多任务内核外,还包括输入输出管理、视窗系统、文件系统、网络语言接口库、调试软件,以及交叉编译平台等。RTOS 已在各行各业应用,如:航空、军事、电力、通信及工业控制等领域。

3 关于 DSPs (Digital Signal Processors) 数字信号处理芯片^[2]

传统上,微控制器 MCU 和微处理器 MPU 是微机发展的两大分支,而 DSPs 是 MCU 的一种特殊变

形。它是一种具有哈佛结构,精简指令(RISC)的 CPU。

DSPs 片内有多条地址、数据和控制总线,可进行流水线操作,提高了 CPU 的处理能力;有硬件乘法器,乘法计算可由一条指令来完成;有专门的指令,进行数据处理;有 DMA 传输通道。其外部硬件部分和 MCU 相同,由地址、数据和控制三总线组成。在软件开发上,能更好地支持模块化编程。

市场上有多种 DSPs 可供我们选择。如:TI 公司的 TMS320 系列、ADI 公司的 ADS 系列、MOTOROLA 公司的 DSP 系列等。

DSPs 的使用,可极大地缩短数据处理的计算时间,不但可以完成数据采集、信号处理功能,还可完成运算、控制等功能。

4 RTOS 与 DSPs 在微机保护装置中的应用

我们采用美国 ATI 公司的 Nucleus Plus 实时操作系统,DSPs 选用美国 TI 公司的 TMS320C32,开发了一系列的中低压保护装置。

Nucleus Plus 是实时、抢先、多任务的内核。大约 95% 的 Nucleus Plus 程序是用 ANSI C 编写的,容易移植。我们以 Nucleus Plus 为开发平台,采用 C 语言和汇编语言混合编程,进行软件开发。

我们针对保护装置的实际情况,把整个系统分成保护、自检、显示、通信等几个任务,并把保护任务设置成最高优先级。各任务间彼此独立运行,任务间的通信通过全局数据或发送消息来实现,任何一个任务出现运行异常,其它任务正常运行。任务程序的结构如下代码所示:

```

VOID task-0(UNSIGNED argc, VOID *argv)
{
    STATUS status = (STATUS) argc + (STATUS) argv;
    // 任务初始化部分代码
    while (1)
    {
        // 任务功能代码
    }
}
  
```

TMS320C32 是 32 位的芯片,可进行浮点数运算。图 3 是以 TMS320C32 为核心构成的微机保护装置硬件系统原理图,在这个系统中,TMS320C32 完成采样、计算、保护逻辑判断及控制等功能。

在保护装置开发中,通过使用 RTOS,可进行并行开发,缩短了开发周期;任务间彼此独立,系统的

可靠性得到了提高。DSPs 的使用,提高了运算精度和速度。总之,保护装置的整体性能上了一个台阶。

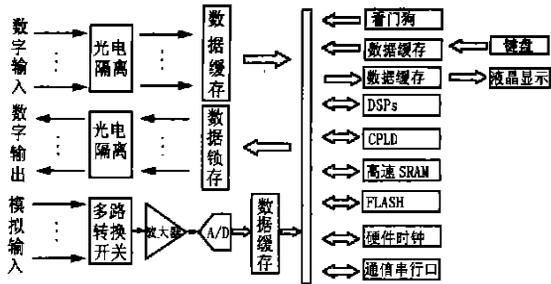


图3 系统原理图

Fig.3 The principle of system

5 结束语

继电保护是保障电力系统安全稳定运行的重要

手段。计算机化,保护、控制、测量、数据通信一体化和人工智能化是继电保护技术发展的趋势。RTOS 和 DSPs 应用在继电保护装置中,会使保护性能更加完善、可靠,更有效地担当起确保电网安全的重任。

参考文献:

- [1] Nucleus Plus Reference Manual [Z]. Accelerated Technology Inc, 2000.
- [2] TMS320C3X User's Guide [Z]. Texas Instruments, 1997, 7.
- [3] <http://www.embed.com.cn>, 2002.

收稿日期: 2002-12-06;

修回日期: 2003-03-20

作者简介:

费怀胜(1975 -),男,本科,主要从事继电保护及自动装置的研究与设计工作。

The computer protection based on RTOS and DSPs

FEI Huai-Sheng¹, LI Zhi-yong¹, YU Yi-chuan¹, ZHANG Jian-hua²

(1. XI Electric Corporation, Xuchang 461000, Chian; 2. Zhengzhou Sino French Water Supply Co. Ltd, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: RTOS and DSPs are already applied in every field. The paper analyzes the character of the computer protection which is based on RTOS and DSPs. The computer protection based on Nucleus Plus and TMS320C32 were designed in some projects. The application of RTOS and DSPs in the computer protection can make the function of the computer protection be more perfect and dependable.

Key words: RTOS; real time; multitask; DSPs

(上接第 60 页)

- [5] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术 [M]. 北京:水利电力出版社, 1992.
- [6] M V V S Yalla Beckwith Electric Co, Inc USA. design and development of A Digital multifunction relay for generator protection [A]. DPSP conference papers [C], 2001.

收稿日期: 2002-11-11

作者简介:

张延青(1975 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统微机保护;

焦彦军(1966 -),男,博士,副教授,从事电力系统微机保护教学、科研工作;

王增平(1964 -),男,博士,教授,从事电力系统微机保护教学、科研工作。

The design of a novel digital relay protection device

ZHANG Yan-qing, JIAO Yan-jun, WANG Zeng-ping, ZHANG Ju
(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: The hardware system of a novel microcomputer relay protection based on Motorola embedded microprocessor unit MPC555 is put forward, and the idea of its software based on Nuclues PLUS multitask real time operating system is introduced.

Key words: embedded microprocessor unit; MPC555; multitask real time operating system; Nuclues PLUS