

基于直接转矩和以太网接口的变频器设计

吕冰, 王军, 王瑞, 牛超

(西华大学电气信息学院 四川成都, 610039)

摘要: 工业控制从最初的 CCS, 经 DCS 到 FCS, 再到今天的工业以太网, 工业自动化水平逐步提升。为了将变频器接入工业以太网, 实现由以太网的实时运动控制。本系统采用基于 TMS320F2812 的微控制器和以太网控制芯片, 实现了异步电机的网络化控制。重点介绍了带以太网接口的嵌入式变频器的系统硬、软件设计, 最终研制出带以太网接口的嵌入式变频器。

关键词: 工业以太网; 变频器; TMS320F2812; 以太网接口

Abstract: From original CCS to DCS and FCS, and now the industry Ethernet network is applied as the automation level gradually improved. In order to connect frequency inverter to industry Ethernet network and achieve real time control by industry Ethernet, the MCU based on TMS320F2812 and Internet controller is used in this paper, achieving networked control of the Induction motor. The article introduces the designing of the hardware and software of the embedded inverter in detail first. Then, an embedded inverter with Ethernet interface has been designed.

Key words: Industry Ethernet; Frequency inverter; TMS320F2812; Ethernet interface

中图分类号: TM921.51

文献标识码: A

文章编号: 1001-9227(2008)04-0034-03

0 前言

根据国内外研究表明, 工业以太网已成为工业控制网络的发展方向, 成为继现场总线后的全球工业自动化技术的热点。通信技术的进步也使得以太网进入电机控制领域成为可能。而电机控制领域中直接转矩控制技术是继矢量控制技术之后发展起来的一种新型、高性能变频调速技术, 它不需要复杂的坐标变换也不需要依赖转子数学模型, 只是通过控制 PWM 型逆变器的导通和切换方式, 控制电动机的瞬时输入电压, 改变磁链的旋转速度来控制瞬时转矩, 在很大程度上解决了矢量控制方法中计算复杂、调速特性易受电动机参数变化的影响等一些问题。所以本文将两者结合, 采用 TI 公司推出的 TMS320F2812 电机控制嵌入式 DSP 和 RealTek 公司的以太网控制器 RTL8019AS, 组成以太网异步电机直接转矩控制系统来实现基于 Web 的变频器的远程控制和监视, 从而达到以太网进入电机控制领域的目的。

1 异步电机直接转矩控制原理^[1]

直接转矩控制系统基于电压空间矢量进行分析和控制, 通过引入坐标变换, 将电动机的电压、电流等物理量变换为矢量, 采用定子磁链定向, 在 $\alpha - \beta$ 两相静止坐标系下分析感应电动机的数学模型。根据 $u - n$ 模型, 可求得定子磁链的表达式和电磁转矩方程。得到定子磁链和电磁转矩后, 再与给定值进行滞环比较, 利用查表得到 PWM 逆变信号, 直接控制主回路逆变器的开关状态, 从而实时地控制电动机的

转矩。

2 硬件电路设计

嵌入式设备要实现网络接入首先需要解决的是与以太网的接口问题。关键是如何将通用计算机的网络接口器件应用于嵌入式网络系统。台湾 RealTek 公司生产的 RTL8019 以太网接口芯片正好能满足这一要求。本文以 TI 公司生产的 DSP 芯片 TMS320F2812 为控制平台, 应用 RTL8019 以太网适配器具体实现了 DSP 嵌入式系统接入以太网的功能。

(1) 芯片简介

TMS320F2812 是 TI 公司 2003 年正式推出的 32 位定点 DSP 芯片, 是目前工业控制和机器人控制等领域中最高档的 DSP 之一。该芯片性能优越, 比起 TMS320LF2407A 来讲, 各项性能指标都有了显著的提高。该芯片资源非常丰富, 可大大简化外围电路设计。它具有用于高速信号处理和数字控制功能所必需的结构特点, 同时还具有单片电机控制应用方案所需的外设功能。TMS320F2812 片内的事件管理器可以为电机提供高速、高效和全变速的先进控制技术。这种高速的实时运算能力可以用来实现大多数的算法, 当然包括直接转矩控制算法, 同时其外围模块更是能够符合数字化电动机控制应用的实际需求, 所以选用此芯片作为实现直接转矩控制系统的核心处理单元。

RTL8019AS 是台湾 REALTEK 公司设计开发的一种高集成度的全双工以太网控制芯片, 具有三级低功耗特性, 是绿色计算机 (Green PC) 的理想网络设备, 也特别适用于要求

低功耗的单片机系统。因其优良的性能、低廉的价格,使得在市场上10Mbps ISA总线网卡中占有相当大的比例。

(2) 主电路系统^[3-5]

主电路系统采用交一直一交电压型变频电路,由主电路、控制电路和驱动隔离电路等组成。主电路由三相全波整流、电容滤波和智能功率模块PM20CSJ060构成。其中,智能功率模块内部集成6个IGBT、栅极驱动电路、欠电压、过流、过热、短路等保护电路以及故障信号输出电路。因此,它具有自保护功能,不需要在整个系统中为所有的IGBT提供过流、过压、过热保护电路,所以本设计选用此IPM模块来简化设计。控制电路以DSP芯片F2812为核心,系统参数由上位机通过以太网接口下传给下位机,定子相电流的检测采用LEM公司的电流传感LA25-NP。电流传感器的输出经运算放大器,送到TMS320F2812的高速模数转换端口,同时检测速度的光电编码器经隔离后送进DSP的CAP引脚。DSP获得检测到的定子电流及电压信号后,完成直接转矩控制的计算,最后得到6路PWM控制信号,经驱动隔离后控制IPM,逆变后控制异步电机。异步电机控制器DSP通过以太网与上位机通信,由上位机处理键盘操作、参数修改及显示等功能,以实现远程操作。为保证DSP正常工作,通常需要为DSP芯片提供稳定的时钟,上、下电复位电路,以及写入程序的JTAG接口电路,同时为A/D转换提供精确的电源基准构成系统。系统CPU时钟频率通过设定PLL时钟模块的时钟控制寄存器CKCRI确定。控制系统结构框图如图1所示。

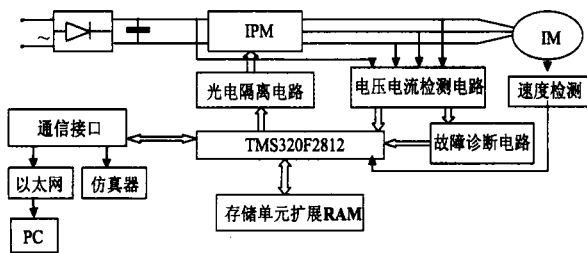


图1 控制系统结构框图

(3) 通讯接口电路

通讯接口电路是用RTL8019AS与TMS320F2812设计的以太网接口芯片。RTL8019AS支持3种配置方式:跳线方式、RI非跳线方式、即插即用方式。在该电路的设计中采用了跳线方式,将65脚接高电平。当系统上电复位后,RTL8019AS将读入各个跳线引脚的状态,写入到系统配置寄存器中,作为系统默认的初始配置。各跳线引脚设置如下:a)脚78-80:中断口选择,可从8个ISA总线中断中选择一个中断;b)脚81、82、84、85:I/O基地址选择,用于选择I/O口的起始地址,在该系统中将其置成低电平,则起始地址从300H开始,地址总线连接必须与此相一致;c)脚74、77:网络介质类型选择。对于IOBASE-T可选“00”(进行连接检测)或“01”(不检测连接),本系统中设为“00”;d)脚67、69、71、72:用于

BROM容量与基地址选择。BROM主要用于无盘工作站的启动。在本设计中没有连接BROM,只要将脚71、72设为低电平,就可禁止BROM。由此可知,各跳线引脚全部配置为低电平即可。DSP与以太网适配器的接口电路如图2所示,电路由DSP的DS(TMS320F2812脚44)信号引脚作为RTL8019的片选信号(AEN脚34),将RTL8019的内部寄存器和存储器映射为片外数据存储空间,由间接寻址方式进行寄存器和存储器的读写控制。本系统只用了DSP的低5位(A0-A1)地址,所以只使用了32位地址空间。RTL8019与网络介质之间的连接由滤波器FB2022完成。FB2022是Bothand公司生产的发送接收滤波器,主要用于与以太网接口,以提高网络通信的抗干扰能力。RTL8019AS芯片的脚45、46、58、59是输出信号的四个引脚,由此四个引脚连接滤波器FB2022,通过标准带RJ45插头的双绞线接入以太网。

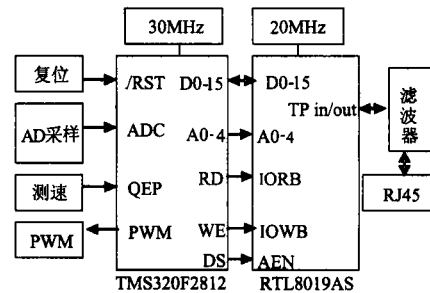


图2 DSP与以太网适配器的接口电路

3 软件设计

软件设计决定了系统设计的复杂性和开发工作绝大多数的工作量,因此,在选择DSP研发产品时,不仅要选择好微处理器,也要考虑生成DSP软件的工具的可用性。CCS是TI公司开发的一个开放的、完整的和具有强大集成能力的集成开发环境,它不仅集成了常规的开发工具,如源程序编辑器、代码生成工具(编译、链接器)及调试环境,还提供了DSP/BIOS开发工具,CCS由C编译器、模拟器软件、调试软件以及插件等组成。这将大大缩短研发DSP产品所需要的时间。

系统程序分为两部分,主程序和中断服务程序。主程序首先进行硬件、软件初始化。主要包括初始化DSP时钟、空间矢量发生器、网络配置、A/D转换,并对各个电机参数和计算用到的变量赋值。然后打开计时器中断,最后进入以太网通讯模块不断地向上位机发送系统工作状态,同时等待中断程序。主程序如图3所示。中断服务程序(如图4所示)包括定时器的下溢中断服务程序,PWM周期中断(PWM周期中断子程序的主要作用是起动ADC转换以测量电动机定子两相电流和直流段电压)和测速中断程序等。定时器的下溢中断服务程序是PWM生成算法之所在,是直接转矩控制的核心部分,其作用是在每个周期内选择正确的空间电压矢量并转化为PWM开关信号控制逆变器的开关,从而实现直接转矩

控制算法。中断服务子程序流程图如图4。

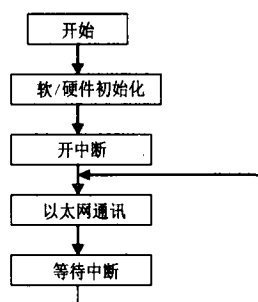


图3 主程序流程图

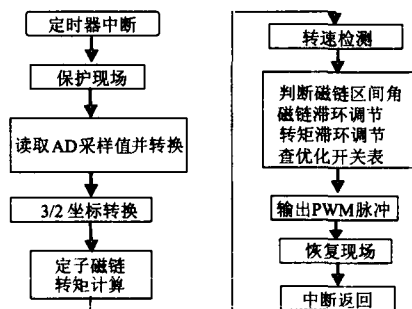


图4 中断服务子程序流程图

4 总结

根据国内外研究表明, 工业以太网已成为工业控制网络的发展方向, 成为继现场总线后的全球工业自动化技术的热点, 并将导致一场工业现场信息技术的革命。TMS320F2812 是

目前工业控制和机器人控制等领域中最高档的DSP之一, 它和以太网控制器RTL8019AS 能在保证控制效果的同时很好地满足远程控制的要求。今后如果该嵌入式以太网技术用于实际的异步电机控制系统, 还需要在直接转矩控制算法、系统优化等方面进一步的改进和完善。

参考文献

- 1 李 夙. 异步电动机直接转矩控制[M]. 北京:机械工业出版社, 1994
- 2 张 伟. 基于DSP的交流异步电动机矢量控制系统的嵌入式设计[J]. 电子技术应用, 2007, (4)
- 3 Yang Geng, Chin Tung hai. Adaptive-speed Identification Scheme for a Vector Controlled Speed Sensor less Inverter induction Motor Drive [J]. IEEE Trans. on Industry Application, 1993, 29(4): 820~825
- 4 沈红平. 基于DSP异步电机无速度传感器直接转矩控制[J]. 电力电子技术, 2007, (5)
- 5 朱铭皓, 赵 勇, 甘 泉. DSP应用系统设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2002
- 6 易 飞. 工业控制以太网中网络控制器的实现[J]. 微机计算机信息, 2007, (25)

(上接第30页)

检测分析模块, 使系统的检测达到了更好的效果。通过三种技术以及分组互换机制的有机结合和良好协作, 使IDS更加系统化和自动化, 达到了使IDS检测速度提高、漏报率和误报率降低的目的。但是系统的复杂性是下一步有待解决的问题。

参考文献

- 1 田俊峰, 张 喆, 赵卫东. 基于误用和异常技术相结合的入侵检测系统的设计与研究[J]. 电子与信息学报, 2006-11, 28 (11):2162-2166
- 2 刘永健, 徐 昕, 王正华, 薛倡新. 基于数据挖掘的自适应入侵检测框架设计[J]. 计算机工程与应用, 2006. 14: 152-154
- 3 刘次华. 随机过程及其应用 (第三版)[M]. 北京:高等教育出版社, 2004-7:48-50
- 4 邵 波, 王其和. 计算机网络安全技术及应用[M]. 北京:

电子工业出版社, 2006

- 5 Forrest S, Hofmeyr S A, Somayaji A, et al. A Sense of Self for Unix Processes. In:Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Security and Privacy. Orkland California. 1996:120—128
- 6 谭小彬, 王卫平, 奚宏生, 殷保群. 系统调用序列的Markov模型及其在异常检测中的应用[J]. 计算机工程, 2002-12, 28 (12):189-191
- 7 钱 权. 智能入侵检测技术研究[D]. 中国科学技术大学博士论文, 2003-4
- 8 尹清波, 张汝波, 李雪耀, 王慧强. 基于线性预测与马尔可夫模型的入侵检测技术研究[J]. 计算机学报, 2005-5, 28 (5):900-906
- 9 郭书跃, 田新广, 高立志, 张尔扬. 一种新的基于Markov链模型的用户行为异常检测方法[J]. 信号处理, 2006-6, 22 (3):440-444