

基于 TMS320LF2407 的高速数据采集系统设计与实现

李波, 陈剑云, 黄玮, 左丽霞

(华东交通大学电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 设计了一种基于 TI 公司生产的 TMS320LF2407 DSP 芯片和 14 位 A/D 芯片 MAX125 的实时数据采集系统。设计了硬件电路的核心部分: 电流电压的信号处理电路和 AD 转换控制电路。详细介绍了 AD 转换的控制和实现过程的软件实现方法。最后对该数据采集系统进行了测试, 结果表明该系统在精度、采集速度和同步采样方面具有良好的性能, 且结构简单, 成本低廉。该系统将得到广泛的使用。

关键词: DSP; 数据采集; A/D 转换; MAX125

Design and implementation of a high-speed data acquisition system based on TMS320LF2407

LI Bo, CHEN Jian-yun, HUANG Wei, ZUO Li-xia

(School of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: A real-time data acquisition system based on the 14bits A/D chip MAX125 and the DSP chip TMS320LF2407 made in TI incorporation is presented. This paper designs the core of the hardware circuit, including signal processing circuit and control circuit of AD convert. The software realization method of AD conversion and control process is detailed. And the result shows that this system has the characteristics of fine performance in precision, high-speed and synchronous sampling plus its simple design and low cost. This system will be widely used.

Key words: DSP; data acquisition; A/D convert; MAX125

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)05-0059-04

0 引言

数据采集是电力系统微机继电保护装置中最基本的功能, 电力系统微机继电保护装置的保护功能是否能准确、快速地实现, 在很大程度上取决于数据采集的实时性和精确性。目前, 许多的数据采集系统采用了 DSP 芯片作为核心。性能较好和价格较高的 C5000、C6000 系列 DSP 芯片多用于语音、图像和雷达信号处理等高端应用领域。而较低性能和价格较便宜的 C2000 系列 DSP 芯片多用于数字信号处理和等领域。当采用 C5000 或 C6000 作为电力系统微机继电保护装置数据采集的核心芯片, 它们内部的 AD 转换芯片可以满足数据采集的精度要求, 但是其价格较贵, 且容易造成资源浪费。采用 C2000 系列 DSP 作为核心芯片进行数据采集时, 使用其内部 AD 转换芯片不能很好的解决数据采集的精度问题, 必须外扩 AD 转换芯片来满足要求。本文在符合微机继电保护装置要求的基础上, 考虑了成本和软件编写难度问题, 采用 TI 公司生产的定点

DSP TMS320LF2407 芯片和 14 位 A/D 芯片 MAX125, 设计出一实时快速数据采集系统。

1 系统硬件整体设计

1.1 总体构架

硬件的总体结构主要分为: AD 转换部分和 DSP 外围电路部分。

系统的硬件总体结构如图 1 所示, 主要包括数据采集模块、DSP (TMS320F2407)、JTAG 仿真接口以及与计算机的通信接口、数据存储。其中数据采集部分组成为: 信号调理电路、AD 转换器和电平转换电路。数据采集部分是由 DSP 控制驱动 MAX125 A/D 转换器进行同步采样工作, 并对 A/D 转换器读写以及编程操作; DSP 通过 CONVST 信号线同时启动 A/D 转换器进行同步采样工作, 通过 INT 信号引脚线来判断转换是否结束; 由 DSP 数据线来读取经过电平转换后的采集数据。整个系统对外可提供 8 路的 A/D 转换通道。DSP 外部扩展 SRAM (IS61LV6416: 64K×16bit)。为了满足实时

监视、实时控制的需要,在数据采集板上还扩展了 RS232 接口,便于 PC 机通过 RS232 接口与数据采集系统通信;采集到的数据经过 DSP 的处理,可以通过 RS232 接口上传给 PC 机。

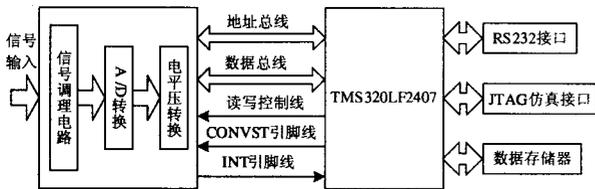


图 1 总体硬件结构设计

Fig.1 The overall design of hardware structure

1.2 调理电路

要为实现对电压电流的数据采集,先通过电压互感器或电流互感器将原边的高电压或大电流变换为次边的 100 V 电压或 5 A 电流信号。在 DSP 交流采样板上,还要通过第二级互感器将要采集的 100 V 或 5 A 信号,变换为 DSP 可以处理的小信号。一般将 100 V 电压信号或 5 A 电流信号经电压或电流互感器变换为 2 mA 左右的电流信号。该调理电路如图 2 所示。

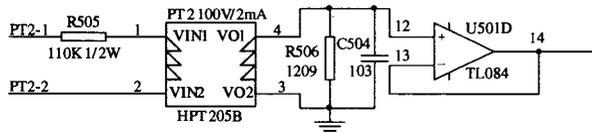


图 2 信号调理电路

Fig.2 Signal conditioning circuit

2 DSP 芯片对 MAX125 的控制过程

2.1 TMS320L F2407 性能特征

TMS320L F240x 系列数字信号处理器是 TI 公司基于电机的控制应用而设计的,它将高性能的 DSP 内核和丰富的微控制器外设功能集于一个芯片中,为控制系统应用提供了一个理想的解决方案。作为最佳控制平台, TMS320L F240x 系列 DSP 有着许多优点,详细见文献[1]。

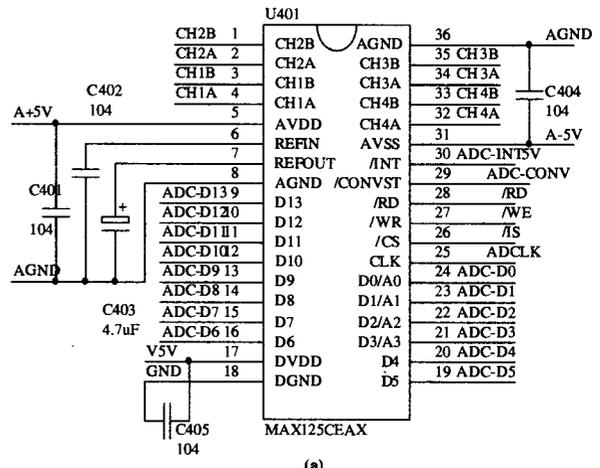
2.2 MAX125 的特性和工作原理

MAX125 拥有 A、B 两组信号输入端,每组 4 个输入通道的高速 14 位模/数转换器,内设采样/保持器 (T/H), 单次转换时间为 3 μs。引脚 CONVST 是启动转换输入, 引脚 INT 是转换结束信号, 用于采用中断或查询方式读取 A/D 转换结果。通过对 MAX125 写控制字, 可以使之工作于单通道转换, 也可在 2 组多路开关之间选择同时采样的 4 路输入通道, 且其转换数据具有缓冲功能, DSP 可以方便

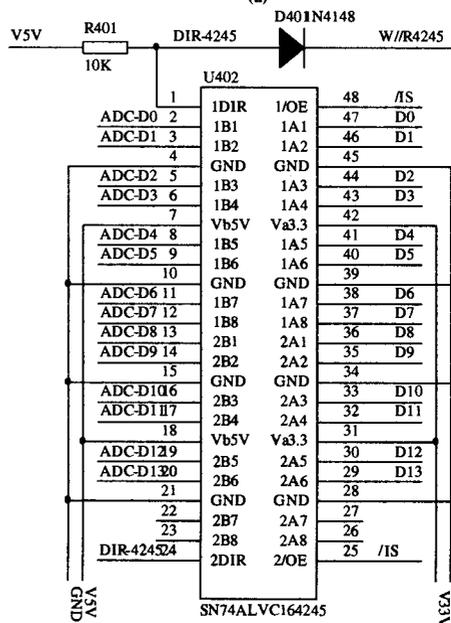
地读取。MAX125 采用双极性供电, 输入电压范围为 ±5V, 某个通道的损坏不会影响整个电路的正常工作。通过合理的控制电路设计, 该数据采集通道能较好地满足系统的实时性要求。同时 MAX125 高达 14 位的采样精度较好地满足了数据采集和计算的精度要求。MAX125 的详细说明见文献[2]。

2.3 DSP 芯片对 MAX125 的控制电路

A/D 转换器与 DSP 的接口方式直接影响采样数据的传输速率, 即采样速率, 根据不同的需要设计合理的接口方式对于实时系统是至关重要的。一方面可以正确采样, 合理安排 DSP 硬件资源; 另一方面可以使软件编制简单且高效, 满足实时处理要求[3]。



(a)



(b)

图 3 MAX125 控制电路

Fig.3 MAX125 control circuit

系统采用的串行接口方式由 DSP 芯片对 MAX125 进行的控制。MAX125 的输出数据要经过电平转换后才能送到 TMS320LF2407 的数据线上, 如果直接将 MAX125 的输出直接送到 TMS320LF2407 的数据输入引脚上, 则有可能超过 TMS320LF2407 的引脚的耐压值 (3.6V)。系统使用 1 片 16 位的 SN74ALVC164245 作为电平转换器, 输入数据来自 MAX125 的 14 位数据, 多余的 2 路输入引脚悬空。MAX125 的输出 D0—D13 接入 SN74ALVC164245 锁存后进行电平转换, 再进入 TMS320LF2407 的数据总线。SN74ALVC164245 的 1DIR、2DIR 接 LF2407 的 W/R 引脚。SN74ALVC164245 的输出允许 OE 端接 LF2407 的 IS 信号端, DSP 以 I/O 口方式访问 MAX125, 当 DSP 访问 MAX125 时, IS 信号有效, SN74ALVC164245 的输出允许 OE 端有效, ALVC164245 工作; 其他情况下, SN74ALVC164245 的数据线呈高阻状态。LF2407 的引脚 IOPF6 和 IOPA2 分别接 SN74ALVC164245 的 /CONVST 和 /INT 引脚。控制电路原理如图 3 所示。

3 系统软件设计与实现

3.1 系统软件设计总框架

该数据采集系统采用合众达公司提供的 SEED-XDUSB2.0 仿真器, 通过 USB 接口直接与计算机连接, 在 CCS 集成开发环境下通过 JTAGC 接口, 调试、烧写程序。其程序流程如图 4 所示。

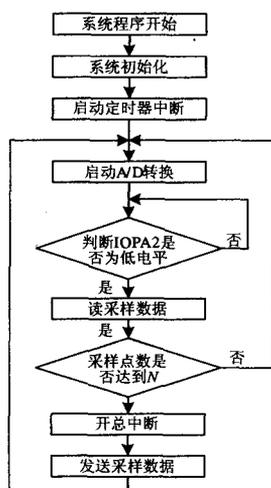


图 4 软件流程图

Fig.4 Software flow chart

程序首先对系统初始化, 内部定时器开始计数, 进入中断服务程序启动两次 MAX125 转换采集

数据, 主程序最后进入一个死循环; 当 A/D 转换完毕, 进入中断子程序, 读取数据, 并进行数据处理、缓存数据; 当采样点数达到 N 时, 系统进入定时器中断服务程序, 对外发送数据并可进行计算。如此循环往复, 从而实现了系统对输入模拟电压信号的实时采集。

3.2 软件设计的实现

3.2.1 启动 MAX125 的实现

通过给 DSP 的 IOPF6 一个大于 30 ns 的负脉冲, 由上升沿启动 A/D 转换。程序代码如下:

```

*PFDATDIRI=0X0040; //IOPF6=1
*PFDATDIR&=0XFFBF;//IOPF6=0,大于 30 ns
*PFDATDIRI=0X0040; //IOPF6=1,上升沿启动转换。

```

3.2.2 判断 A/D 转换结束的实现

由于系统硬件电路设计, DSP 的 IOPA 2 引脚与 MAX125 的 /XINT 引脚相连, 只要判断 IOPA 2 是否为低电平, 就可以知道转换是否完成。程序代码如下:

```

while(*PADATDIR&0X0004) // 查询 IOPA2(XINT1)是否为低电平(转换完成)
{KICKDOG;}

```

3.2.3 数据处理缓存的实现

MAX125 是 14 精度的 AD 转换芯片, 而 LF2407 是定点 16 位数字信号处理器。在数据缓存时要进行移位。程序代码如下:

```

for(i=0;i<4;i++) //读 MAX125 的 4 路采样数据
{ AD_Data[i]=port1;
Ch_Data[i][Dots_Index]=(ADC_Result[i]<<2)/4;}

```

3.2.4 数据发送的实现

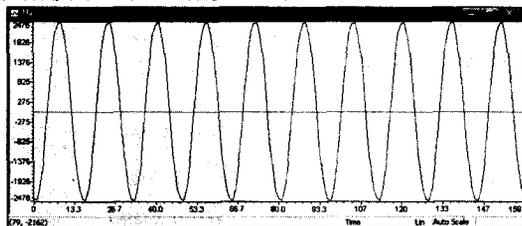
如果是要进行数据计算处理, 需要选取刚采集的一周或半周数据。数据发送时, 程序开发者要根据不同的需要, 选取不同的实时采样数据来进行计算。

系统软件实现时应该注意: 当要求系统每周周期采 32 点时, 允许的采样间隔为 625 μ s, 而 MAX125 的单通道转换时间为 3 μ s, 不会影响故障信号的采样。MAX125 的时序要求两次读操作间的延迟时间至少为 40 ns, 在读取多通道的 A/D 转换结果时, 要插入至少一条除 MAX125 读操作外的指令才能正确得到各个通道的 A/D 转换结果。

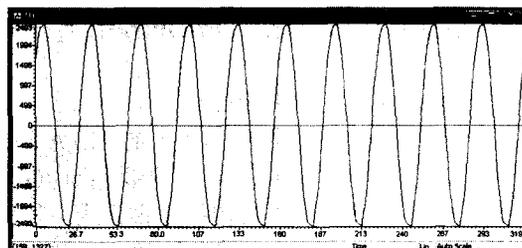
3.3 采集数据的结果

该数据采集系统采用合众达公司提供的 SEED-XDUSB2.0 仿真器, 通过 USB 接口直接与计

算机连结,在 CCS 集成开发环境下通过 JTAG 接口,调试、烧写程序。通过 CCS 开发环境的图形工具可以看到采集数据的波形。图 5 为外加正常运行电压为 100V,每周期采样点数分别为 16 点、32 点的采样数据波形,其数据类型为整型。



(a)16 点采样波形



(b)32 点采样波形

图 5 正常运行电压采样波形

Fig. 5 The normal running voltage sampling wave

通过图 5 可以看出,设计的系统能很好的满足数据采集的要求,采集到的数据误差很小。已在实际装置中得到了应用。

4 结束语

本设计的数据采集系统能完成 8 路模拟电压、电流信号的采集和数据处理,并把采集的数据定时

发送给主机。当采集信号大于 8 路,只需要增加 MAX125 芯片就可以,如需同步采集可根据不同的要求选择片选芯片与否。系统的 TMS320LF2407 DSP+MAX125 结构,具有体积小、速度快、处理能力强、可靠性高以及功耗低等许多优点,同时满足电力系统中电压电流信号计算精度要求。

参考文献

- [1] 刘和平,等.TMS320LF240xDSPEC 语言开发应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [2] 韩丰田,杨俊霞,付德报.TMS320C31与MAX125 A/D 转换器的接口设计及应用[J].计算机测量与控制,2003,11(3):233-235.
HAN Feng-tian,YANG Jun-xia,FU De-bao. Interface Design Between TMS320C31 and MAX125 A/D Converter[J]. Computer Measurement & Control,2003,11(3):233-235.
- [3] 周刚,傅佑麟.DSP数据采集对实时信号处理的影响[J].电测与仪表,2004,11(13):47-49.
ZHOU Gang,FU You-lin.The Influence of DSP Data Acquisition Bring to Real-time Singal Processing[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2004,11(13):47-49.

收稿日期:2007-08-14; 修回日期:2007-10-20

作者简介:

李波(1981-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统继电保护;E-mail:y05bli@4y.com.cn

陈剑云(1962-),男,教授,博士,硕士生导师,研究方向为交通信息及其控制。

(上接第 58 页 continued from page 58)

参考文献

- [1] IEC61850 Communication Networks and Systems in Substations - Parts 5: Communication Requirements for Functions and Device Models[S].
- [2] IEC61850 Communication Networks and Systems in Substations, Part6: Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs[S].
- [3] 范建忠.基于 IEC 61850 标准的变电站监控系统数据建模[D].北京:中国电力科学研究院,2005.
FAN Jian-zhong. Data Modeling for Substation SCADA System Based on IEC 61850 Standard[D].Beijing:China Electric Power Research Institute, 2005.
- [4] 范建忠.基于 IEC 61850 动态建立 IED 模型的构想[J].电力系统自动化,2006,30(9):76-79.
FAN Jian-zhong, A Visualization of Dynamic Modeling

of IED Based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(9):76-79.

- [5] 李蓓.基于 IEC 61850 标准数据模型的变电站自动化系统建模[D].北京:中国电力科学研究院,2005.
LI Bei.Substation Automation System Modeling of Data Model Based on IEC 61850[D]. Beijing:China Electric Power Research Institute, 2005.
- [6] Microsoft XML 4.0 Parser SDK[Z].

收稿日期:2007-10-11; 修回日期:2007-11-15

作者简介:

张运志(1977-),男,硕士,主要从事基于 IEC61850 标准的变电站自动化网络的仿真研究;E-mail:zyz040206@stu.xjtu.edu.cn

王胜利(1974-),男,本科,从事电力技术工作;

常弘(1965-),女,博士,硕士生导师,主要研究变电站自动化通信网络, Petri 网等。