

DSP 在电力系统多通道同步交流采样中的应用

余绍雄, 赖玉龙

(华东计算技术研究所, 上海 200233)

摘要: 针对电力系统中由部分设备工作不正常引起电网功率变化而损坏其他设备的问题, 提出利用数字信号处理器(DSP)芯片 TMS320F2812 和模数转换器AD7656 实现多通道同步交流采样的硬件电路及控制程序, 硬件部分包括电流到电压转换的调理电路、模/数转换控制电路和CAN总线, 软件部分包括主体控制程序、中断服务程序和软件优化方法等。应用结果验证了DSP在电力系统自动化控制中的优越性及该电路的实用性。

关键词: 同步采样; 交流采样; 数字信号处理器; AD7656 转换器; CAN 总线

Application of DSP in Multi-channel Synchronous AC Sampling of Electric Power System

YU Shao-xiong, LAI Yu-long

(East China Institute of Computer Technology, Shanghai 200233)

【Abstract】 Aiming to the problem of part of equipments working non-normally in electric power system, this paper proposes the hardware circuit and software arithmetic achieving synchronous AC sampling of multi-channel electric power system with Digital Signal Processor(DSP) TMS320F2812 and AD7656. The hardware circuits include the circuits of current changed to voltage, analog signals changed to digital and CAN bus. The software includes the main program, interrupt service program and methods of program optimized. Experimental results show the advantages of DSP in auto-control of electric power system and practicability of the circuit.

【Key words】 synchronous sampling; AC sampling; Digital Signal Processor(DSP); AD7656; CAN bus

传统的信号处理或控制系统大多采用模拟技术进行设计和分析, 随着电子技术的发展, 数字信号处理技术逐渐替代了传统的模拟处理技术。采用数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)实现数字化处理和控制在未来的发展趋势。本文以 TI 公司的 2000 系列 DSP TMS320F2812 为例, 探讨 DSP 在电力系统多通道同步交流采样中的应用。

1 硬件设计

在一些独立的空间(如舰船、飞行器)中, 发电机的输出功率受到一定的条件限制, 为了保证重要设备的供电, 在某些辅助设备功率骤然提升时, 必须立即限制这些设备的用电量。为此, 本文设计开发了 DSP 数据采集处理装置, 其原理如图 1 所示, 主要功能是采集配电间的输出电流信号, 进行实时处理和发出相应的控制指令。此外, 通过 CAN 总线网络与上位机进行信息交换, 接收相关的指令并将实时采集的信息数据传送给上位机。

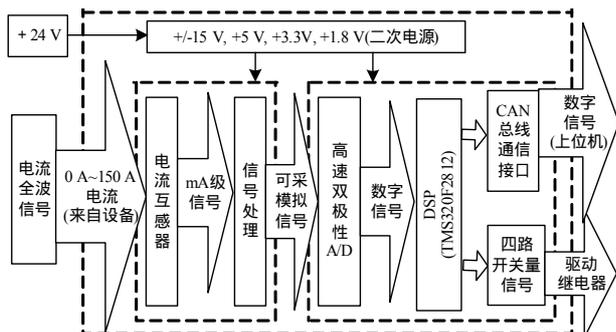


图 1 DSP 数据采集处理装置原理

1.1 CPU

CPU 选用 TI 公司 2000 系列 DSP TMS320F2812。2812 是目前控制领域中性能最高的处理器, 具有精度高、速度快、集成度高等特点, 其中, C28X 内核是当今世界上在数字控制应用方面高性能的 DSP 内核^[1]。

1.2 电流→电压转换电路和调理电路

电流→电压转换电路和调理电路如图 2 所示。

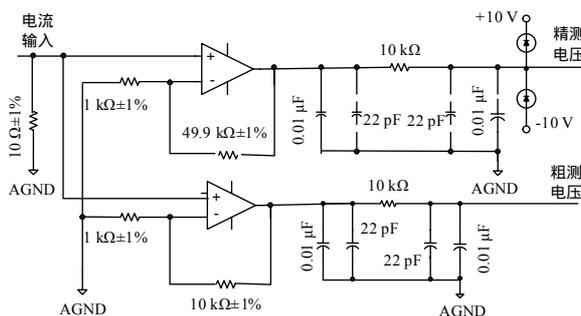


图 2 电流→电压转换、调理电路逻辑

电流互感器采用 CT201, 其主要功能是将额定的 0 A~5 A 电流转化成 0 mA~2 mA 电流输出, 30 倍不饱和; 调理电路由电阻、运算放大器、保护限幅二极管等组成。在模/数转换中, 如果模/数转换器损坏, 则检测和控制的就不能实现, 为了保障模/数转换器的安全, 在它的前端增加了限幅电路。

作者简介: 余绍雄(1952 -), 男, 工程师, 主研方向: 计算机控制系统; 赖玉龙, 助理工程师

收稿日期: 2008-01-02 **E-mail:** dragon8205@yahoo.com.cn

另外,为了保障采样精度,设置了精测和粗测2个通道,精测输出的电压幅值可达±40 V,这里的2个二极管起限幅作用,其所需的±10 V电压由±15 V分压而来。在运放输出后是Π形滤波网络,主要用途为抗干扰。

1.3 模/数转换及控制电路

TMS320F2812芯片上有一个12 bit、转换频率为25 MHz的模/数转换器^[2],其前端为2个8选1的多路切换器和2路采样/保持器,在要求不高的场合下可以利用它构成同步采样电路。因为要求三相电流并且分为精测和粗测,所以共有6路信号必须在同一时刻进行采样,另外对采集精度和速率的要求都比较高,因此,选用了外置的6通道16 bit模/数转换器AD7656。模块采用硬件同步采样方式,为了使采样信号 $f^*(t)$ 能反映被采样的模拟信号 $f(t)$,采样频率必须满足采样定理,即采样频率 f_s 必须大于模拟量所含最高次有效谐波频率 f_{max} 的2倍。实际采样时,为保证采样信号能够准确地代表被采样的模拟信号, f_s 应尽可能的大,但如果采样频率过高,则会大大增加处理器的负担,影响实时性。在该装置中,考虑到电流信号的频率为50 Hz,采样频率采用2 kHz。

1.4 CAN总线

CAN总线是一种串行通信协议,具有较强的抗干扰能力,可以应用在电磁噪声比较大的场合,通信速率最高可达1 Mb/s^[3]。TMS320F2812自带一个eCAN总线接口(与CAN2.0B标准接口完全兼容),但考虑到系统需要双网冗余,必须增加外扩CAN接口,这样2个CAN接口的初始化程序不同,为了简化程序、方便操作,选用2个外扩CAN接口组成双网冗余。目前通信速率为150 Kb/s,通信距离为100 m。

2 软件设计

本系统的软件分为主程序和中断服务程序2个部分,主程序流程如图3所示,主要实现如下功能:(1)对各模块的初始化;(2)对采样数据的相关运算;(3)对异常情况的判断;(4)对CAN总线收发信号的控制。

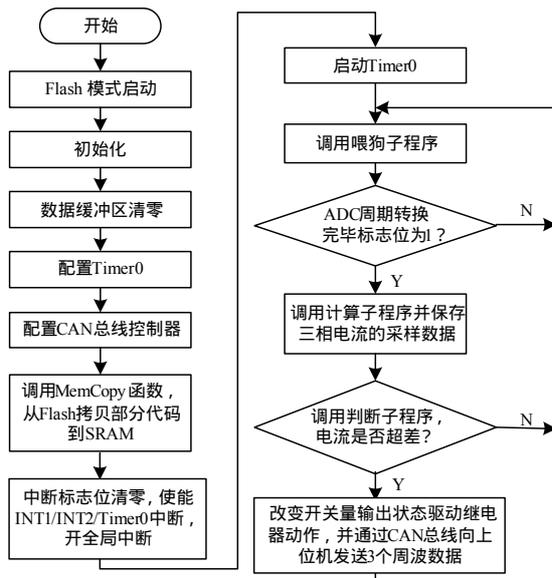


图3 主程序流程

初始化的模块包括看门狗、锁相环、Flash、通用I/O口、Timer0、中断扩展模块和CAN总线控制器。其中,锁相环设置成5倍频,使用Timer0产生0.5 ms中断;CAN总线控制器的初始化包含了工作模式、波特率、验证码、屏蔽码等参

数的配置。另外,使能2路外部中断,用于CAN总线信号接收,同时使能Timer0中断。

ADC中断服务程序流程如图4所示,主要完成AD采样控制的功能。由于ADC每次采样所需最大采样时间为14 μs,为了提高采样精度,在ADC转换速率允许的情况下,在实际应用中每0.5 ms采样10次,然后取平均值,实现对三相电流的高精度采样。

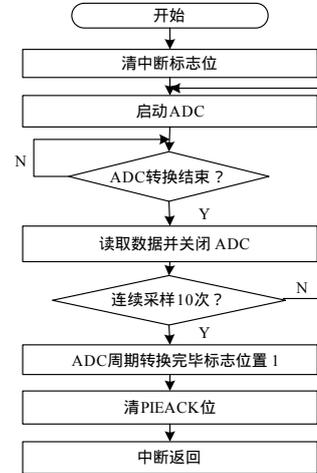


图4 中断服务程序流程

软件采用C语言和汇编语言混合编程,遵循模块化的编程思想。程序的大部分采用C语言编写,为了提高代码的运行效率,在编写过程中考虑了一些常用的优化策略,例如数据类型选择优化、数值操作优化、变量定义和使用优化、函数调用优化、程序流程优化^[4],对一些调用率高的函数使用inline关键字进行优化,还可以根据实际情况,适当使用DSP开发环境CCS附带的优化选项等。

3 应用结果

DSP数据采集处理装置样机生产后通过了高低温、振动、冲击、摇摆、霉菌以及EMC等环境试验,功能试验包含电源适应性、A/D转换精度、异常情况动作时间以及CAN总线通信等,各项测试数据均能满足用户要求。其中,在电流互感器的前端输入1 A~150 A等隔值电流测量A/D转换精度,平均相对误差为0.849 9%;通过模拟配电系统发生异常情况测试装置的控制功能,平均动作时间为2.75 ms;在CAN总线网络中使用150 Kb/s的速率与上位机进行通信,传输的数据完整性和准确性均较好。以上测试数据表明本文的数据采集处理装置具有良好的性能。

4 结束语

本文对电力系统多通道同步交流采样提出了利用DSP实现的硬件电路和软件算法,其中的电路和算法对提高多通道电流同步交流采样的速率和精度有一定的借鉴意义。该装置已经通过用户验收,其良好的性能受到了用户的好评。

参考文献

- [1] 苏奎峰,吕强,耿庆锋,等. TMS320F2818原理与开发[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
- [2] Texas Instruments. TMS320F2812 Digital Signal Processors Data Manual[Z]. 2003.
- [3] BOSCH. CAN specification 2.0[Z]. 1991.
- [4] Texas Instruments. TMS320C28x Optimizing C/C++ Compiler User's Guide[Z]. 2001.