Technology Design

基于 TMS320F2812 的 便携式冲击振动分析仪

Portable Vibration-measuring Instrument based on DSP

北京交通大学机械与电子控制工程学院

N 1111

唐钦 张家栋 霍凯

【摘 要】

DSP 具有强大的数据处理能力,本文介绍了一种基于TMS320F2812的便携式冲击振动分析仪。该分析仪集数据的采集、分析、显示、存储和通信于一身,不仅具有完善的现场测量功能,而且具有强大的事后分析和诊断功能,还给出了该系统的硬件结构、软件体系及其功能。运行结果证实了系统软、硬件设计的正确性和有效性及良好的工作稳定性。

【关键词】

便携式 冲击 振动分析仪

一、引言

便携式数据分析仪是一类以电池供电,适用于在测点分散、检测量大而又不需要做连续在线监测的场合进行设备状态监测和诊断的设备。

通常基于单片机的便携式分析仪,受其硬件资源、算法和分析速度低的限制,主要完成时域参数的简单测量,而且测试精度较低,实时性较差。而在冲击振动信号的分析中,最耗机时的运算是用于计算正弦失真度、动态响应等的频谱变换(FFT)。该过程中不仅包含了乘、加运算,而且还经常涉及到数据的存取、数据地址改变等操作,而在传统的单片机系统上执行乘法、加减法或改变旋转矢量地址的操作只能分别进行。随着机械状态预测维修要求的日益提高,工程技术人员对在测试现场获得更为精密的分析结果的要求日益迫切。DSP技术可很方便地实现对信号的数字滤波、FFT变换、小波变换等信号处理功能,极大

地提高了系统性能和设计的灵活性,被广泛应用于通信、测量、控制、语音和图像处理等领域。

本文提出了基于 TMS320F2812 的便携式冲击振动分析仪的设计,它将传统的数据采集器与振动分析仪的功能结合在一起,集数据的采集、分析、显示、存储和通信于一身,体积小、重最轻、操作简单、价格便宜。不仅具有完善的现场功能,还可以将分析仪中存储的数据上传到计算机中进行更加深入的分析和诊断。

二、系统硬件部分设计

便携式冲击振动分析系统基本由激振设备、传感器、 前置放大器、信号调理电路、数字信号处理芯片,以及信 号显示、绘图等设备组成。主要完成冲击、振动分析和数 字显示三大功能。

本分析仪选择了美国德州仪器(TI)公司新一代定点32位数字信号处理芯片TMS320F2812,采用压电加速度传感器采集被测对象的振动信号。图1为系统的硬件结构图,整个硬件系统主要包括3个部分:数据采集部分,DSP处理部分,外设接口部分。

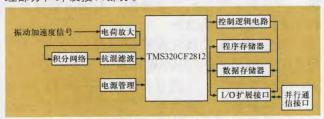


图1 系统硬件结构

技术设计

1. 数据采集部分设计

本部分主要实现振动信号的采集和处理。信号由压电加速度传感器拾取,进行电荷放大后通过积分网络得到相应的速度值和位移值。为保证数据采集精度,还须在 A/D 转换前设置低通滤波,以消除采样信号中无用的高频分量,降低混叠误差。本系统采用的是开关电容滤波器 MAX293 进行低通滤波。

TMS320F2812 片内 ADC 模块是一个 12 位分辨率的, 具有分级型结构的模数转换器, 分辨率通常最高仅能达到 14bit。TMS320F2812 允许系统对同一通道转换多次, 允许用户执行过采样算法, 相比传统的单一转换结果增加了更多的解决方案, 有利于提高采样的精度。有多个触发源可以启动 ADC 转换。有快速的转换时间, ADC 时钟可以配置为25MHz, 最高采样带宽为12.5MSPS。用TMS320F2812搭建数据采集系统时, 不必外接 ADC, 避免了复杂的硬件设计。此 ADC 可以直接对0~3V 电压范围采样, 也可以经过信号调理后对峰峰值不超过 3V 的双极性模拟信号进行采样。

2. DSP 处理部分设计

DSP 处理部分设计主要完成采集数据的处理、存储以及与外围设备的协调。整个数字系统的电路结构除TMS320F2812 外,还包括程序和数据存储器、可编程并行I/O 扩展接口、相互并行通道接口及有关逻辑控制系统等部分。

本系统所选取的 CPU 为 DSP 芯片 TMS320F2812, 采 用高性能静态 CMOS 技术,具有 150MHz(6.67ns Cycle Time)的时钟频率, 低功耗设计(内核1.8V, I/O 3.3V), 支 持JTAG技术。片内集成了一个高性能32位CPU,增强的 哈佛总线结构, 能够并行访问程序和数据存储空间。F2812 统一标准存储器编程模式, 32 位 CPU 不包含任何存储器, 但可以通过多总线访问芯片内部或外部扩展的存储器。它 应用 32 位数据地址和 22 位程序抵制控制整个存储器和外 设,最大可寻址4G字(每个字16位)的数据空间和4M字 的程序空间。它片内集成了 128K 字的 FLASH, 18K 字的 RAM, 16 通道的 PWM, 16 通道 12 位 ADC 和 3 个定时器, 其指令周期可达 6.67ns。该芯片不仅可以满足了本系统软 件需要大量的汉字、图形字库空间的要求,而且不用外界 EPROM 和内部加载程序,简化了系统设计。根据不同的 初始化编程可用于无条件传送、查询方式传送及中断方式 传送,以完成微机与外设的数据交换。

3. 外设接口部分设计

外设接口主要是两个方面:显示部分和键盘部分。显

示部分包括液晶显示器、显示控制器和显示缓冲区等部分。显示部分采用大连东方显示器材有限公司的 EDM320240A 液晶显示模块,可动态显示波形和各种分析图形,如幅值谱,频响函数等,同时弹出各种操作提示,使得操作直观明了。显示控制器要完成与液晶显示器、CPU 和显示缓冲区的接口组织工作,其性能的好坏直接影响着系统的工作状态和电路的复杂程度。本系统使用的是 EPSON 公司的SED1335 点阵液晶显示控制器为核心设计制作了液晶显示控制板。

键盘为薄膜式开关键盘,采用3×8矩阵连接方式,最多可处理24个键的动作。键盘矩阵与CPU之间采用了I/O接口芯片8255,完成系统功能的选择和一些参数的设置。

三、系统软件部分设计

1. 分裂基 FFT 算法实现频谱分析

对 N 点序列 x(n), 其 DFT 变换对的定义如下:

$$\begin{cases} X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk} & k=0,1,\dots,N-1,W_N = e^{-j2\pi/N} \\ x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_N^{-nk} & n=0,1,\dots,N-1 \end{cases}$$
(1)

将 x(n)按序号分成上、下两部分得:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N/2-1} x(n) W_N^{nk} + \sum_{n=N/2}^{N-1} x(n) W_N^{nk}$$

$$= \sum_{n=0}^{N/2-1} x(n) W_N^{nk} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x(n+N/2) W_N^{nk} W_N^{Nk/2}$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N/2-1} [x(n) + W_N^{Nk/2} x(n+N/2)] W_N^{nk}$$
(2)

上式中 $W_N^{Nk/2}$ = $(-1)^k$, 令 k=2r, k=2r+1, 其中 r=0,1,…, N/2-1。

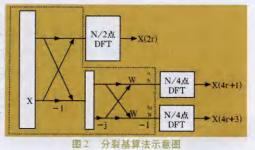
对偶序号, 用基2算法:

$$X(2r) = \sum_{n=0}^{N/2-1} [x(n) + x(n + \frac{N}{2})] W_{N/2}^{nr}$$
 r=0,1,···,N/2-1。 (3) 对奇序号,用基4算法:

$$X(4r+1) = \sum_{n=0}^{N/4-1} [(x(n) - x(n+\frac{N}{2}) - j(x(n+\frac{N}{4}) + x(n+3\frac{N}{4})]W_{N/4}^{nr} W_{N}^{n}$$
(4)

$$X(4r+3) = \sum_{n=0}^{N/4-1} [(x(n) - x(n+\frac{N}{2}) + j(x(n+\frac{N}{4}) + x(n+3\frac{N}{4})]W_{N/4}^{nr} W_{N}^{3n}$$
(5)

上面(3), (4), (5) 三 式构成了分 裂基算法的"L"型算法结构, 如图2 所+示。



2008.05 数字通信世界 79



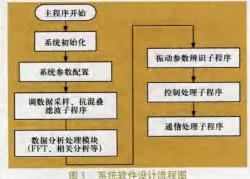
Technology Design

相乘的复数因子 W_N^{3n} =cos(3n)+jsin(3n),在一、二、三象限应该产生 3N/4 个相乘因子。但由于三角函数的特性,可以只定义一象限 N/4 个相乘因子,且只定义余弦值,对其他象限的正、余弦函数值,均可按三角函数规则通过查表法提取。查表时需不停地按一定步长循环变更地址,步长与所计算的 FFT 点数有关。这样,数据地址有规律地来回变动,因此相乘因子又被称为旋转矢量。本系统定义了1024 点时的 256 个 16 位的余弦值,初始化一次 1024 点的FFT 相乘因子后,其余点数的因子都可以根据旋转矢量规律,由查表方法找出。DSP 的间址寻址功能为旋转矢量的查找提取提供了极大的方便。

2. 软件设计思想

按照模块化的设计思想进行系统软件设计。本系统软件所要完成的主要任务是: DSP 从存储器中下载系统运行程序; 信号的实时采样; 计算信号的常用特征值, 包括均值、峰峰值、特征频率处的幅值和相位, 与 PC 机的通信,

包括数据采 集、处理所 需信、采样的 信、采样算信 据和的通信等 (图3)。



系统的 软件部分主

要由初始设置模块、数据采集和处理模块、存储模块、接口模块和数据表模块等五大模块组成。

(1) 初始设置模块。初始设置模块可以对系统参数进行初始化,将用户的程序段和中断向量表装载到目标地址,也可设定采样频率和采样点数、压电加速度传感器灵敏度等参数。

- (2)数据采集和处理模块。数据采集程序主要协调和控制模拟信号采样电路的正常工作。本系统中可以通过两个通道同步采集两个不同测点的振动信号。数据处理是软件的核心,主要是对大量与故障无关的原始数据进行特征量的提取,即以幅值域分析、时域分析、频域分析、小波变换等各种信号处理方法为工具,把原始检测信号转换为能表达工况状态的特征量,并计算出结果供专业人员进行故障判断。
- (3) 存储模块。为了事后能进行分析与诊断,系统具有存储功能。采样频率不同,所得的数据量差别很大。本系统允许使用者设定数据存储结构。
- (4)接口模块。实现键盘和显示器的管理和控制,实时显示输出波形及其参数。同时,分析仪还提供了和PC机数据交换的串行接口和 USB 接口,实现与上位机的通信。分析仪将现场获得的数据上传到计算机中,建立机器设备运行状态历史数据库,进行机器设备状况分析,实现预知性维修。
- (5) 数据表模块。主要放置 FFT 变换系数表和数字滤 波用的滤波器的抽头系数值以及各种待检测正常工作时的特征值。

四、结束语

该分析仪具有精度高、操作维护简单、便于携带、功能齐全和用户界面友好等特点。充分利用了 DSP 强大的数字信号处理功能,不仅具有完善的现场功能,还可以将分析仪中存储的数据上传到计算机中进行更加深入的分析和诊断。可使设备维修人员摆脱有限的在线监测信息来源的限制,更好地了解设备工作状况,制定更加经济有效的维修策略。■

参考文献见 www.dcw.org.cn

HUBER+SUHNER 推出新型移动基站衰减器

近日, HUBER+SUHNER (灏讯中国) 推出了新型的 QMA 系列衰减器,该款衰减器提供的衰减值为 3, 6, 10 分贝, 2 瓦特信号衰减,固定使用频率范围至 18 千兆赫兹 (0 至 6 千兆赫兹经优化设计),从而代替了常规的 SMA 衰减器,也代表了未来新式的 QMA 衰减器的趋势。

该款衰减器应用领域为移动电话基站以及其他的无线设备。QMA 连接器配备弹簧锁,使用很小的力量,就可以快速地插入以及拔出,速度比用常规的SMA 连接器快 10 倍。如此为操作者节省了运转费用,而没有任何质量或者功能性损失,同时通过弹簧锁取代螺纹连接器提高了安装密集度,无需为转矩扳手安排空间。

除了新式的 QMA 衰减器产品、HUBER+SUHNER 还提供 QMA 接口的负载终端器和即将上市的新 QMA SUCOTEST 测试线以及 QLF 标准内的多种产品。 QLF (Quick Look Formula) 是一个注册商标,它系统性地保证了 QMA 和 QN 连接器的接入性,即使产品由不同的厂商制造,只有符合 QLF 标准的产品才能够互联。