

文章编号: 1005-0523(2009)05-0047-05

基于虚拟仪器技术的示波器的设计

杨丰萍¹, 姜志玲²

(1. 华东交通大学, 江西 南昌 330013; 2. 西南石油大学, 四川 成都 610500)

摘要:介绍了虚拟仪器的特点及其较传统仪器的优势,并由此设计出基于 LabVIEW 平台上的多功能虚拟双通道数字示波器.给出了以 ADC 和 DSP 为核心的数据子系统的硬件设计和实现方案.接着详细介绍了虚拟示波器的软件设计.调试结果表明,该示波器的精度、可靠性等性能指标明显优于传统仪器,而且可操作性、可维护性强.

关键词:虚拟仪器;示波器;数字信号处理器;LabVIEW

中图分类号: TP2

文献标识码: A

示波器是一种用途十分广泛的测量仪器,它在科研和工业生产中起着重要的作用.模拟示波器一般频带较宽,功能单一,不能对波形进行存储;数字示波器由于引入了微处理器,弥补了模拟示波器存在的缺陷,但价格昂贵,功能、模式固定,不适应多种用户的需求.由于计算机技术的发展和应用,数字式仪器向虚拟仪器发展已成为仪器发展的趋势.本文基于虚拟仪器思想,充分利用计算机的有利资源和强大的运算处理能力,将传统的分立硬件仪器功能软集成,设计出虚拟示波器系统,该系统简单实用,测试方便,易于共享,可满足多用户的需求.

1 虚拟示波器原理及结构

虚拟仪器 (Virtual Instruments VI) 技术是当今计算机辅助测试 (CAT) 领域的一项重要的高新技术.虚拟仪器就是在通用计算机上使用相应软件创建测试仪器,使用户在操作这台计算机时,就像是在操作一台他自己设计的专用电子仪器.在虚拟仪器系统中,硬件是为了解决信号的输入输出,软件才是仪器的关键,任何用户都可通过改写软件,来改变、增减仪器的功能,即“软件就是仪器”.虚拟仪器技术可以将许多信号处理方法应用于测量中,彻底打破了传统仪器的框框.用户可以根据自己的需求,设计自己的仪器系统,满足多样性需求.

具体来讲,虚拟示波器是使用个人计算机及其信号采集接口电路来捕捉信号波形,并通过图形用户界面来模拟示波器的操作面板,完成对信号的测量、测试.虚拟示波器系统包括硬件和软件两部分见图 1.硬件由信号调理电路、数据采集电路和计算机组成.测试软件采用图形化编程软件 LabVIEW 来编写,功能强大且灵活^[1].



图 1 虚拟示波器原理框图

本系统中输入信号先通过信号调理电路将其变换为适合采集电路采样的 -5 V 到 $+5\text{ V}$ 电压信号,以防止由于输入信号电压过小影响采集精度或输入信号过大导致的信号扭曲.由数据采集电路对调理后的信号进行采样,采样后的数据送入计算机中由虚拟示波器进行分析、存储、显示等.

2 采集系统的硬件设计

数据采集系统,主要由信号调理电路、A/D芯片、D/A芯片、DSP、控制逻辑电路、电源部分、PCI接口电路、电平转换电路等组成如图2所示.

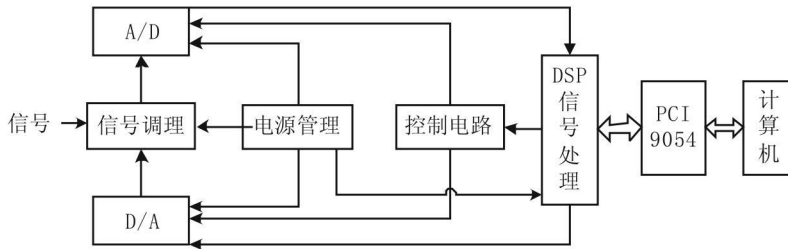


图2 虚拟示波器的硬件电路框图

本系统中 A/D 芯片采用 BB 公司的 ADS7864, 芯片为六通道全差分输入的 12 位 A/D 转换器, 内有两个可同时转换的 12 位 ADC, 能以 500 kHz 的采样频率同时进行六通道信号采样. D/A 芯片采用 BB 公司的 DAC7512, 该芯片是一个低功耗, 单信道, 12 位缓冲电压输出 D/A 转换器. 芯片内含精密输出放大器, 使轨对轨输出成为可能, 它采用通用的三线串行接口, 操作时钟频率高达 30 MHz 与标准 DSP 接口兼容.

信号的采集由 DSP(数字信号处理器)芯片控制, 系统中选用了 TI 公司的 TMS320C5410 处理器. 该芯片是 TI 公司于 1996 年推出的定点数字信号处理器, 它运行速度快, 处理能力可达到 100 MIPS 采用多总线技术, 一条指令可以同时访问数据和程序空间, 具有高度并行性. 具有改进型的 8 位 HPI 接口, 主机通过 HPI 口可以访问 DSP 系统任何一个存储器单元, 而且外部访问和 DSP 内部操作相互独立, 互不干扰^[2]. 软件可编程等待状态发生器, 可灵活地用不同速度的器件组建系统. 片上集成一个 16 位定时器、六通道直接存储器访问 (DMA) 控制器、三个多通道缓冲串口 (McBSP), 完全满足虚拟示波器数据采集的要求.

接口芯片采用 PLX 公司的 PCI9054, 它功能强大, 接口简单, 采用先进的 PLX 数据流水线结构技术, 是 32 位、 33 MHz 的 PCI 总线主 I/O 加速器, 有 M、C、J 三种模式, 针对不同的处理器及局部总线特性可选三种模式中的一种. PCI9054 具有可选的串行 E2PROM 接口, 本地总线时钟可和 PCI 时钟异步, 内部有 6 种可编程的 FIFO, 以实现零等待突发传输及本地总线和 PCI 总线之间的异步操作, 支持主模式、从模式、DMA 传输方式, 功能强大, 可应用于适配卡和嵌入式系统. 工作于 3.3 V 电压环境, 能实现与 PCI 总线的高速数据传输^[3].

3 软件设计

3.1 虚拟示波器的前面板设计

虚拟示波器的前面板提供了可与用户交互的界面, 用户可通过控制前面板上的开关和按钮, 模拟传统仪器的操作, 通过键盘和鼠标对虚拟示波器进行相应控制操作.

主窗体布局如图3所示, 各种功能模块的实现都在面板上都有对应的按钮. 当按下“开始”按钮后, 示波器就开始采集信号, 并在窗口中显

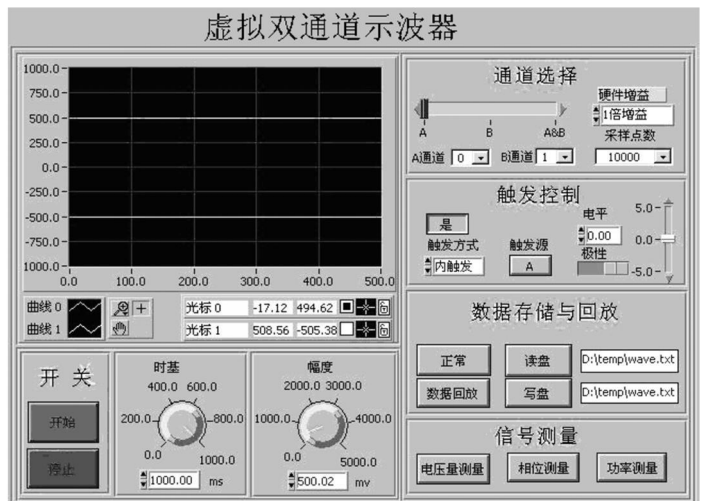


图3 虚拟示波器前面板

示出信号的波形. 用户可以进行单通道和双通道的任意切换, 通过改变旋钮可以对显示的信号进行时基和幅度的控制. 面板上还提供了参数测量选项, 按下它们可以自动打开参数测量窗口, 分别实现对信号的电压、相位和功率的检测, 避免了人工调试产生的误差.

3.2 虚拟示波器的程序框图

虚拟示波器系统的程序框图如图 4 所示, 主要由以下几个模块组成: 数据采集模块, 波形显示模块, 参数测量模块, 数据存储和回放模块.

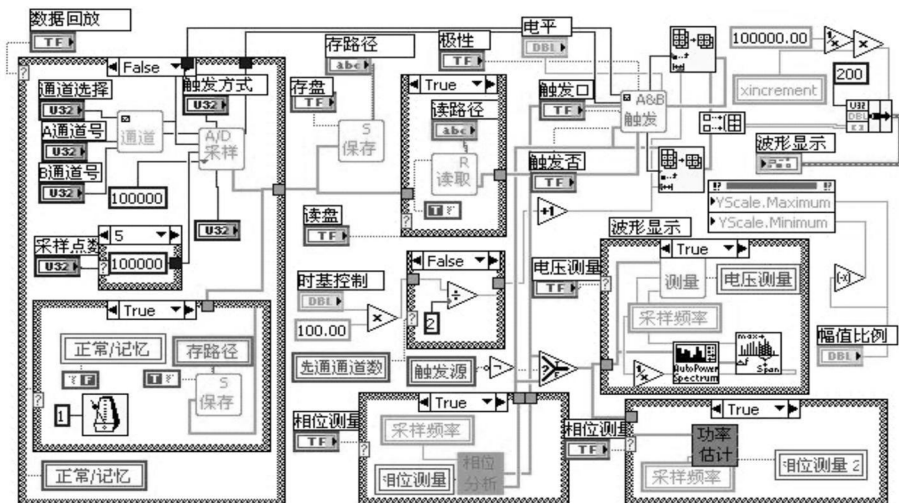


图 4 虚拟示波器系统的程序框图

1) 数据采集模块

数据采集模块是虚拟示波器的核心, 主要完成数据的采集. 包括触发控制、通道控制和时基控制等. 触发控制主要控制用哪一个通道进行测量和分析, 时基控制主要控制采集卡的扫描率. 数据采集模块中用 LabVIEW 高级 AI 函数实现信号连续采集如图 5 所示, 使用循环缓冲区, 实现在两次调用 AIRead VI 从缓冲区中读取数据的时间间隔内对数据进行实时分析处理, 保证采集数据的有效性.

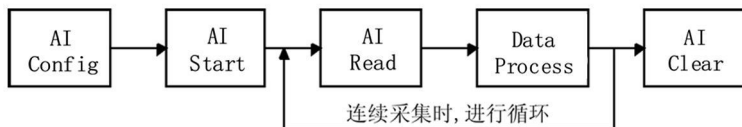


图 5 采集程序模型

2) 波形显示模块

示波器主要用于显示信号波形, 本系统中的显示采用如下方式:

(1) 滚动显示: 屏幕上的波形连续不断的从图形窗口一侧进入, 从另一侧移出, 通过配置写、读和扫描计数器, 当某存储单元有新的数据写入时, 马上读出并显示出来, 在屏幕上看到波形曲线自左向右刷新, 可以观测整个波形的全貌. 该方式主要适用于观察低频信号.

(2) 存储显示: 可以稳定、不闪烁的显示所储存的瞬变信号. 每次采样都应连续采集一段信号波形, 采集的数据存储在指定的内存中, 然后交由计算机进行处理. 经过一段时间间隔之后就进行下一次连续采样, 而采样的新数据将从内存的起始地址重新写入, 覆盖原来的数据.

通过控制主面板上通道选择按钮“ A ”、“ B ”和“ A&B ”, 可以任意显示其中一个通道或者双通道信号的波形, 对双通道的信号可选用不同的颜色来显示波形, 便于观察和分析.

3) 参数测量模块

为了扩大虚拟示波器的用途, 系统加入了对信号主要参数的测量功能, 这里包括了“电压量测量”、“相位测量”和“功率测量”三项. 当按下主面板上相应的“测量”按钮, 就可以调出参数测量子程序面板, 进行测量

4) 数据存储和回放模块

为了便于对谐波的分析和其它程序实现数据共享,系统对一些必要的数据进行记录,使用 LabVIEW 提供的一组写文件和读文件函数分别完成数据存储和回放功能.当按下主面板上的“写盘”按钮,对采集的数据进行保存,按下“读盘”按钮则读取保存的数据.读取的数据能够进行参数测量和自动显示波形.

4 实验结果

图 6 是信号测量中的“电压量测量”的一组结果,可看出不仅能测出电压的频率、幅值、有效值,还可测出电压的最大值和最小值;需测量的电压即采样电压与标准电压比较,误差很小,能满足测量需要,图中采样电压为实线,标准电压为分段线.

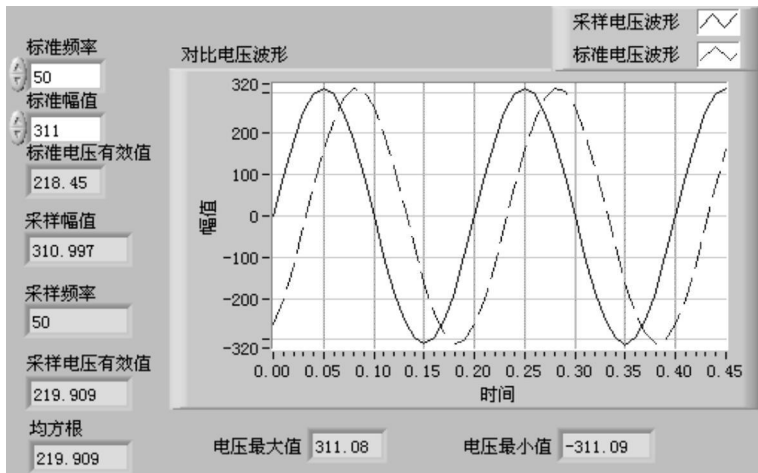


图 6 电压参数测量结果

利用信号发生器产生的标准信号对系统进行测试,实验结果符合预期目标.图 7 是一组波形测试结果,实验中 A 通道输入三角波信号, B 通道输入谐波信号,从图中可以看出结果比较理想,可见虚拟示波器不仅能实现传统示波器的测试功能,而且大大突破了传统仪器在显示、传送、存储等方面的限制,用户可方便地定义仪器的前面板,增强了仪器功能扩展的灵活性,尤其是数据存储、数据回放、自动测试等新功能极大的方便了用户,不需手工画波形曲线,可直接打印,并且在测试时避免了人工调试带来的人为误差,提高了系统测试的精确性.另外,虚拟示波器还可以实现网络化,用于实验通过网络资源共享和采集卡的共享可节省大量的成本,同时提高实验的灵活性,有着很大的实践价值.



图 7 波形测试结果

5 结束语

本文介绍的虚拟示波器不仅具有一般数字示波器的功能,而且实现了对波形的参数测量、多种颜色显示等功能.实践证明,在计算机强大的硬件资源和软件资源下,利用 LabVIEW 图形化编程语言,设计出的多功能虚拟双通道数字示波器,与传统仪器比较,在开发效率、性能价格比、可操作性、可维护性等方面都具有明显的优势.

参考文献:

- [1] 侯国屏,王 珏,叶齐鑫. LabVIEW 7.1 编程与虚拟仪器设计 [M]. 北京:清华大学出版社, 2005.
- [2] 刘益成. TMS320C54X DSP 应用程序设计与开发 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] 赵 兆. 基于 DSP 的 PCI 高速数据采集处理卡的研究 [D]. 武汉:武汉理工大学硕士论文, 2003.

Design of Oscilloscope Based on Virtual Instrument Technology

YANG Feng-ping¹, JIANG Zhi-ling²

(1. East China Jiaotong University, Nanchang 330013; 2. Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China)

Abstract: The characteristics of virtual instruments are introduced and the advantages compared with the traditional instruments are presented, so a virtual multi-functional dual-channel digital oscilloscope based on LabVIEW is designed. The data acquisition sub-system is mainly constructed by ADC and DSP, and its hardware structure is also studied and implemented. Then the software design of the virtual oscilloscope is presented in detail. The result shows that the capability of the oscilloscope is better than that of the traditional instruments in precision and reliability etc. And it has a high manipulability and maintainability.

Key words: virtual instruments; oscilloscope; DSP; LabVIEW

(责任编辑:王建华)