

便携式虚拟示波器分析与设计

梁东莺, 姚红梅

(深圳信息职业技术学院信息中心, 广东 深圳 518029)

摘要: 通过以某虚拟便携式示波器为例。这是设计了一种基于USB接口, 集控制、驱动、显示为一体的便携式虚拟示波器。并介绍了虚拟示波器的工作原理和软、硬件接口电路, 同时通过PC平台来实现部分功能。讨论了示波器的波形显示方法, 最后给出了正弦内插显示算法。

关键词: 正弦内插算法; 示波器

中图分类号: TN87

文献标识码: A

文章编号: 1672-6332 (2007) 04-0050-03

电子仪器融合了微电子技术、计算机技术、通信技术、网络技术、新元器件新材料技术、现代测试技术、现代设计制造技术和现代工艺技术等, 是现代工业产品中新技术应用最多、最快的产品之一。由于国产示波器在数字化、智能化水平上跟不上市场的要求, 国内市场大量被国外产品所占据, 而适用于个人, 工厂, 公司等从事中低速电子产品开发生产调试使用的示波器产品比较少。针对此类用户, 开发了一种虚拟便携式示波器产品, 把部分功能通过PC平台来实现, 达到缩短开发时间, 控制生产成本的目的。

1 虚拟示波器系统基本构成

整个系统组成如图1所示, 主要由衰减电路, 放大电路, 触发电路, ADC数据采集及控制电路(在FPGA内), DAC电路, CPU, USB及电源组成

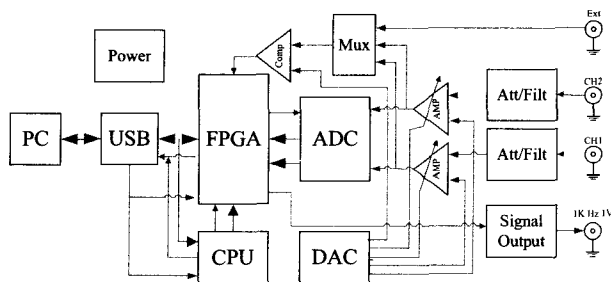


图1 系统框架示意图
Fig.1 Schematic system Framework

- 触发电路: 实现触发源的选择, 以及触发

电平的调节, 比较器输出送到采集控制模块以触发数据采集。

- ADC采集及控制电路: FPGA产生ADC所需要的时钟及其它控制信号, 并根据触发信号, 接收来自ADC的数据。并缓存入片内FIFO。完成后在单片机的控制下通过USB发送到PC端显示。

- CPU: 主要实现FPGA的配置, 以及在PC的控制下, 对FPGA内寄存器进行控制。

- USB: 实现数据有上传与下传, 采用专用芯片, 相当于一块FIFO进行读写操作, PC端为DLL程序, 应用软件对其调用就可实现基本操作。

1.2 衰减电路

如图2所示, 测量的电压档位, 以及耦合方式, 参数层将交直流耦合选择开关数据, 以及衰减网络模拟开关数据传送给硬件物理层。

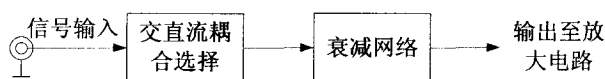


图2 衰减电路
Fig.2 Attenuation circuit

1.3 放大调理电路

放大器调理电路有三个功能, 第一把衰减电路送来的信号加以放大, 以满足ADC输入信号幅度的要求; 第二就是把信号的直流偏置电压进行调节, 以满足用户把波形进行上下移动的功能, 调节波形到合适的位置; 第三个功能是实现低通滤波, 以防

止频谱混迭。功能框图如图3所示。

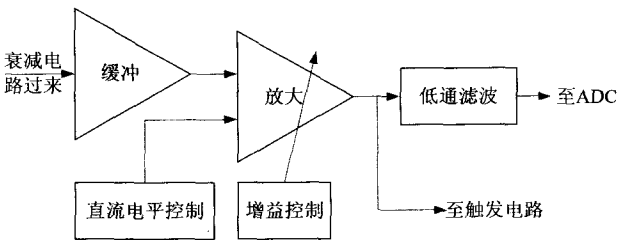


图3 放大电路框图
Fig.3 Amplifying circuit diagram

衰减电路过来信号首先经过缓冲器，驱动后级放大器对信号进行放大，考虑放大器增益可调节，以减小对衰减网络的级数要求。放大器的直流电平通过软件设置。输出信号一方面经过低通滤波送给ADC进行转换，另一方面送给触发电路，以产生触发信号。

1.3 触发电路

触发电路用来根据系统设置的触发条件，在特定条件下产生触发信号，启动AD采样。电路功能框图如图4所示。

按功能主要分成两部分，第一部分为触发源的选择，可以选择CH1，CH2或外部触发同步。

其中CH1，CH2的信号取处于它们放大电路的输出。第二部分为高速比较器，比较器的一端接触发电平预置，其电平可以设置，当待触发电平达到该值时，比较器翻转，输出触发信号。启动AD采样。

还有一个模块作为视频触发模块，分离出行场同步信号，输出送给采样逻辑对ADC控制，以稳定观察视频信号。

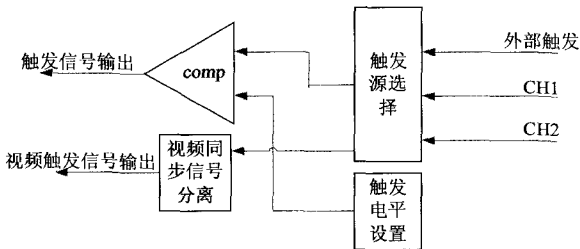


图4 触发电路框图
Fig.4 Trigger circuit diagram

1.4 ADC数据采集电路

ADC数据采集电路是本设计的核心，它把模拟前端送来的模拟信号转换为数字信号，通过USB送到PC后加以处理重现出模拟波形。本部分的功能

框图如图5所示。

由于ADC数据速度很快，一般的CPU都无法实时接收处理，因此先用高速SRAM进行FIFO，采集一定的长度后，停止AD转换，把数据通过总线传送给CPU进行处理显示。

触发使能与采集时钟产生模块控制本模拟运行，它一方面产生ADC所需时钟与控制信号，另一方面产生FIFO所需要的地址。并记录采集的数据长度及存储位置。根据触发延时位置，设置起始采集位置。

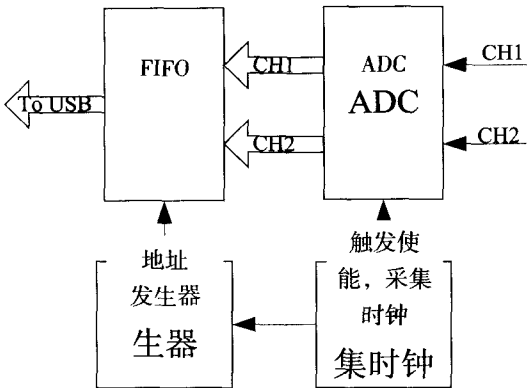


图5 ADC采集电路框图
Fig.5 ADC acquisition circuit diagram

2 正弦内插显示算法

正弦内插显示方式对正弦波输入信号非常有效，它可以从低至每周期2.5个点的采样序列中满意地恢复原始信号。

正弦内插显示的理论基础是采样的内插公式：

$$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n\Delta) \frac{\sin \pi(\frac{t}{\Delta} - n)}{\pi(\frac{t}{\Delta} - n)}$$

式中，Δ为采样的时间间隔。

从该公式可以看出，连续函数x(t)可以由它的采样值x(Δn)来表示。

在实际计算机内插显示的数据点时，可用量化的A/D采样数据x(n)代替内插公式中的模拟采样值，其内插计算点数的多少由所需的显示精度决定。由于采样序列只能为有限长度，所以，内插卡的求和范围应限制在计算点(−m,m)左右的区间内，由此产生的x(t)幅值误差为：

$$\Delta y \approx 1(\pi m)$$

因此,当 $m>30$ 时,显示精度优于1%。

图6为每周期采样5点的正弦波。图6(a)是矢量内插显示的波形,图6(b)为正弦内插显示的波形,而内插后每周期25个显示点,计算求和的长度为 $m=50$ 。

3 结语

我们利用正弦内插显示算法,实现了信号的等效采样,能够对1MHz~100MHz的周期信号进行波形复现,使示波器的显示效果令人满意。这种虚拟示波器在人机界面上为用户提供手动和自动两种工作模式,性价比高,有广阔的市场空间。

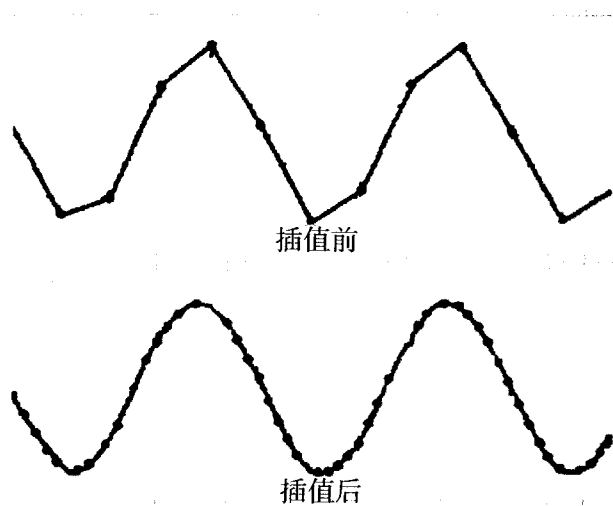


图6 正弦信号正弦内插显示
Fig.6 Sinusoidal signal interpolation show

参考文献 (References)

- [1] 陈一新. DMF5001液晶显示器与波形显示技术[J]. 国外电子元器件, 2002(2):4.
Chen yixin, DMF5001 LCD with waveform display technology[J]. Foreign Electronic Components, 2002(2):4. (in Chinese)
- [2] 马春雷. 基于EZ-USB的虚拟示波器设计 [J]. 国外电子测量技术, 2006, 25(12):31.
Ma chenlei. Design of the virtual oscillograph based on EZ2USB[M]. Foreign Elect ronic Measurement Technology, 2006, 25(12):31. (in Chinese)

Portable virtual oscilloscope Analysis and Design

LIANG Dongying, YAO Hongmei

(Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen 518029, China)

Abstract: In this paper, introduce a portable virtual oscilloscope, a design based on the USB interface, set control, driven into a portable display virtual oscilloscope. This paper introduces the principle of virtual oscilloscope, the software and hardware interface circuit, and through PC platform to achieve some functions; Discussion of the oscilloscope display of the wave, and give a sine interpolation algorithm.

Keywords: sine interpolation algorithm; Oscilloscope

[责任编辑 毛蔚]