

基于虚拟仪器技术的频谱分析仪的设计

张礼勇, 张 鹏

(哈尔滨理工大学 测控技术与通信工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要:针对频谱分析仪价格昂贵、操作复杂,不适合实验室的一般教学与仿真等问题,根据虚拟仪器的设计理论,介绍了一种基于 USB2.0 总线的虚拟频谱分析仪的设计过程.该设计采用 TI 公司的 THS1206A/D 转换芯片实现信号的采集功能.USB2.0 接口芯片采用 Cypress 公司 Cy7c68013 芯片,将采集的信号传送至 PC 机.最后在上位机实现数据的存储、FFT 运算与图像绘制.设计的结果基本满足实验室的一般教学与仿真要求.

关键词:USB 总线;虚拟仪器;频谱分析;Cy7c68013;FFT

中图分类号:TP368.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1007-2683(2009)05-0020-03

Design of Virtual Spectrum Analyzer Based on USB2.0

ZHANG Li-yong, ZHANG Peng

(School of Measure-control Technology and Communication Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China)

Abstract: Introducing the process of a design of virtual spectrum analyzer based on the shortages of conventional spectrum analyzer, such as, exorbitant price, complex operations and inconformity for teaching and simulation in the labs, the design is using TI THS1206 to make data acquisition and Cypress cy7c68013 to transport the data to PC for the data storage, FFT operation and display. The results show that the design is rational for the teaching and simulation demands of the labs.

Key words: spectrum analysis; virtual instrument; USB; Cy7c68013; FFT

0 引 言

频谱分析仪是信号处理中非常重要的分析手段,是科研、生产、测试、试验和教学等部门的必备仪器,但世面上的频谱分析仪普遍价格昂贵,维护费用也较高.随着计算机总线技术、高速数据采集技术以及计算机本身运算速度的不断提高,虚拟仪器技术得到了飞速发展,在测量与工控领域发挥了举足轻重的作用.虚拟仪器设备主要由信号处理采集部分、通信接口部分和 PC 主机三部分组成.

USB 总线具有传输速度快、支持即插即用和热

插拔等优点,尤其是随着 USB2.0 的出现,将 USB 接口的最高速度提高到了 480 Mb/s,使得虚拟仪器的开发具有更加广阔的前景.因此将 USB 接口技术与虚拟仪器技术相结合有着显著的优势,是当今智能仪器的一个发展趋势.

设计包括硬件和软件两个过程.

1 硬件设计

硬件部分主要包括 4 个功能模块:信号调理电路、信号采集电路、逻辑时序控制电路和接口芯片电路.各个部分的连接控制关系如图 1 所示.

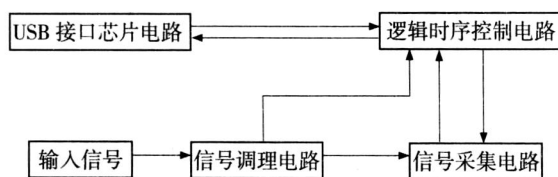


图1 硬件各部分连接控制图

1.1 信号调理电路

信号调理电路主要实现两个功能。第一,使用运算放大器对输入信号进行比例运算与适当的滤波处理,使其满足后续信号采集电路的需要。第二,对输入信号的波形进行处理,将其转变为标准方波信号后,用数字计数器测出信号的频率值。

1.2 信号采集电路

本设计的模拟信号采集部分采用 TI公司的 THS1206 芯片实现 A/D 转换。THS1206 芯片是 12 位,最高转换速度为 6 Mbps,电压转换装置为 1.5~3.5 V 的低功耗可编程模数转换器,它具有四个输入通道,既可作为四个单极性信号输入通道,也可作为两个差分输入信号的输入通道。THS1206 采用 5V 单电源供电,内置的 16 字深度 FIFO 可以存储多次连续采集的数据,可减少 CPU 读取数据的中断次数,提高系统的实时性,同时 THS1206 内部具有两个 12 位的控制寄存器 CR0 和 CR1,方便对芯片的控制与编程。硬件具体连接如图 2 所示。

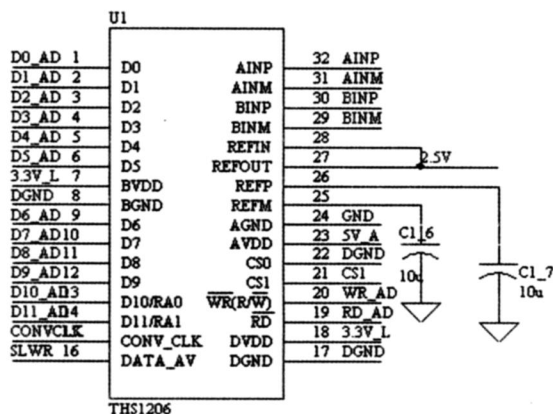


图2 信号采集电路部分

1.3 逻辑时序控制电路

选用 Xilinx 公司的 XC9572 CPLD, 主要实现如下功能: 第一:分频与多路选择, 利用产生的不同频率控制 THS1206, 实现 A/D 芯片的采集速度的可控性。第二:实现 Cy7c68013 与 THS1206 的数据总线复用切换问题。第三:实现对 THS1206 的编程初始化及控制问题, 即对 CR0、CR1 两个控制寄存器进行赋值。

1.4 接口芯片电路

本系统所使用的 USB 接口控制器为 Cypress 公司的 EZ-USB FX2 系列中的 Cy7c68013—128Pin 芯片, 它支持 12 Mb/s 的全速传输和 480 Mb/s 的高速传输。可使用 4 种 USB 传输方式, 实现控制、中断、块和同步传输, 完全适用于 USB2.0, 并向下兼容 USB1.1。本设计在数据的向上传输的方式上选用 SLAVE FIFO 模式, 这种传输模式控制简单, 实现数据的自动上传, 从而大大的提高数据的传输速度。在这里选用 EP6 作为数据的上传管道, 传输方式选择块传输方式。

具体的传输模式设置固件程序如下:

```
void SlaveFIFO Init(void)
{
    REVCTL = 0x03;
    SYNCDELAY;
    SYNCDELAY;
    IFCONFIG = 0xCB;
    SYNCDELAY;
    EP6FIFOCFG = 0x09;
    SYNCDELAY;
    EP6CFG = 0xEA;
    SYNCDELAY;
    PNLAGSAB = 0x00;
    SYNCDELAY;
    PNLAGSCD = 0x00;
    SYNCDELAY;
    PORTACFG = 0x00;
    FIFO_PNPOLAR = 0x00;
    SYNCDELAY;
    EP6AUTONLENH = 0x00;
    SYNCDELAY;
    EP6AUTONLENL = 0x40;
    SYNCDELAY;
    EP6FIFOPFH = 0xC1;
    SYNCDELAY;
    EP6FIFOPFL = 0x00;
    SYNCDELAY;
    FIFORESET = 0x80;
    SYNCDELAY;
    FIFORESET = 0x06;
    SYNCDELAY;
    FIFORESET = 0x00;
    SYNCDELAY;
    EP2BCL = 0x80;
```

```

SYNCDelay;
EP2BCL = 0x80;
SYNCDelay;
EP4BCL = 0x80;
SYNCDelay;
EP8BCL = 0x80;
SYNCDelay;
EP8BCL = 0x80;
}

```

2 软件设计

软件设计分为 3 个部分:USB 驱动;USB 固件自动下载程序;上位机数据接收显示程序.具体实现流程如图 3 所示.

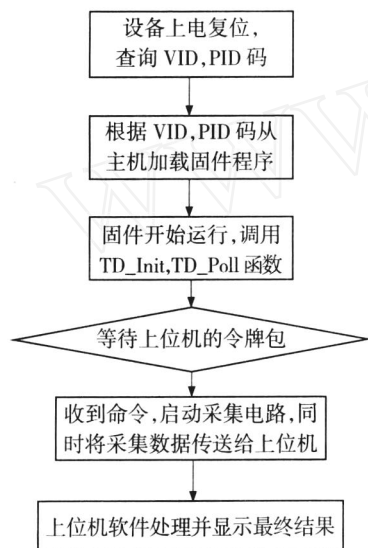


图 3 软件处理流程图

2.1 USB 驱动

选用 CYPRESS 公司的自带驱动 ezusb.sys 和 ezusb2k.inf, 这样节省了整个设计的开发时间, 使用时注意 ezusb.sys 文件的存放路径要与 ezusb2k.inf 文件中描述的路径一致即可. 而 ezusb2k.inf 文件存放路径随意, 在硬件第一次连接电脑时, 在系统的提示新硬件连接向导中提供该文件即可.

2.2 USB 固件自动下载程序

由于 Cy7c68013 的程序存储器是 RAM 所以, 单片机的固件存放可以有两种选择:一是放在外置的 EEPROM 中, 设备上电后, 由 EEPROM 导入 RAM 中. 二是将固件存放在电脑中, 当硬件连接后, 电脑

自动通过 USB 总线将程序加载. 这里我们选择了后者. 首先使用 hex 2c 工具和 Windows DDK 将固件. hex 执行文件转成相应的可自动加载的. sys 文件, 然后在 EEPROM 内写入相应的 VID, PID, 这样就可以实现固件的自动下载了.

2.3 上位机数据接收显示程序

程序主要分为 3 个部分:①USB 数据的接受与发送;②数据的转换与 FFT 处理;③数据的显示.

使用 VC++ 编制应用程序, 把 USB 设备当成文件来操作, 利用 CreateFile 得到 USB 句柄, DeviceIoControl 进行控制传输, 其中使用 Bulk Read 进行块传输, 实现数据的读取. 使用 Vendor Request 进行控制命令的发送. 我们将读取的数据量通过计算机进行 FFT 变换, 最终显示在软件面板上, 实现效果如图 4 所示.

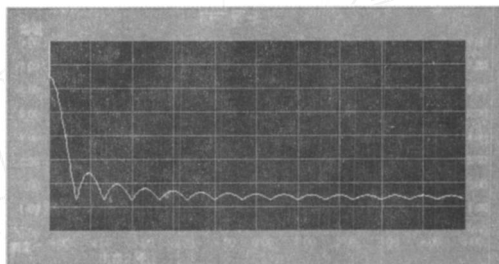


图 4 频谱分析仪的上位机软件显示效果图

3 结 语

设计与实现了一款基于 Cy7c68013 芯片的 USB2.0 虚拟频谱分析仪. 该系统硬件结构简单, 大大节省了硬件的开销, USB 接口的使用同时提高了仪器的速度与使用的便捷性.

参 考 文 献:

- [1] 钱 峰. EZ-USB FX2 单片机原理、编程及应用 [M]. 北京: 航空航天大学出版社, 2006.
- [2] 刘思久, 于德伟, 罗 艳, 等. 基于虚拟仪器的 PCB 数字功能模式的测试 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2005, 10 (6): 67 - 71.
- [3] 李英伟, 王成儒. USB2.0 原理与工程开发 [M]. 2 版. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- [4] 常晓明, 李媛媛. Verilog-HDL 工程实践入门 [M]. 北京: 航空航天大学出版社, 2005.
- [5] 魏凤英. 频谱分析仪的原理、维修以及发展趋势 [J]. 无线电工程, 2006, 36 (7): 29 - 32.
- [6] 徐宗亮, 赵 洪. 基于虚拟仪器技术的拉伸流变仪测控系统 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2006, 11 (2): 23 - 27.
- [7] 张邦涛, 张礼勇. 基于 USB2.0 的数据采集器和波形发生器的设计 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2007, 12 (2): 102 - 106.

(编辑:付长缨)