



# 职业学校用低频虚拟示波器的设计

韩 颖

(江苏省常州建设高等职业技术学校 设备工程系,江苏 常州 213000)

**摘 要:**介绍了一种基于 AT89S52 单片机和 LabVIEW 实现的低频虚拟示波器。将数据采集卡所采集的数据通过 USB 口送到计算机,然后计算机根据虚拟面板的设置,通过调用动态链接库对数据进行相应的分析、处理,并在屏幕上显示出处理结果,实现与真实示波器相类似的功能。该低频虚拟示波器软件面板设计形象,易于操作,实用性强,可应用于职业学校的教学、实验。

**关键词:**虚拟示波器;AT89S52;LabVIEW;USB

中图分类号:TN141.1

文献标识码:A

文章编号:1671-931X(2014) 05-0070-05

## 引言

示波器是工科院校电子、EDA 和单片机等实验室的必备仪器<sup>[1]</sup>。传统数字示波器精度高、功能强,但成本昂贵,维护困难<sup>[2]</sup>;而虚拟示波器功能丰富、结构简单、价格低廉、用户可自定义、能重复开发<sup>[3]</sup>,不仅能有效解决实验和实训教学中设备不足的难题和教学管理中的困难,还能改进实验实训的教学方法,锻炼学生的实践能力和培养学生的创新意识。基于此,本文设计了一个职业学校实验教学用的双通道低频虚拟示波器。

### 一 系统总体结构

本文设计的是一个基于 AT89S52 单片机和 LabVIEW 技术的双通道低频虚拟示波器。系统总体结构如图 1 所示,该虚拟示波器由下位机和上位机两部分构成,下位机是以 AT89S52 单片机作为微控制器的数据采集卡,主要负责信号调理并转换为数字信号发送给上位机,接受上位机发送过来的命令并进行相应的处理;上位机是通过 LabVIEW 设计的

虚拟面板和 Visual C++开发的数据处理程序,负责处理并显示下位机传送来的数据,并将虚拟面板的控制命令发给下位机。

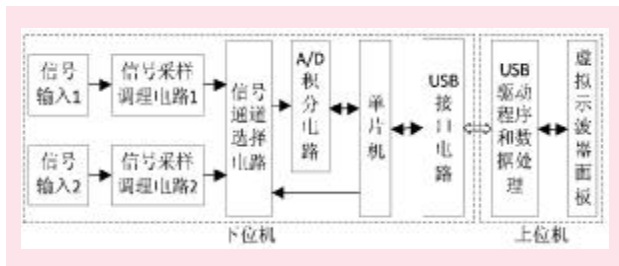


图 1 系统总体结构图

## 二、硬件设计

### (一) 信号调理电路

信号调理就是将待测信号变成满足 A/D 转换器输入要求的信号。本设计中单路采样调理电路如图 2 所示,输入信号  $V_s$  先经过 RC 电路进行滤波和分压,得到信号  $V_1$  经过保险管 F1,再经过 U1D 构成的电压跟随器得到信号  $V_2$ ,利用电压跟随器对信

收稿日期:2014-09-10

作者简介:韩颖(1981-),女,江苏常州人,江苏省常州建设高等职业技术学校设备工程系讲师,工程硕士,研究方向:电子仪器仪表技术、楼宇智能化工程技术。

号进行隔离和缓冲，避免了信号在传输过程中的衰减及失真；U1B 构成了一个减法比例运算放大器，那么其输入与输出的关系为：

$$V_{out}=V_{ref}-V_s/2 \tag{1}$$

式(1)中  $V_{ref}$  为用 TLC431 构成+2.5V 的基准电压， $V_s$  为-5V~+5V 的输入信号，可计算出  $V_{out}$  为 0~+5V 的电压信号。可见，本电路的主要作用是将输入信号  $V_s$  调理为满足 A/D 转换器输入要求的电压信号，同时能够抑制漂移，提高稳定性和精度。

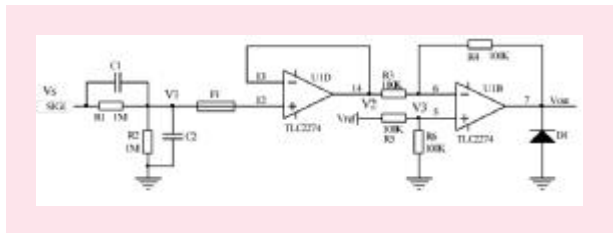


图 2 信号采样调理电路图

(二)A/D 转换电路

本示波器主要应用于职业学校的实验等教学，对系统的精度要求不是很高，故采用德州仪器公司的高速 8 位 A/D 转换器 TLC0820，其读方式下最快转换时间约为 2.5μs，8 位并行输出，外围电路简单<sup>[4]</sup>，与微处理器连接比较容易。TLC0820 与 AT89S52 的接口电路如图 3 所示，调理后的模拟信号  $V_{out}$  输入 TLC0820 的模拟输入端 ANLGIN；将 TLC0820 的数据端与单片机的 P0 口相连；A/D 转换的启动和读数据的信号分别由单片机的 P3.6 和 P3.7 脚进行控制；A/D 转换结束指示信号输送至单片机的外部中断 0 口(P3.2)。本设计中 TLC0820 的积分输入信号范围为 0~+5V，故积分参考电压  $V_{ref+}$  和  $V_{ref-}$  分别接至+5V 和地。

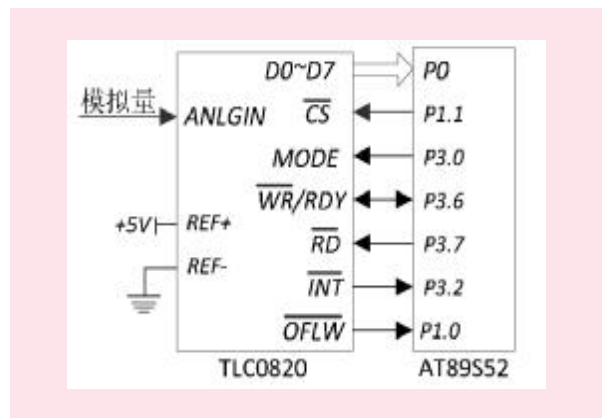


图 3 TLC0820 连接框图

(三) USB 接口电路

PDIUSB12 是一款通用的高速通信并行接口 USB 器件，性价比很高<sup>[5]</sup>，它与 AT89S52 单片机的硬件连接框图如图 4 所示，其 8 位双向数据总线与

AT89S52 的 P2 口相连。D12 的片选信号  $CS\_N$  直接接地，保证其处于启动状态；ALE 信号直接接地，使其采用独立的地址/数据总线配置；A0 接 AT89S52 的 P3.4 脚，选择是数据还是命令输入；将 D12 的中断输出信号 INT\_N 输送到 AT89S52 的 P3.5 脚，及时准确地获取 D12 的数据传输状态；D12 的地址和数据的读写操作是通过 AT89S52 控制其各引脚来实现。

(四) 电源设计

下位机的供电电源由上位机的 USB 端口输出，除了单片机 AT89S52、USB 接口芯片 PDIUSB12、A/D 转换器 TLC0820 等器件的+5V 工作电源外，还有 TLC2274 工作的双极性电源，这里先将+5V 通过微电源升压型稳压器 SP6690 升压到+7.5V，再通过极性反转电源转换器 ICL7660 转换得到-7.5V 的负电源。

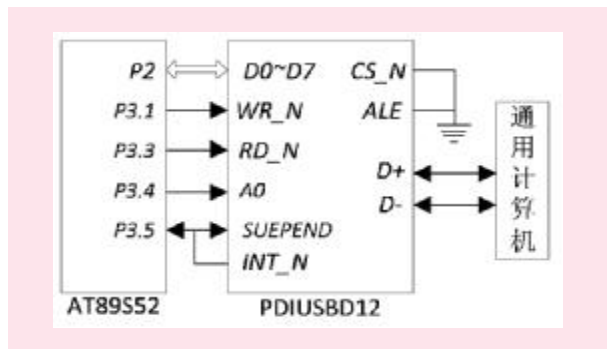


图 4 PDIUSB12 连接框图

三、软件系统设计

该低频虚拟示波器的软件系统主要包括下位机单片机程序的设计、上位机的面板设计和数据处理等；上位机和下位机通过 USB 进行信息交互、数据传输、命令传送等，双方协调工作，集信号采集、数据传输和处理于一体。

(一)虚拟前面板

虚拟示波器的面板是利用 LabVIEW 技术设计的在显示器上的直接面向用户的仪器面板。既需要符合通用示波器面板的标准，又要界面逼真直观、操作方便。本设计中的低频虚拟示波器的前面板如图 5 所示，结构设计和操作方法参照了泰克示波器，可以实现波形显示、时基控制、幅值控制、通道选择、触发方式选择、触发方式控制、电压显示、频率显示等功能。

(二)下位机软件

下位机的主要任务是根据上位机的命令进行采样通道的选择和采样速率的调节，再将 A/D 转换后的数字信号通过 USB 发给上位机，其软件流程如图 6 所示。下位机启动并与上位机通讯成功后，首先处

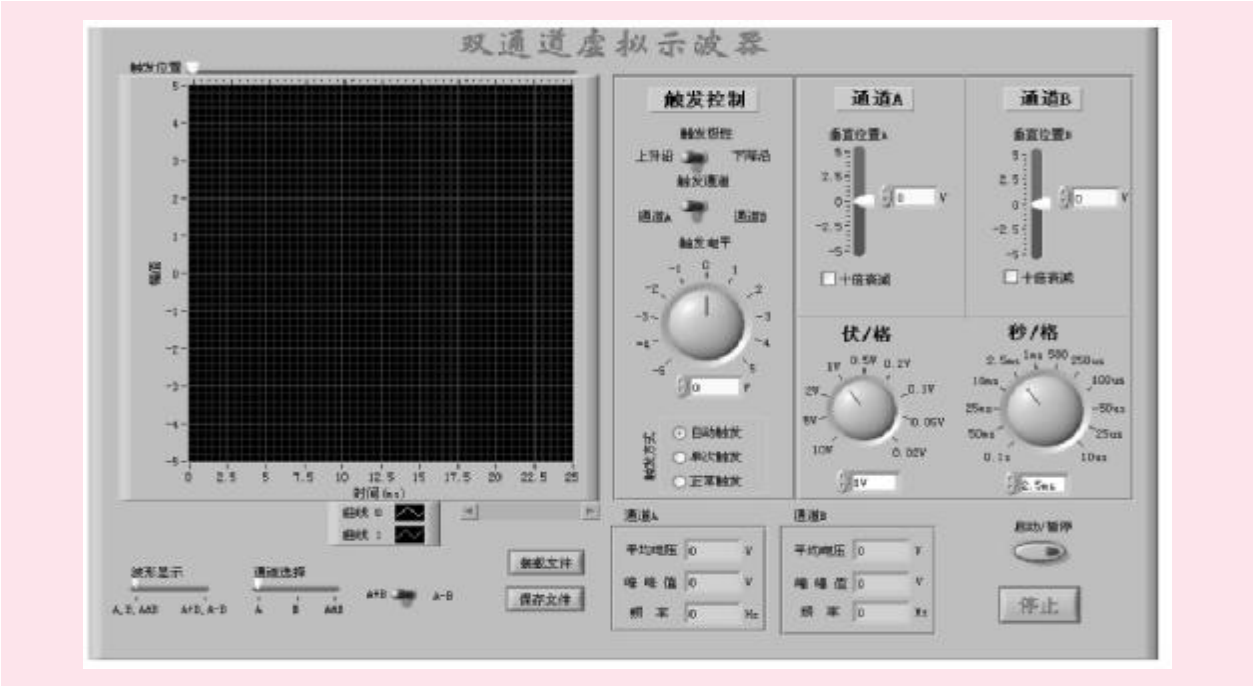


图 5 低频虚拟示波器前面板

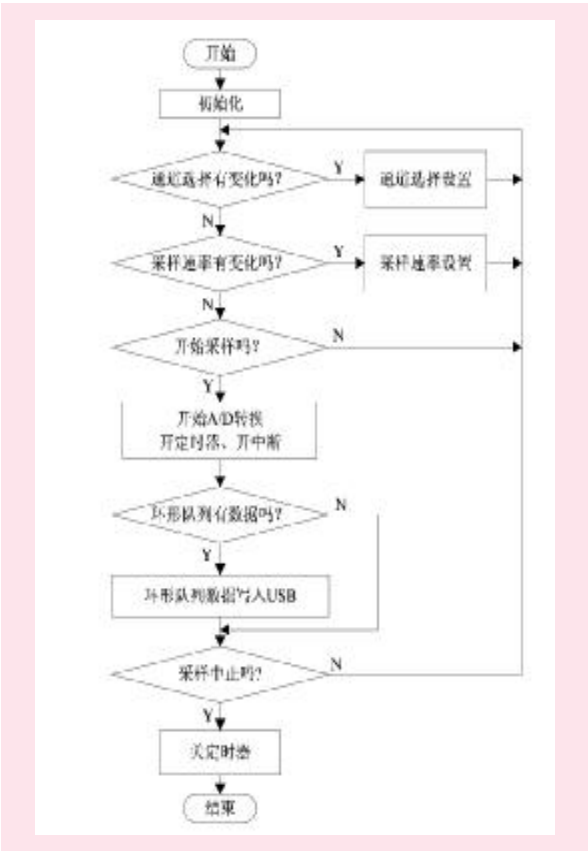


图 6 下位机软件流程图

理上位机发过来的命令,判断信号采集通道、采样率是否发生变化,如有变化则优先处理;然后开启单片机外部中断 0、启动 A/D 积分,A/D 结束信号触发单片机外部中断进入读数据程序,并将数据写入单

片机内部 RAM。为了提高采样频率和数据读取的速率,在单片机的 RAM 中开辟了若干字节的环形队列用于存储 A/D 数据。下位机除了启动和读取 A/D 转换数据之外,就是通过 USB 端口向上位机发送数据。为了提高下位机的执行效率和充分利用单片机的 RAM 空间,下位机软件采用汇编语言设计。

(三)上位机软件系统

上位机主要将虚拟面板的各控件的状态转换成命令数据传给下位机,同时接收下位机送来的数据处理后输出显示,其软件总体流程如图 7 所示。虚拟面板作为显示界面、功能操控使用。上位机启动与下位机通讯成功后,启动读数据线程,将环形队列中的数据通过 USB 的端点 2 读取到计算机的缓冲区中,根据当前的触发方式等进行分析处理并输出波形显示,并计算当前采样的信号的电压、频率等参数,同时将面板控件的参数设定状态命令通过 USB 的端点 1 传送给下位机。

LabVIEW 通过对外部动态链接库(DLL)的调用实现数据的采集处理。本设计中采用 Visual C++进行动态链接库的设计。Visual C++功能强大、用户界面友好,编译后的速度快,编译后的文件在没有安装 Visual C++的机器上能直接运行,适合应用于速度要求快、硬件操作多、软件要求高的数据采集技术系统<sup>[6]</sup>。动态链接库是根据通道选择与设置、时基控制、幅值控制、触发方式以及水平和垂直位置等控件信号对上位机缓冲区内的数据处理程序,本系统中创建的动态链接库中主要包含数据读取和处理子程序、时基改变处理子程序、幅值改变处理子程序、触

发方式改变处理子程序、触发位置处理子程序、保存和打开文件子程序等,LabVIEW 通过调用并配置动态链接库的节点的方式应用相关的子程序。

(四) USB 接口程序设计

D12 有自己的专用指令集,用于设置、读取 USB 芯片的状态和控制 USB 总线传输<sup>[5]</sup>。D12 芯片有 3 个端点,每个端点都各有一个输入和输出端点号。USB 的端点 0 用于与主机进行配置信息的交换和控制信息的接收,对 USB 设备 D12 进行识别,实现上位机与下位机握手,判别固件是否匹配。USB 端点 1 有输出(端点号 2)和输入(端点号 3)两个的端点号,CPU 分配给这两个端点各 16 字节 FIFO,用于将虚拟面板的状态和命令传送给下位机。上位机通过发送命令字对下位机进行控制,例如,通过启停命令字启动或停止下位机采样:“1”表示启动下位机采样,“0”表示停止下位机采样;根据通道设置命令字的数值设置采样通道:“0”表示通道 1 单独采样,“1”表示通道 2 单独采样,“2”表示两个通道同时采样。USB 端点 2 有输入端点(端点号 4)和输出端点(端点号 5),数据传输方式配置为非同步模式(模式 0)。端点 2 为 64 字节的双缓冲区结构,是进行吞吐大数据量的主要端点。CPU 分配给它 128 字节的 FIFO,用于将下位机环形队列中的数据传送给上位机。为了高效传输大量数据,采用块方式传送。USB 在发送一包数据的同时,CPU 向其写入另外一包数据,直到一次写满 64 个字节数据后,启动发送下一包数据。

四、试验分析

该低频虚拟示波器实现了双通道波形显示模式、幅值调整、时基调整、触发方式控制、触发位置调

整、波形垂直移动以及波形存储与装载等功能,并计算和显示电压峰-峰值、平均值和频率等参数。AT89S52 在时钟频率 12MHz 的情况下,最高采样率约为 200kHz,双通道模式下,单个通道的采样率约为 100kHz,而信号的最高频率为 20kHz,完全满足奈奎斯特采样定律和实际工程应用经验,采样信号不会发生丢失;而单通道模式下,信号采样的完整性会更好。双通道模式下本虚拟示波器检测的 2kHz

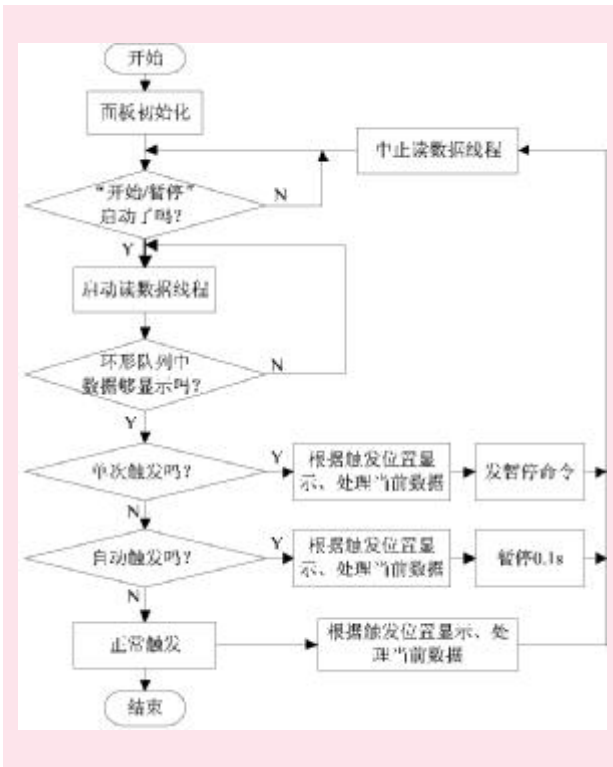


图 7 上位机软件总体流程图

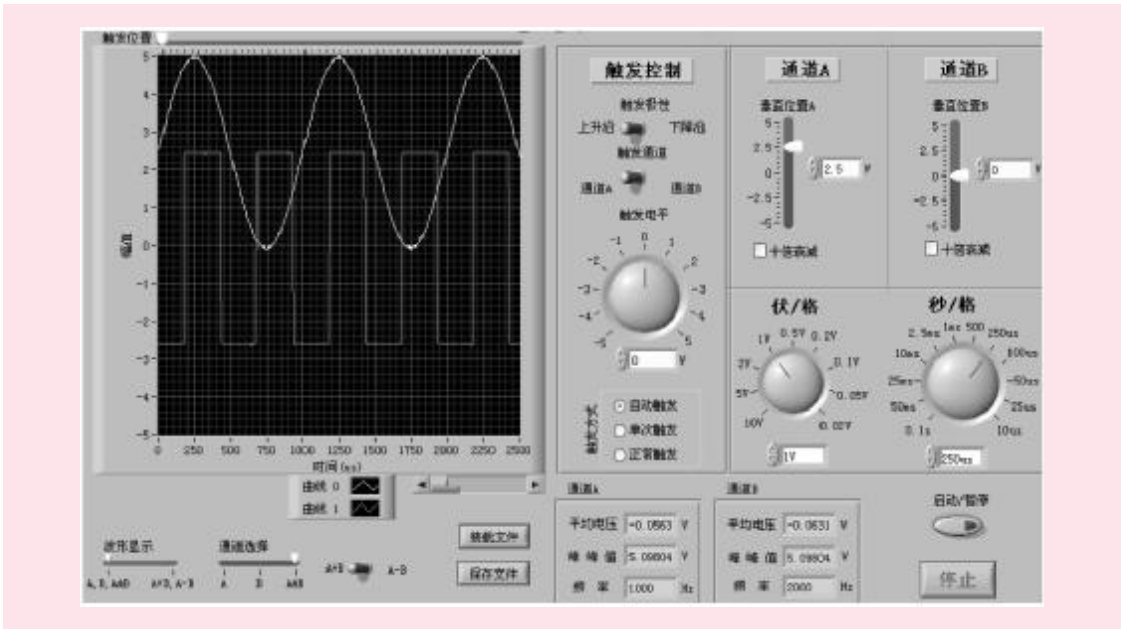


图 8 低频虚拟示波器双通道测试波形



方波和 1kHz 正弦波如图 8 所示,可见 20 kHz 以下的信号采集存储和显示效果良好。

五、结语

本文从硬件和软件等方面介绍了基于 AT89S52 和 LabVIEW 的双踪低频虚拟示波器的设计。该低频虚拟示波器能够实现一般数字示波器的基本功能,面板设计形象,易于操作,且功能强、体积小、成本低,在职业学校的教学中能够替代数字示波器,试验教学应用前景良好。

参考文献:

[1] 李海芳,张民,陈俊杰,等.LabVIEW 下远程虚拟实验室的

研究与实现[J].太原理工大学学报,2010,(02):147-149.  
[2] 唐求,滕召胜,黄鸿鸣.基于 LabVIEW 的多功能虚拟示波器设计[J].微计算机信息,2007,23(1-1):151-152.  
[3] 周瑛.基于 LabVIEW 的虚拟示波器的设计和实现[J].福建师范大学福清分校学报,2010,(05):56-59.  
[4] 陶园,宋占伟,赵萍.高速 8 位 A/D 转换器 TLC0820 在锅炉检测中的应用 [J]. 试验技术与试验机,2005,(Z1):54-56.  
[5] 广州周立功单片机发展有限公司.PDIUSB12 固件编程指南[EB/OL].http://www.zlgmcu.com,2014-09-01.  
[6] 刘锐宁,宋坤.Visual C++ 从入门到精通[M].北京:清华大学出版社,2010.

[责任编辑:刘 骋]

Design of Low Frequency Virtual Oscilloscope in Vocational School

HAN Ying

(Jiangsu Changzhou Higher Vocational School of Construction, Changzhou 213000,China)

**Abstract:** It introduces a kind of low frequency virtual oscilloscope based on AT89S52 single chip microcomputer and LabVIEW .The data acquisition card collectes data to computer by USB port, then the computer processes results on the screen according to the virtual panel settings, calling the dynamic link library to the corresponding analysis, achieving similar functionality to real oscilloscope. The low frequency virtual oscilloscope is easy to operate with strong practicability, can be applied to teaching and experiment in vocational schools.

**Key words:** Virtual Oscilloscope; AT89S52;LabVIEW;USB