

DOI:10.19431/j.cnki.1673-0062.2018.04.006

基于虚拟仪器的辅助电路设计开发平台研究

王玉林,冯 军,朱雪婷

(南华大学 机械工程学院,湖南 衡阳 421001)

摘 要:结合测控技术与仪器专业的实验教学需求,以及学生在电子电路设计方面的设备需要,设计出一款集成有模拟信号采集、函数发生、数字信号采集及发生、以及其他常用模块功能的辅助电子电路设计开发平台.针对该平台软硬件系统设计做了详细叙述:该平台基于虚拟仪器技术,通过平台携带的数据采集卡将采集到的模拟量及数字量上传至 PC 端,通过 PC 端软件进行数据处理,或将需要的函数波形及数字量通过平台进行输出.平台与 PC 通过 USB 进行通信.并且考虑到用户的实际需求,在 PC 端用户程序中,开发一个虚拟串行接口,用户可根据自己的实际需求编写相应软件,通过虚拟串口与平台进行通信.

关键词:虚拟仪器;LabVIEW;USB 通信;数据采集

中图分类号:TN911 **文献标志码:**B **文章编号:**1673-0062(2018)04-0031-09

Research of Aided Circuit Design and Development Platform Based on Virtual Instrument

WANG Yulin, FENG Jun, ZHU Xueting

(School of Mechanical Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China)

Abstract: Combined with the experimental teaching requirements of the measurement and control technology and the instrument specialty, and the needs of the students in the electronic circuit design, a design and development platform integrated with analog signal acquisition, function generation, digital signal acquisition and occurrence, and other common module functions is designed. This paper mainly aims at the design and development of the auxiliary electric circuit. The hardware and software design of the platform is described in detail. The platform is based on the virtual instrument technology. Through the data acquisition card carried by the platform, the analog and digital quantities are uploaded to the PC

收稿日期:2018-01-16

基金项目:南华大学高等教育研究与改革重点资助项目(2016XJG-ZD01)

作者简介:王玉林(1983-),男,讲师,硕士,主要从事自动测试系统、检测技术与自动控制方面的研究.E-mail:wyulin00001@163.com

end, data processing is carried out through the PC end software, or the function waveform and digital quantity needed are output through the platform. The platform is communicated with the PC through the USB. And the actual needs of the users are taken into account in PC. In the end user program, a virtual serial interface is developed. Users can write corresponding software according to their actual needs, and communicate with the platform through virtual serial port.

key words: virtual instrument; Lab VIEW; USB communication; data collection

0 引言

当前,作为第五代智能仪器仪表技术的虚拟仪器正逐步取代传统的仪器,虚拟仪器技术依托高性能的计算机硬件资源和软件资源处理传统仪器所无法处理或不便处理的庞大数据。

而作为虚拟仪器必不可少的硬件支持资源,目前市场上主流的数据采集设备,就性能而言,可满足当前数据采集领域的高端数据采集需求,但对于低端应用场所的数据采集需求而言,匹配高端设备和应用场所的设计显得有些多余,导致大部分资源在低端数据采集应用领域的实际应用中处于空闲状态,造成资源浪费。换言之具有高配标准的通用性设备在低端应用中存在大量的冗余设计。而就价格而言,根据 NI、PICO、研华、泛华、海泰等国内外主流的数据采集设备及方案供应商的产品报价来看,价格从数千元至数万甚至数十万元不等,其中在市场上主流产品的价格在数万元左右,且这些设备的主要应用场所是高标准实验室或者是专业性的应用环境。

根据我院测控技术与仪器专业的教学需求及实验室条件,亟需一款电子设计硬件开发平台用于该专业学生的电子类课程教学及电路设计开发辅助。

1 系统总体设计

1.1 系统设计要要求

结合机电控制类实验教学安排,设计一款基于虚拟仪器的实验平台或相关设备。具有模拟信号采集及波形发生,数字信号采集及发生功能,可进行功能扩展和电子电路设计。

1.2 系统主要技术指标

能够完成对 50 kHz, $V_{pp} = 10\text{ V}$ 以内的正弦信号的有效采集;能够完成 0 Hz~50 kHz, $V_{pp} = 10\text{ V}$ 的常用波形发生;可完成 8 位数字信号的输入输出操作;数字频率为 300 kHz;具有单电源及双电源输出端口并可按需实现功能扩展。

1.3 系统设计主要模块划分

采用模块化设计理念,针对各功能模块进行独立设计。主要包括函数波形发生功能模块、模拟信号采集功能模块、数字信号发生模块、数字信号采集模块、LCD 显示模块、控制按键输入模块、电源模块、其他扩展模块。其中函数波形发生功能模块、模拟信号采集功能模块、数字信号发生模块、数字信号采集模块集成在采集卡模块组中。

1.4 系统整体结构

采用宏晶公司的 STC15F2K60S2MCU 作为数据采集系统的控制器,该款单片机采用 51 内核,具有两路 UART,系统结构如图 1 所示。通过软件优化处理器单元物理构架,实现多任务处理。

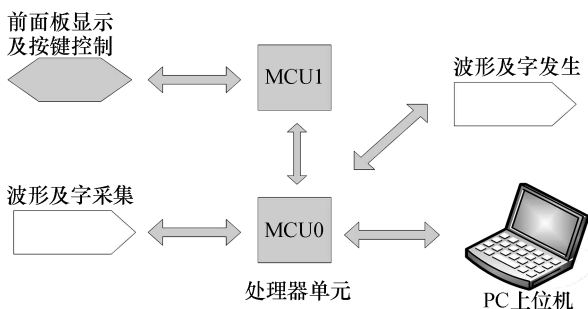


图1 数据采集系统搭建结构及数据关系图
Fig.1 Structure and data relation diagram of data acquisition system

2 系统硬件电路设计

2.1 硬件总体设计方案

硬件部分设计根据设计需求,主要分为 4 大模块板组,包括采集卡模块组、本地人机交互模块组、电源模块组以及常规扩展模块组。根据系统功能模块划分,系统硬件电路具体由 9 部分构成: USB 接口模块设计、模拟量采集通道设计、函数信号发生模块组设计、数字信号采集及发生模块设计、隔离数字信号采集及发生模块(扩展模块)设计、LCD 连接电路设计、按键功能设计、隔离型短

路保护电路设计和示警电路设计.

2.2 USB 接口模块设计

USB 接口管理采用芯恒公司的 CH372B 型 USB 通信芯片。CH372B 型 USB 通信芯片具有 8 位并行数据总线, 内置 USB 通信中的底层协议,

在内置固件模式下,单片机只需要负责数据交换,无需在单片机端编写 USB 通信协议,减少了对 MCU 运算资源的占用,相对提高了 MCU 的数据处理能力.电路设计如图 2 所示.

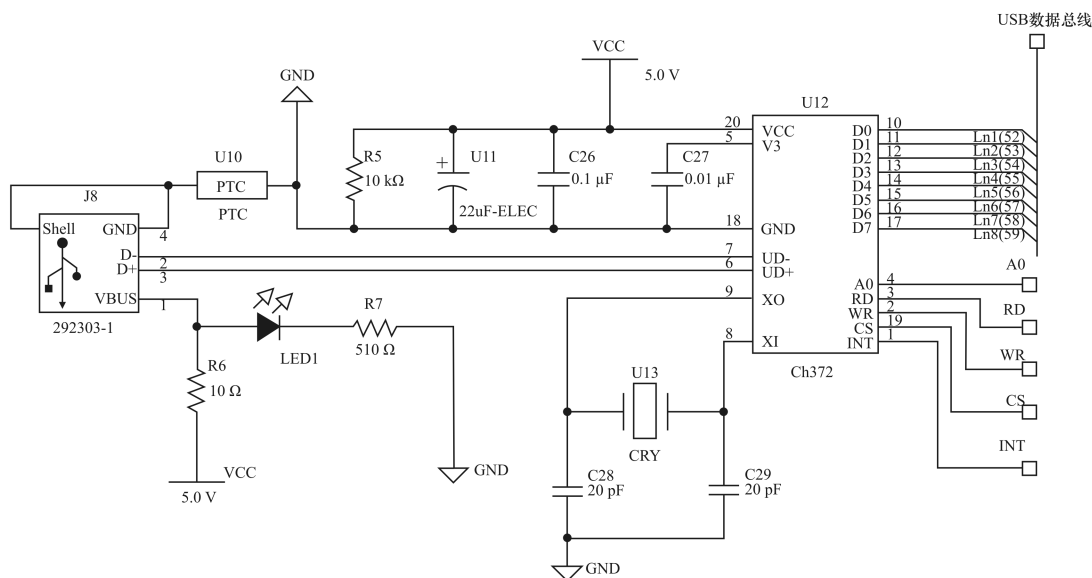


图2 USB 通信模块电路

Fig.2 USB communication module circuit

2.3 模拟量采集通道设计

模拟信号采集通道包括通道选通电路和增益调整电路,将调理后的信号通过 1 路 STC15 自带

的 10 位 AD 转换完成模拟量对数字量的转换. 模拟信号处理流程图如图 3 所示.

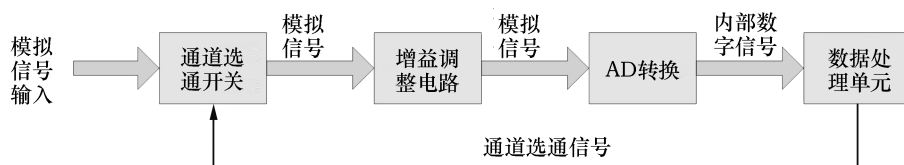


图3 模拟信号采集通道数据处理流图

Fig.3 Data processing flow chart of analog signal acquisition channel

选用可编程数字运放 PGA281 进行信号的增益调整,采用差分式模拟开关 MPC509 进行采集通道的选通,通过各通道的交替选通实现多路采集。各路采集通道具有 AC/DC 两种导通模式选择,最大采样速率可以达到 300 kHz,设计电路如图 4 所示。通道选通开关电路(如图 5)采用一片四运放芯片搭建四个电压跟随器,通过一对 10 V 稳压管进行限幅,避免共模输入过高烧毁芯片。其中两路采用 10 μ F 电容进行交流耦合作为交流通路。

2.4 函数信号发生模块组设计

函数信号发生模块组可分为独立的两个部分。

第一模块区采用可编程波形发生芯片 AD9833 作为函数发生芯片,作为正弦波、三角波及方波的发生,输出波形幅值、频率、偏置手动可调,如图 6 所示。第二模块区主要利用 MCU 自带的 DA 功能实现,通过实时调整两路 DA 输出,经过一个减法器后,完成 $\pm 5\text{ V}$ 范围内的任意波形发生,如图 7 所示。

2.5 数字信号采集及发生模块设计

数字信号采集及发生模块用于完成数字信号的采集及输出功能.默认可同步完成 8 路数字信号输出及 8 路数字信号采集功能,最大采样速率为 500 kHz,可通过软件配置单独实现 16 位数字

信号的采集或发生.由于 MCU 的 IO 口有限,若完成上述功能,需进行总线扩展.在该设计,采用锁

存管理芯片及缓冲器结构进行总线扩展及复用,电路设计如图 8 所示.

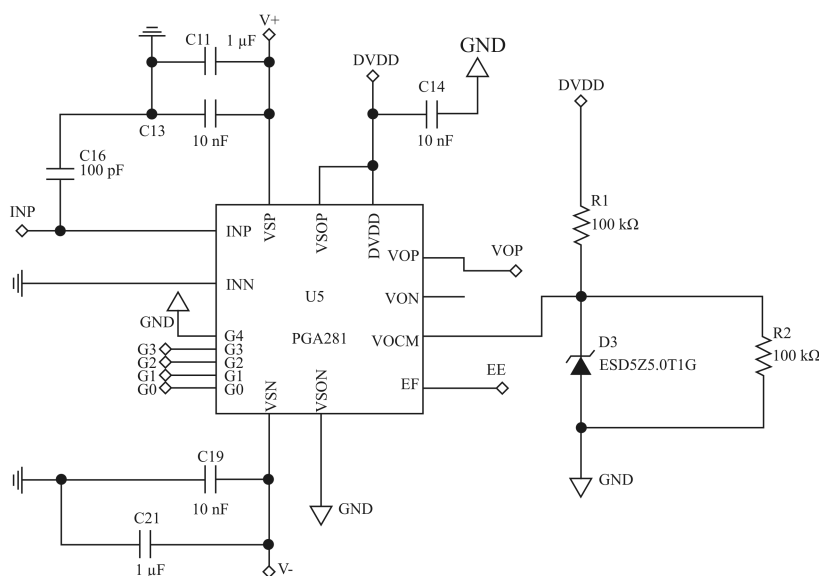


图 4 PGA281 模块电路原理图

Fig.4 Schematic diagram of PGA281 module circuit

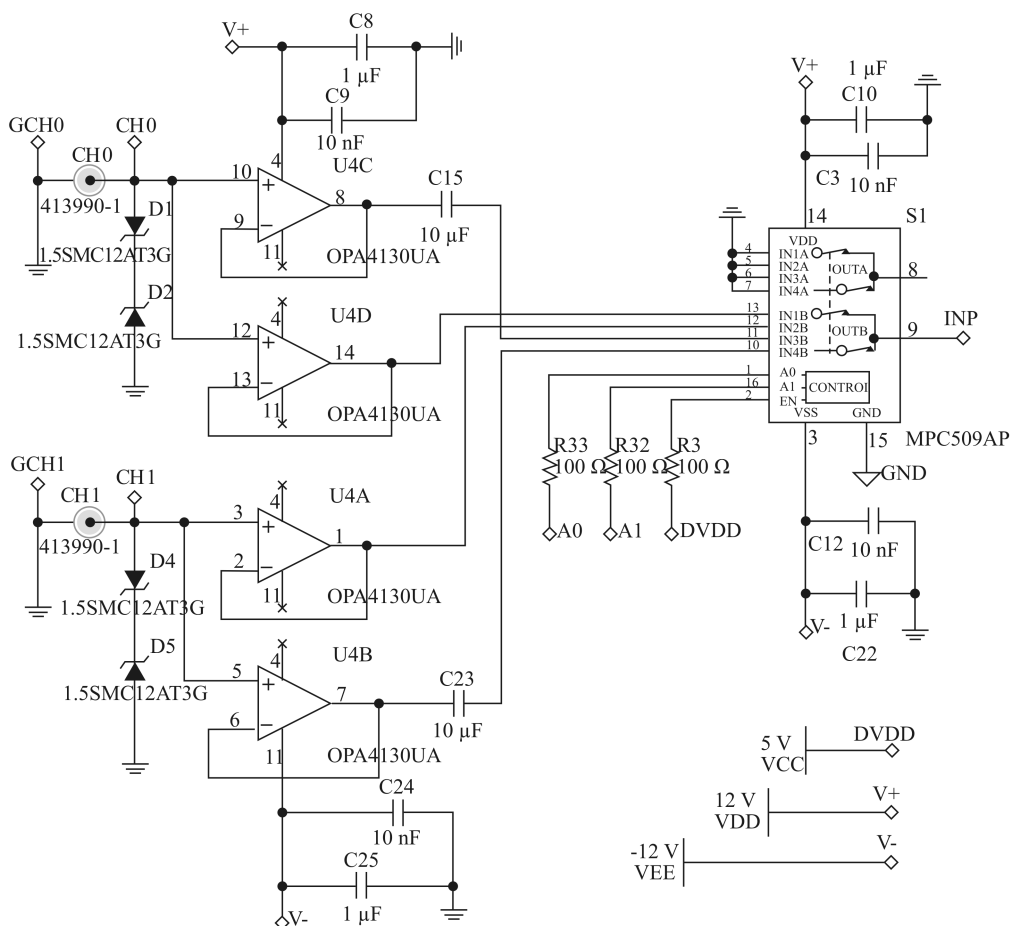


图 5 选通通道模块电路原理图

Fig.5 Circuit schematic diagram of gated channel module

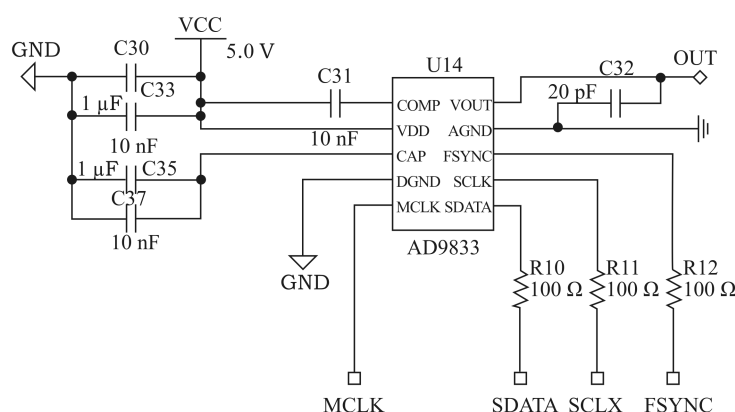


图 6 AD9833 模块电路原理图

Fig.6 Schematic diagram of AD9833 module circuit

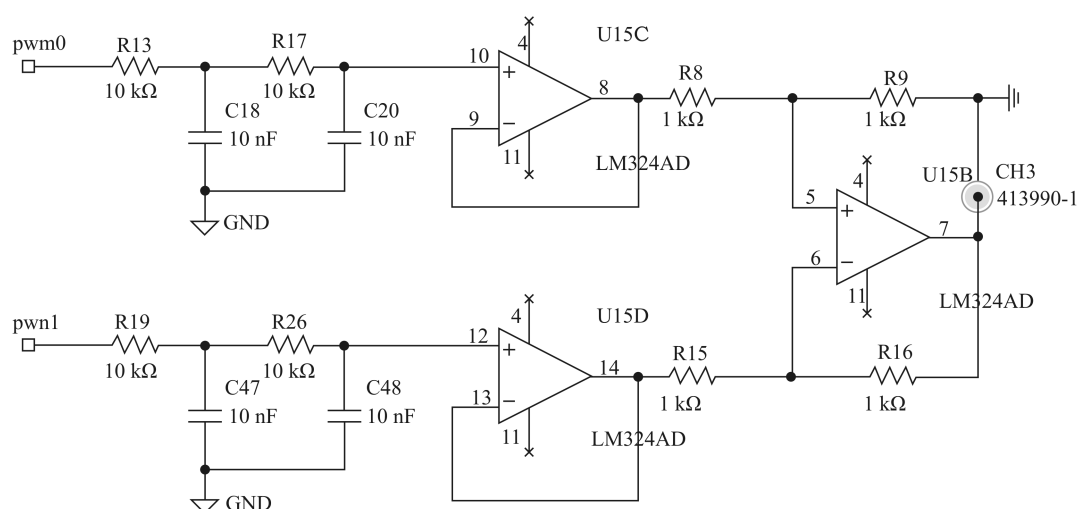


图 7 任意波形发生模块模拟电路设计图

Fig.7 Design diagram of analog circuit for arbitrary waveform generator

2.6 LCD 连接电路设计(电平转换)

由于 TFT 彩屏采用 3.3 V 电源供电,而选用的 MCU 采用 5 V 电源供电,但 STC15 IO 状态可以配置为开漏状态,故此可采用混合电压供电系统进行电平转换.在进行混合供电时,可将 MCU 的 IO 口配置成开漏模式,由外部的上拉电阻提供 3.3 V 高电平输出.接口电路原理图如图 10 所示.

2.7 按键功能设计

设计有六个按键,分别为菜单、左移键、右移键、上移键、下移键和确认键.预留一个 3×4 的矩阵键盘输入接口,用于直接数字输入.系统启动后,在按键操作时,先按菜单键进入功能选择模式,通过上移键和下移键进行功能选择,通过左移键和右移键进行参数调整,通过确认键对当前调整进行确认或返回.

2.8 隔离型短路保护电路设计

隔离型短路保护电路(如图 11 所示)采用光耦反馈的控制方式.VIN 为电源通道输入,VOUT 为电源通道输出,GND1 为电源通道地端.E 为电源通道导通状态输出,当电源通道导通时,输出为高阻态,当电源通道截止时,输出为高电平.EV 端为检测电压输入端,GND2 为检测电压的地信号输入端.在工作过程中,电源刚接入时,电容处于充电状态,此时三极管处于导通状态,电源通道导通.EV 端检测到电压输出时,光耦集电极和射级导通,此时三极管基极被置低,三极管连续导通,此时 E 端输出为高阻态.当检测到电压输出短路时,即 EV 端和 GND2 端电压差将为 0,此时光耦集电极和射级断开,三极管基极被置高,三极管截止,此时电源通道被截断,E 端输出为高电平.

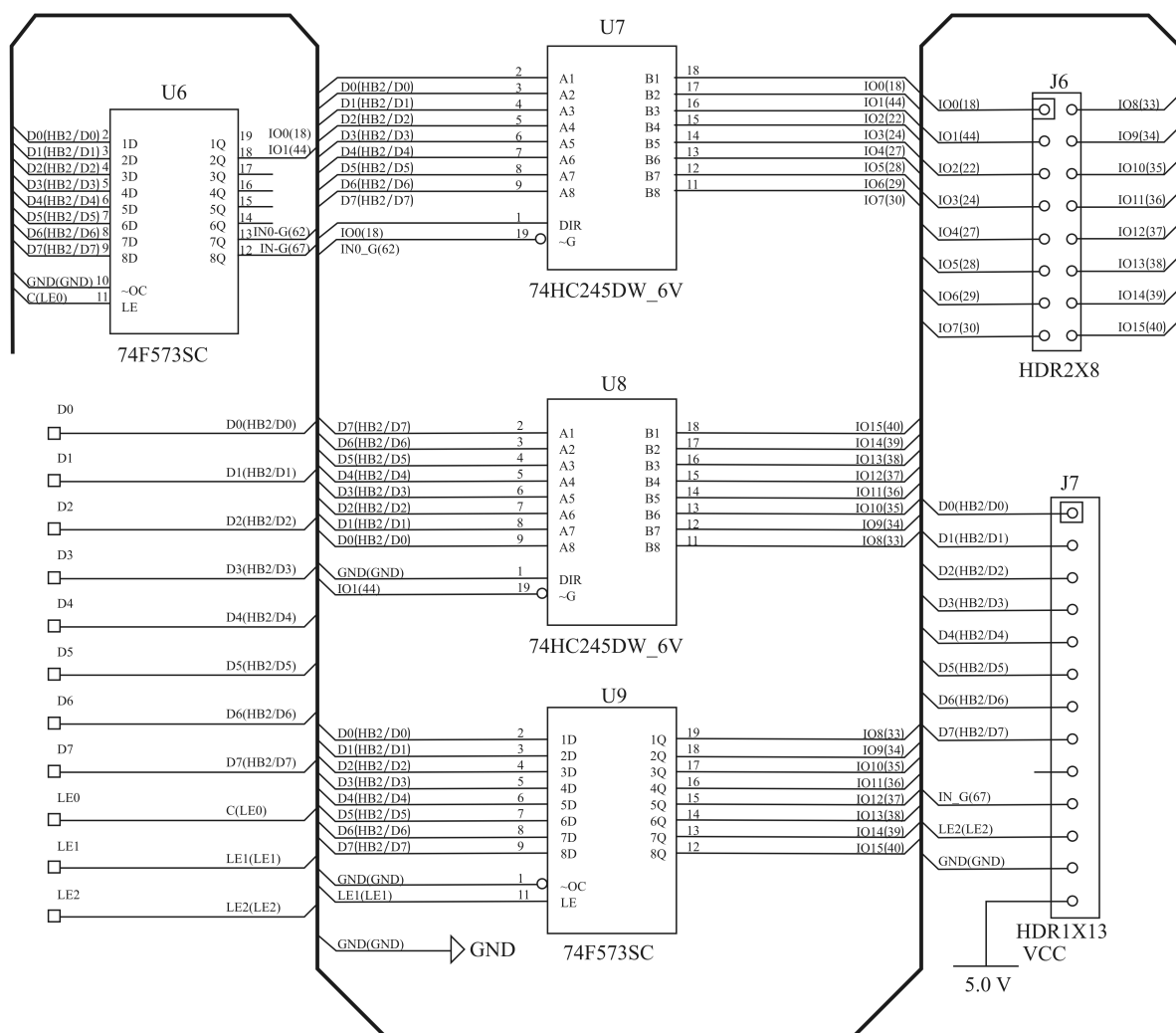


图 8 数字信号采集及发生模块电路

Fig.8 Digital signal acquisition and occurrence module circuit

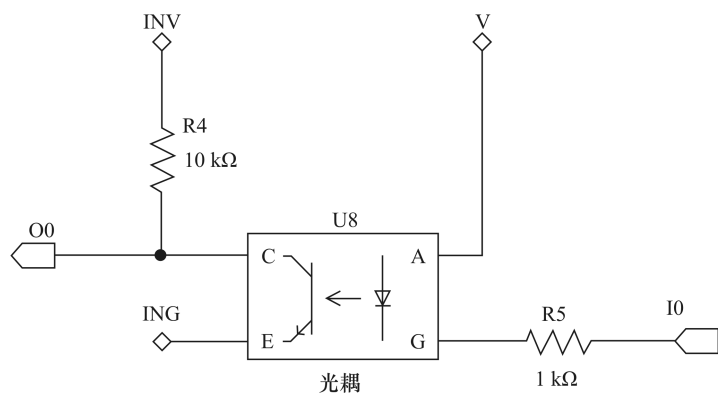


图 9 光耦隔离电路

Fig.9 Optocoupler isolation circuit

2.9 示警电路设计

示警电路包括声光示警,当电压输出短路后,

保护电路的 E 端输出状态改变,被置高,此时示警电路被触发,系统进行声光报警,电图设计如图

12 所示。

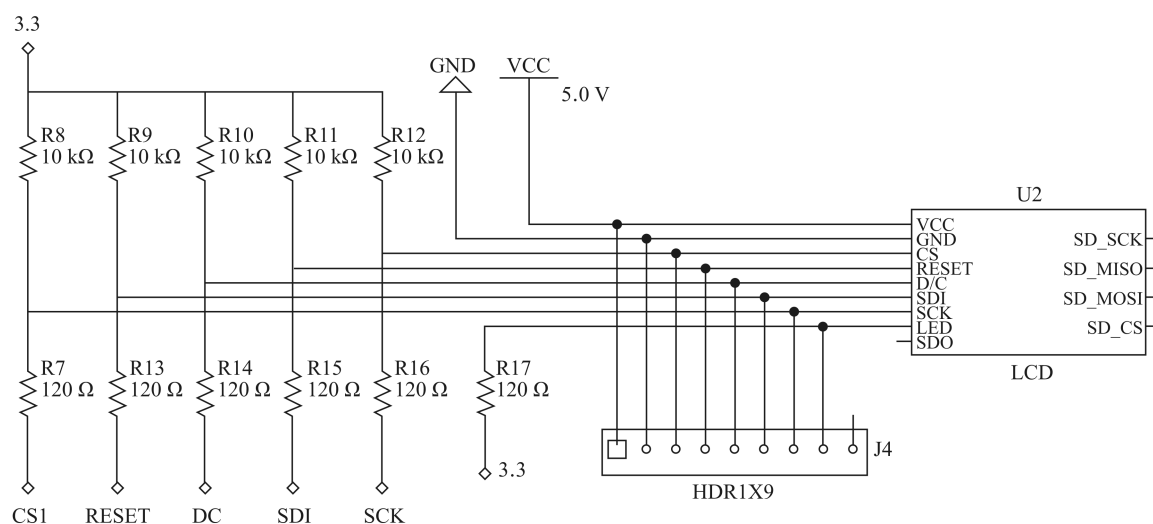


图 10 LCD 电路设计图

Fig.10 LCD circuit design diagram

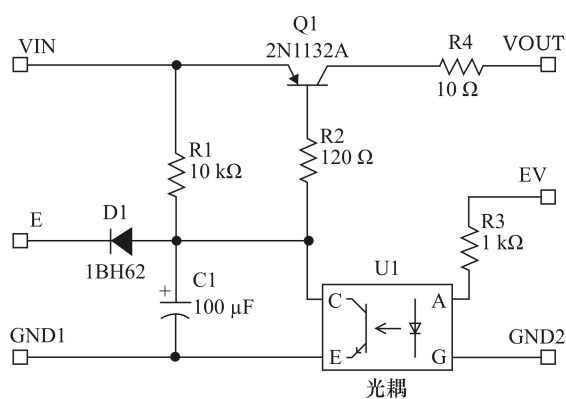


图 11 隔离型短路保护电路

Fig.11 Isolated circuit of Short-circuit protection

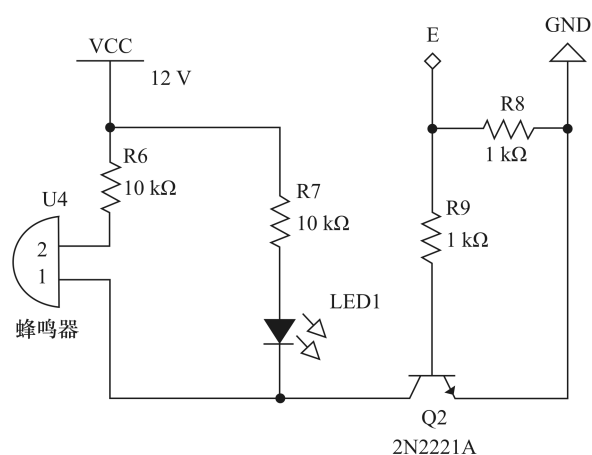


图 12 声光报警电路

Fig.12 Acousto-optic warning circuit

3 系统软件设计

软件部分分为上位机软件设计和下位机软件设计。在下位机,主要针对采集卡模块组设计,完成数据的采集及发生并将数据上传给上位机。在上位机,主要用于处理从下位机接收到的数据并将处理后的数据通过字符或图表的形式显示给用户。在使用过程中,可以单独启动各模块功能,也可以同时启动多个互不相干模块组。例如可以同时使用模拟量采集和波形发生功能,或者是同时使用数字信号采集及发生功能。

3.1 下位机程序设计

下位机以查询的方式等待中断信号响应,当检测到中断信号后,首先进行控制指令包下载,而后按照状态字由低到高的排序顺序逐个检索各功能模块使能状态位,检索到模块状态位为 1 时,启动模块,执行相应的程序操作。当各模块状态位均被检索一次且状态字 CSW0 清零后结束并退出中断。程序总体流程图如图 13 所示。

3.2 上位机(PC 端)软件设计

PC 端软件设计采用 LabVIEW2013,由于南京芯恒公司提供有 CH372 芯片 PC 端相关的 dll 文件以及基础驱动程序,故此,PC 端的软件开发只需要针对应用层的用户界面程序即可,无需对系统的驱动程序进行开发。PC 端操作界面适用于 16:9 宽屏显示器,为便于用户操作,PC 端的操

作界面采用选项卡函数进行三分区,分别为模拟量操作窗口(如图14所示),数字量操作窗口(如图15所示),后台操作窗口.模拟量操作窗口用于模拟量采集及发生等相关操作;数字量操作窗口用于数字量采集及发生相关操作;后台窗口用于

修改设定参数以及模拟串口开启及数据监测.

其中,模拟量面板操作界面由波形显示窗口,通道选通选择界面,通道增益调整界面,Y方向偏置输入,波形信息(文字信息)显示窗口,函数发生操作界面构成.

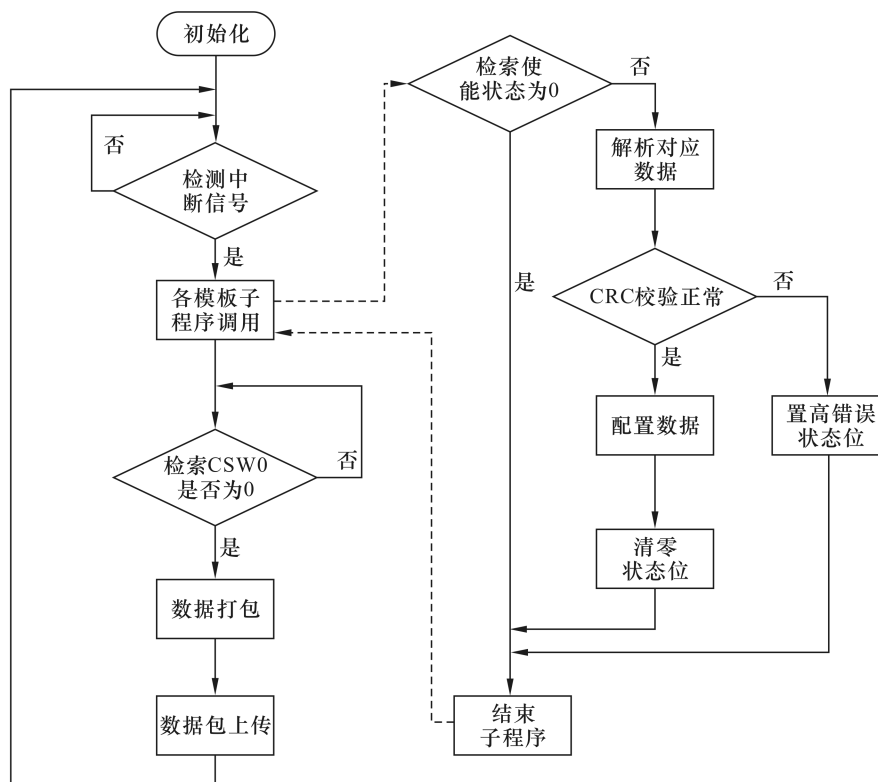


图13 下位机程序流程图

Fig.13 Program flow chart of MCU

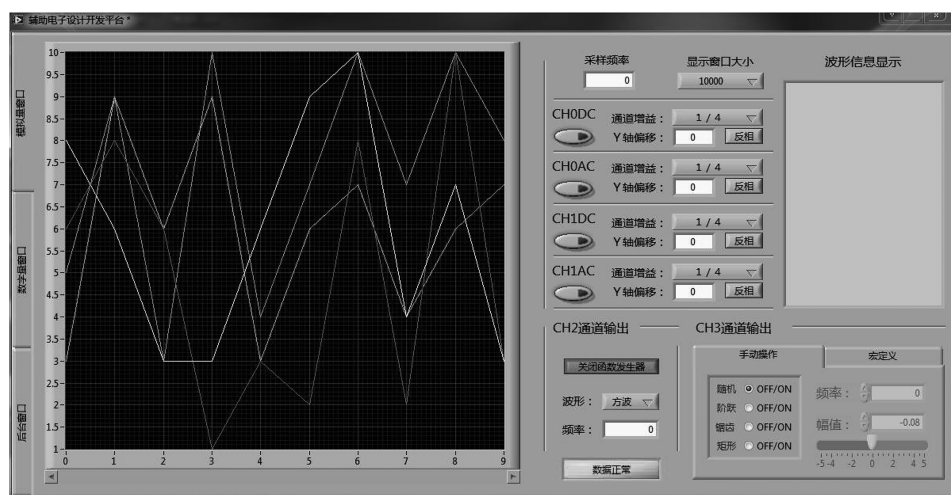


图14 模拟量面板操作窗口

Fig.14 Analog panel operation window

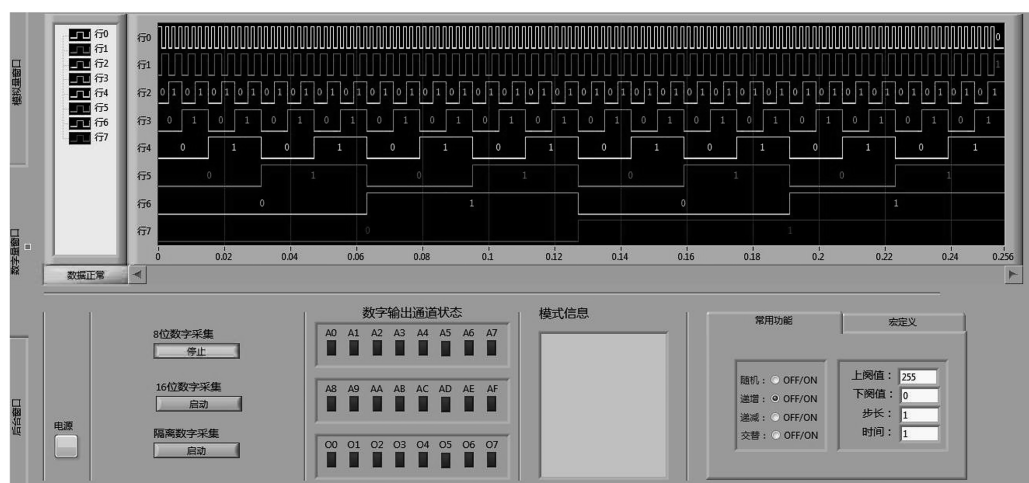


图 15 数字量面板操作窗口

Fig.15 Digital panel operation window

4 结 论

详细地介绍了虚拟仪器的辅助电路设计开发平台系统的软硬件设计,完成了系统各个实物的制作,经过实验测试表明:系统运行稳定,各项性能指标均达到设计要求.这能为学生快速搭建实验系统,完成实验提供了有效的方法,在大学的辅助电路设计中具有积极的指导意义.

参考文献:

- [1] 罗刘敏,王明霞,郭艳花,等.基于虚拟仪器技术的传感器实验教学系统研究[J].科技创新导报,2017,14(14):231-233.
- [2] SRIVASTAVA M, ANDERSON C L, FREED J H. A new wavelet denoising method for selecting decomposition levels and noise thresholds[J]. IEEE access practical innovations open solutions, 2016, 4: 3862.
- [3] METZLER C A, MALEKI A, BARANIUK R G. From denoising to compressed sensing[J]. IEEE transactions on information theory, 2016, 62(9): 5117-5144.
- [4] 胡创业,赵立宏,郭兰英,等.基于 MSP430 的表面污染测量仪[J].南华大学学报(自然科学版),2005,29(2):19-22.
- [5] BEHDANI B, YUN Y S, SMITH J C, et al. Decomposition algorithms for maximizing the lifetime of wireless sensor networks with mobile sinks[J]. Computers & operations research, 2012, 39(5): 1054-1061.
- [6] 易灵芝,李铖,林樱,等.基于无线传感器网络的城市空气质量监测节点设计[J].南华大学学报(自然科学版),2016,30(2):38-43.
- [7] 蒲珊珊.机械工程测试技术中虚拟仪器的应用[J].机械设计与制造工程,2017,46(8):66-68.
- [8] 刘恋,周凤星,严保康.基于 LabVIEW 的半导体材料检测平台[J].仪表技术与传感器,2016(10):94-97.

(责任编辑:龙威)