

基于 MSP430 单片机的数字电压表的设计

王晓亮
(太原理工大学 山西太原 030024)

摘要:文章介绍一种基于MSP430单片机的数字电压表,根据数据采集的工作原理,设计实现数字电压表,然后完成单片机与PC的通信,将所测量的电压值通过串口传送给PC,在PC上进行显示。该电压表的主控芯片MSP430F427内部有三个独立的16位 $\Sigma-\Delta$ A/D(SD16),这些A/D转换器带有PGA(可编程增益放大器),这样减少了外围模块的数量,使这款电压表具有精度高,性价比高,使用方便等特点。

关键词:数字电压表 单片机 $\Sigma-\Delta$ A/D
中图分类号:TM933.22 **文献标识码:**A

文章编号:1674-098X(2009)01(a)-0021-02

电子科学技术日益发展,电子测量也变的越来越普遍,并且对测量的精度和功能的要求也越来越高,而电压的测量甚为突出,因为电压的测量最为普遍。而且随着电子技术的发展,更是经常需要测量高精度的电压,所以数字电压表就成为了一种必不可少的测量仪器。

数字电压表(Digital Voltmeter)简称DVM,它是采用数字化测量技术,把连续的模拟量(直流或交流输入电压)转换成不连续、离散的数字形式并加以显示的仪表。由于数字式仪器具有读数准确方便、精度高、误差小、灵敏度高和分辨率高、测量速度快等特点而倍受青睐。^[1]

这款数字电压表采用单片机作为测量仪器的主控制器,设计出具有16位分辨率,并可与上位计算机进行通信的电压表系统。这种以单片机为主体的新型智能仪表将计算机技术与测量控制技术结合在一起,所以这种类型的数字电压表无论在功能还是实际应用上,都具有传统数字电压表无法比拟的特点。

1 控制芯片MSP430F427介绍

MSP430F427单片机是美国德州仪器(TI)2003年推出的一款16位单片机,具有1KB RAM及2KB+256B Flash存储器。性能特点如下:低工作电压(1.8~3.6V),超低功耗(在节电方式下,最低可达0.1 μ A),五种省电模式,16 μ s内从待机模式唤醒;16位精简指令结构(RISC),3个独立的16-bit $\Sigma-\Delta$ A/D,带差分PGA(可编程增益放大器)输入;集成128段LCD驱动器;串行在线编程,无需外部编程电压,安全熔丝可编程代码保护。

在仪器测量中大多需要进行模拟量的测量,方法是A/D转换器进行A/D转换,再提供给单片机进行处理。一般A/D转换

器需较多外围器件且精度高的A/D价格较贵,MSP430F427单片机的一个主要特点是片上集成了三个16位 $\Sigma-\Delta$ A/D(SD16),这些A/D还带有PGA(可编程增益放大器),能够将传来的信号放大最高32倍。这样电压表硬件部分大为简化,成本也就相对较低。

电压信号的测量精度主要由A/D转换电路决定。MSP430F427集成的A/D转换器采用目前比较流行的16位 $\Sigma-\Delta$ A/D转换器。 $\Sigma-\Delta$ 技术的基本思想是采用过采样技术把更多的量化噪声压缩到基本频带外边的高频区,并由数字低通滤波器除掉这些带外噪声。 $\Sigma-\Delta$ 技术能实现高分辨率,主要在于它使用了过采样、量化噪声整形、数字滤波、采样抽取等几项技术。这些技术令它具有易与数字信号处理系统单片集成,无需采样保持电路,对输入抗混迭滤波器要求很低等优点。^[2]

2 硬件设计

数字电压表采用MSP430F427为主处理器,系统主要由信号采集、参考电压电路、

LCD显示、上位机(PC机)通讯等几个模块组成。系统结构框图如图1所示。

单片机最小系统除MSP430F427主控芯片外,还包括电源电路,时钟电路,复位电路,JTAG电路。电源由电池供电经电源电路提供给MSP430F427芯片3.3V的工作电压。时钟电路采用1M 赫兹的晶振为主控制芯片提供系统工作时钟。MSP430F427内部带有看门狗(WDT),看门狗用于复位功能时,用于监测程序的运行,一旦程序停止运行,看门狗复位,程序从头执行,有效避免了死机现象。本设计除主控制芯片内部的看门狗复位外,还带有外部复位电路,外部复位通过一个按键引起电平变化而引起单片机复位,这样可以保证设备在任何情况下都可以正常的工作。JTAG电路采用IDC14连接器与下载电缆连接,通过下载电缆将程序写入芯片中。^[3]

被测电压由精密的电阻分压器进行分压得到满足系统要求的电压值,经MSP430F427的A0.0+、A0.0-两个端口连接至主控芯片。MSP430F427内置有1.2V参考电压工作,如果采用内部参考电压,那么测量结果就会随电池使用寿命中的变动而发生差异。为了提高电压表测量的准确性,在本设计中采用美国德州仪器(TI)生产的基准源芯片TL431产生参考电压。TL431是具有良好热稳定性能的、低噪声的三端可调分流基准源,在本设计中由TL431产生准确2.5V的参考电压。

MSP430F427的片上LCD驱动器可直接采用接口与一般的LCD模块连接。在本设计中采用了SoftBaugh公司的4- μ 7.1数码LCD-SBLCA4。并由三个电阻为LCD驱动器模块提供了所用的电压阶梯。

数据通信方式主要有并行数据通信与串行数据通信两种。考虑到串行数据通信只需要一对数据传送线进行信息的传送,所需传输线数目极少,传送成本较低,故本设计选择串行数据通信。RS-232C是美国电子工业协会(EIA)确定的接口标准,是最常用的接口之一。由于RS-232C的接口电平与TTL兼容接口电平标准不同,所以该接口与TTL兼容电平连接时需要进行电平

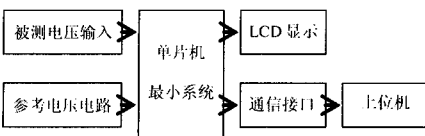


图1 系统结构框图

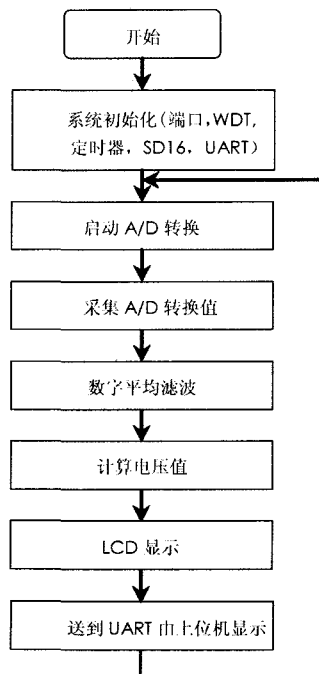


图2 软件主流程图

(下转23页)

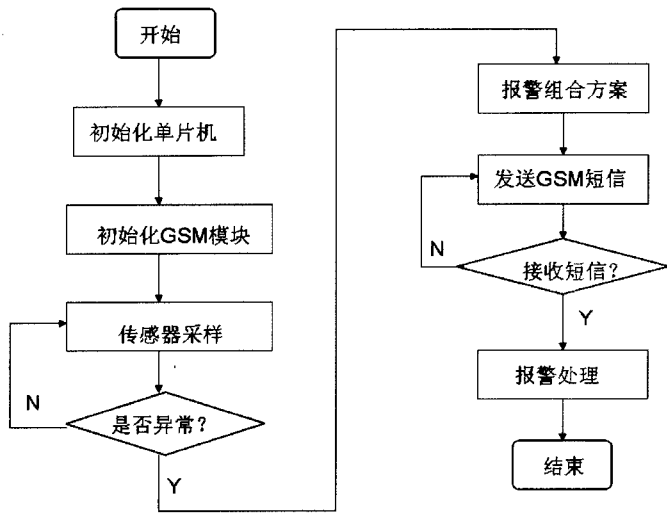


图3 系统软件流程图

向GSM模块发送各种命令,该命令的实现是通过AT指令还实现的。

由于本系统发送和接收的数据都是基于中文的报警状况和命令字,为了保证系统的适用性,SMS的收发采用PDU模式。如果要把“有人强行闯入”这条信息发送到13991352329,发送的PDU串为:“08 91 68 31 08 20 09 05 F0 01 03 0D 91 68 31 99 31 25 23 F9 32 08 0C 67 09 4E BA 5F 3A 88 314C 95 EF 51 65”。

3.2 报警组合方案

为提高系统的可靠性,防止把一些干扰因素当做警情而产生误报,设计程序时把三种不同功能的传感器,分别定义为一

种突发情况,每种传感器所采集过来的数据都能表达安全(0)与不安全(1)两种状况,所以三种传感器所表达的情况通过排列组合就能表达八种意思,可编制好八条短信存于单片机的存储器中用以发送给用户,如表1所示。

3.3 系统软件流程

本系统软件采用C语言编程实现,程序主要流程如图3所示。开机上电后,程序在主函数中运行,单片机和GSM模块分别进行初始化,然后进行温度采集以及触发报警策略。单片机的初始化包括设置串口工作方式、波特率,并初始化变量参数和标志位。GSM模块初始化包括重新启动、选择短

信格式为PDU模式、设置短消息中心地址。

4 结语

系统充分利用了GSM移动网络的资源,尽可能减少用户室内终端的投入,采用最直观的中文短消息形式,直接把多个方面的报警内容反映到用户的手机屏幕上,此外系统利用多传感器信息融合技术,对预警信息的紧急程度进行区分,便于业主根据情况采取措施,满足了业主对家居安全防盗的要求。该系统安装简单,使用方便,易于推广。

参考文献

- [1] 祁伟,杨亨.单片机C51语言教程与实验[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [2] 林桂花.基于GSM模块的数据传输及实时控制系统[J].计算机与现代化,2006(2):22~24.
- [3] 李晓辉,等.基于GSM技术的汽车防盗系统的设计[J].现代电子技术,2008(3):191~193.
- [4] 刘宇静.基于GSM的远程监控系统数据传输[J].科学技术与工程,2007(5):10~14.

(上接21页)

转换,在本设计中采用MAX232转换芯片组成的转换电路。Max232是德州仪器公司(TI)推出的一款兼容RS232标准的芯片。串口通信的RS232接口采用9针串口DB9,串口传输数据只要有接收数据引脚和发送引脚就能实现。^[4]

3 软件设计

软件程序主要包括:下位机数据采集程序、上位机可视化界面程序、单片机与PC串口通信程序。整个软件系统可以完成电压数值采集、计算、存储、显示,并由上位PC对电压数值进行显示。仪表不仅可以计量电压,还可将测量值反馈给上位机,为仪表系统的总线化、网络化提供了可能。

单片机上电复位时,首先进行外设初始化,包括禁用看门狗定时器,配置LFX11振荡器负载电容用于外部晶振,初始化LCD控制器、基本定时器及SD16转换器模块。SD16的0通道经过配置,采用双输入通

道A0,并用SD16模块内部PGA放大信号。转换器由SMCLK计时,并启用连续转换模式。软件主流程图如图2所示。

PC机的可视化界面程序利用Visual Basic 6.0编写,对系统测量电压值予以显示。其中PC机的通讯功能由Visual Basic 6.0的串行通讯组件MSComm控件完成。

4 结语

本设计方案采用了高性能单片机,其丰富的片内资源,使得外围扩张器件少,体积小,成本较低,便于集成;其超低功耗的特点以及五种省电模式,使得可以使用电池供电,便于携带,节约了能源。经过试验,本文所设计的数字电压表很好地实现了整个样机的功能,各项指标均达到了预先的设计要求。电路工作稳定,可视化界面显示也正常。

参考文献

- [1] 沙占友,沙占为.数字万用表的原理、使

用与维修[M].北京:电子工业出版社,1988.

- [2] 胡大可.MSP430系列FLASH型超低功耗16位单片机[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 张道明,郝继飞,张兆中.Σ-Δ转换方法在智能仪表上的应用[J].现代电子技术,2004,(7):89~91.
- [4] 夏路易.智能仪器基础[M].