

文章编号:1007-757X(2005)10-0030-03

监控市电闯入系统的MSP430F449 电路设计

周雪莲, 张秀彬, 计长安

摘要:本文详细的从硬件与软件两方面介绍了监控市电闯入系统的设计思路与设计过程。该系统是以MSP430F449为核心,包括附叶式传感器,信号处理电路,液晶模块以及键盘模块以及报警设施。文章最后还给出了所设计的样机的仿真结果以及实际的结果。实践证明,它能够非常准确的判断市电是否闯入以及市电范围,此产品将在电信部门有很大的作用空间。

关键词:MSP430;低通滤波;FFT

中图分类号:TP368 **文献标识码:**N

在电信部门中,常常因为交换机内闯入电势,造成非常严重的后果。这种市电闯进去,我们一方面希望能够尽快发现,另外还需要根据不同大小的电势采取相应的措施。这种现代智能仪器更需要配备有合理的人机交互界面,既能显示汉字的图形点阵液晶,又要有可输入数字的小键盘。同时作为长期检测使用,低功耗的特性也在设计考虑之列。

此外,由于当有电势闯入后,我们是设计相应的传感器将其感应出来,通过对电信部门交换机的实地考察发现,这种感应信号受用户的影响很大,就是说当有用户家来电时,在没有接听前,有一个相比电势闯入感应强很多的振铃信号,这种振铃信号会对我们的检测带来很大的干扰,所以,设计的时候需要考虑如何去掉振铃信号的干扰。期望当这种每天都在交换机处不断发生的振铃信号产生时,检测系统不会报警。所以需要选用的单片机还要有强大的数字信号处理能力。

综合以上考虑,我们选用了TI公司的MSP430F449单片机作为系统的MCU,通过选择合适的液晶显示模块构成低功耗人机交互界面。这种单片机内置有硬件乘法器,A/D模块以及液晶驱动,所以还可以减少系统元器件。MSP430F449是系统的重要组成部分。

TI推出的MSP430F449系列单片机是低功耗的Flash型RISC指令集单片机。其RAM/ROM都位于同一地址空间内,具有丰富的片内外围,同时这种单片机开发工具简单,可以在线编程,程序可以多次擦除与升级。

MSP430F44x单片机具有极低的功耗、强大的处理能力、丰富的片内外围模块,方便高效的开发方式。本系统采用的MSP430F449单片机,是F44x系列中功能最强大的一款。它具有一个硬件乘法器、6个I/O端口、1个精确的模拟比较器、2个具有捕捉/比较寄存器的定时器、8路12位A/D转换器、片内看门狗定时器、2个串行通信接口和60KB的FlashROM,

2KB RAM。

F449还具有强大的扩展功能,其具有48个I/O引脚,每个I/O口分别对应输入、输出、功能选择、中断等多个寄存器,使得功能口和通用I/O口可以复用,大大增强了端口功能和灵活性,提高了对外围设备的开发能力^[2]。

MSP430F449的以上特点,使其非常适合于构成一个全功能的单片机应用系统。

1 系统构成

本检测系统的结构框图如图1所示,它分为模拟、数字两部分。模拟部分由传感器,信号预处理系统组成。数字部分由MSP430F449单片机、3×4键盘、液晶显示模块等构成。由LM317、LD33、ICL7660构成的电源电路为整个系统提供了正负5V和3.3V的电源

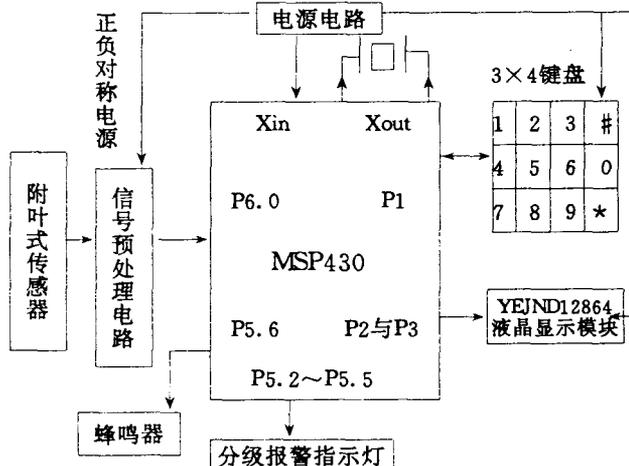


图1 系统结构框图

作者简介:周雪莲,上海交通大学电子信息与电气工程学院,上海 200030
张秀彬,上海交通大学电子信息与电气工程学院,上海 200030
计长安,上海交通大学电子信息与电气工程学院,上海 200030

1.1 信号采集和预处理电路

附叶式传感器式本系统的关键环节,是一个管状结构体,由两个可以随意和闭活动的附叶半圆管器件构成,便于现场安装。此传感器可以深入音频电缆的所有位置以克服1200对电缆线的相互屏蔽作用,因此可以拾取拾取电缆中任何一根的市电闯入信息,获得足够的感应信号。

感应出来的信号经过预处理电路输出给430单片机内置A/D模块,包括隔离、低通滤波电路以及加法电路。为了避免传感器出来的信号受后边的电路的影响,首先采取跟随器隔离,通过一个低通滤波电路滤掉高频信号来避免感应信号里边高频成分的干扰。由于单片机内部ADC为单极性且参考电压选作2.5V,因此输入信号电平应为0~2.5V。(偏置)可调电阻R22用于调节输出信号的大小,将信号电平变为0~2.5V以适应A/D输入范围。预处理电路的原理图如图2所示。

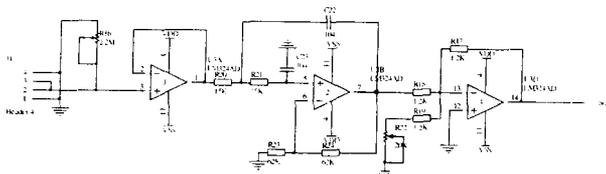


图2 预处理电路硬件电路图

1.2 数字电路处理部分

本系统的MSP430F'449单片机是整个系统的核心。起作用要完成A/D转换,数据处理,输入输出等等。它的内部集中了多种外围模块,具有强大的信号处理能力。本系统仅用到其中部分模块。

A/D模块使用了A0输入通道,它与信号预处理的输出相连接。A/D模块的寄存器初始化可以设置好采样保持时间以及转换结果的存储等等。数据转换完成后还要进行信号处理。

键盘模块使用了单片机的P1口,是3×4行列式扫描键盘,是用户用来实现人机交互的一大接口,用户可以通过它方便的输入自己设定的电压等级。

显示模块是采用了YEJND12864液晶显示模块,使用了单片机的P2与P3口。是用户用来人机交互的又一大接口。它简要介绍系统的特性,说明操作过程并实时显示系统的状态,包括有无电势闯入以及电势范围等等。

2 软件设计

在系统的软件设计中,采用模块化设计方法,使得程序结构清晰,便于今后进一步扩展系统的功能,系统软件由主程序、定时器中断服务程序、数据采集程以及数字信号处理程序、键盘程序以及显示程序组成。其中主程序主要是完成对单片机内部相关部分工作方式的设定。显示和键盘部分完成对测量结果的显示与系统的人工管理。这里,我们着重介绍数据采集以及数字信号处理模块。

实践证明,不同环境下,相同的电势闯入系统中,送入单片机内部A/D模块的信号是不一样的,所以每次系统检测前,需要在具体环境下将不同电势的参考标准设定好。前面提到过,当用户家来电时,在电话未接听前,有一个很大的振铃信号。这个信号对传感器出来的交流信号的影响很大,而这个振铃信号的频率(25hz)与闯入电势的频率(50hz)只有微小差别,它们感应出来的信号也是频率差别也不大,所以采取传统带通、带阻电路没有办法区别出来,也就是说没有办法去掉振铃信号的干扰。就是说,当有振铃信号来时,会误以为电势闯入,所以通过单片机进行数字信号处理后可以分离出50hz信号的成分特性,从而可以有效避免干扰。将A/D模块出来的数字信号通过FFT变换处理,只取其中50hz信号的幅值特性。

相同环境下,不同的电势闯入后得到这个幅值特性是不一样的,而且不管有没有振铃干扰,相同的电势闯入后得到的这个幅值特性一样,这也是本次设计的基础。

数据采集模块负责交流信号的采样,其中采样周期由单片机内部设定,当采样点数达到128点后,就需要完成一次FFT运算。

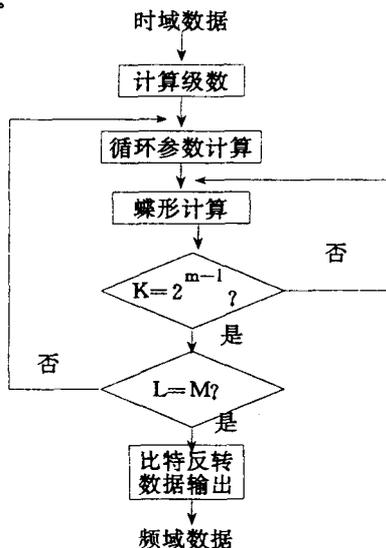


图3 FFT运算流程图

数字信号处理程序如图3所示,本次设计采取的是时间抽取基2-FFT。输入序列的排列顺序为比特反转,输出序列是按自然顺序排列。首先要将得到的N个时域信号按照比特反转,逆序存储起来。接着计算 $\log_2 N = M$,说明有M级运算。然后分级进行蝶形运算,每一级中有N/2个两点FFT蝶形运算^[1]。实际中,我们的采样频率是400Hz,而选取的采样点是128,对于128点FFT,对应于128个输入样值,有128个频域样值与之对应。由 $\frac{50}{400} * 128 = 16$ 可知,经过FFT运算后的第16个值反映的就是输入信号中的50Hz信号的特性,同样的,第8个值反映的就是输入信号中25Hz信号的特性。可见用FFT变换可以有效的进行频谱分析,实现信号分离。自然而然,在检

测过程中, 25Hz 的振铃信号的干扰就完全消失了。为了提高检测的准确度, 有效避免各种干扰, 程序中还采用了平均值滤波的方法。

3 试验与分析

本次设计采用的是 IAR 公司的集成开发环境: IAR Embedded Work-bench 嵌入式工作台以及调试器 C-SPY。通过 JTAG 将程序输入到单片机, 可以多次擦写。基于前边所述的原理, 我们制作出了音频电缆电势闯入检测系统样机, 整个操作过程完全可以按照液晶显示屏提示配合键盘完成, 先要输入三次电压等级, 比如 60V、120V、200V 并相应将调压器调到对应值, 系统会记录下每次数字信号处理后的值, 这些值也就是以后检测的标准。然后进入检测状态, 将闯入电势感应信号通过一系列处理得出来的值与以上比较, 从而可以得出是否有电压闯入以及电压范围。

表1 三种电压的 FFT 变换仿真的结果比较

FFT 电压 结果	60V	120V	200V
1	16.97	28.96	44.41
2	17.11	28.88	44.67
3	17.13	29.06	44.45
4	17.13	29.03	44.35
5	17.08	28.84	44.53
6	17.06	28.77	44.38
7	17.09	28.62	44.35
8	16.99	28.54	44.09
9	17.05	28.66	44.12
10	17.10	28.92	44.17

通过仿真可以观看相关结果, 如表1所示。从表1可以看出, 当随机的打入电话, 也就是感应信号随机出现振铃信号时, 相同电势闯入电缆得到的最后信号相差非常微弱, 完全可

以作为标准。

表2是实际应用中结果, 系统加入蜂鸣器, 报警灯辅佐液晶显示屏示意操作人员实时了解音频电缆的状态, 工作人员可以根据提示结果采取相应的措施, 从而有效保证系统的安全。

表2 四种不同电压闯入后实际结果表

闯入电压 (AVC)	液晶 显示	蜂鸣器	灯一 (绿)	灯二 (红)	灯三 (红)	灯四 (红)
<60V	安全	不叫	亮	灭	灭	灭
[60, 120)	危险 60< =u<120	发声	灭	亮	灭	灭
[120, 220)	危险 120< =u<200	发声	灭	灭	亮	灭
u>200	危险 u>200	发声	灭	灭	灭	亮

4 结束语

本系统利用 MSP430F449 单片机、YEJHD12864BLCD 图形点阵模块, 行列式键盘, 传感器, 低通电路, 稳压芯片构成了一个可以检测闯入电势的装置, 对电信部门可以带来很好的效果, 实际应用中, 可以关闭液晶的背光电源, 功耗会很低。

参考文献:

[1] 戴逸民, 梁晓雯. 基于 DSP 的现代电子系统设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002. 5
 [2] 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000

(收稿日期: 2005-5-29)

投稿须知

一、来稿应反映当前内外计算机科技的先进理论、应用研究、技术成果和发展趋势。

二、要求打印稿图文并茂, 字数控制在 6000 字以内, 其中包括图表和空格所占的版面。凡附盘寄来文稿者, 优先录用。

三、用 Email 投稿 smcaa@sjtu.edu.cn or smcaa@online.sh.cn 均可, 要求使用 Word 97 或 Word 2000, 不得使用携带病毒的工具。

四、打印次序为: (1) 题目、(2) 姓名、单位、职称、邮编、(3) 摘要、(4) 关键词、(5) 中图分类号、(6) 正文、(7) 参考文献、(8) 英文题目、(9) 英文或汉语拼音作者姓名、(10) 英文作者单位、

(11) 英文摘要、(12) 英文关键词、(13) 文献标识码。

五、200 字左右的摘要应准确反映论文的关键和重点。关键词 3-5 个; 题目、摘要、关键词皆中英文对照且中英文含意相符; 尤其是英文力求语法正确流畅通俗。

六、参考文献 3-6 篇, 并按序号、作者、题目、出处列出。

七、给出作者简介(姓名、工作单位、职称、城市、邮编)详细通信地址、邮编及电话等, 以便联系。

来稿请寄: 上海市华山路 1954 号交通大学内
《微型电脑应用》编辑部 邮编 200030