

# 基于 MSP430 单片机的多路数据采集系统的设计

陈 龙, 邓先灿, 孙 麒

(杭州电子科技大学 电子信息学院 浙江 杭州 310018)

**摘 要:**介绍一种以 MSP430 单片机为核心的多路数据采集系统。系统由集成函数发生器 ICL8038 现场模拟产生一正弦波信号并通过 LM331 实现频率到电压的变换,从而供给单片机进行数据采集。系统采用单片机与上位机进行通讯,单片机负责对 7 路数据的采集、处理和显示,同时应答上位机命令。上位机面向用户,可以对系统进行控制,选择数据采集的方式。设计并实现了一种具有现场采集和显示并且采集方式可控制的多路数据采集器,该数据采集器具有硬件电路简单,采集精度较高,低功耗等特点,具有推广应用价值。

**关键词:**MSP430;ICL8038;LM331;串口通讯

**中图分类号:**TN271+.5

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-373X(2006)20-107-03

## Design of a Muti-channel Data Collecting System Based on MSP430 Single Chip Computer

CHEN Long, DENG Xiancan, SUN Qi

(Electronic Information College, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, 310018, China)

**Abstract:**A muti-channel data collecting system with MSP430 single chip as kernel is introduced. A sine wave frequency signal which is generated by integrated circuit ICL8038 is transformed into a voltage signal, and the signal is used to be collected by a single chip. The single chip can communicate with computer and answer the instruction from computer, and the single chip is mainly used to collect 7 channel data, process the data and control the display. Consumer can control the system and select the mode of data collecting by computer. A muti-channel data collecting device which can collect data and display in real-time is designed and realized. The system has these merits such as simple hardware, higher precision and lower power, so it has value of spread and application.

**Keywords:**MSP430;ICL8038;LM331;serial port communication

## 1 引言

数据采集是从一个或多个信号获取对象信息的过程。随着微型计算机技术的飞速发展和普及,数据采集监测已成为日益重要的检测技术,广泛应用于工农业等需要同时监控温度、湿度和压力等场合。数据采集是工业控制系统中的重要环节,通常采用一些功能相对独立的单片机系统来实现,作为测控系统不可缺少的部分,数据采集的性能特点直接影响到整个系统。本文设计的多路数据采集系统采用 MSP430 系列单片机作为 MCU 板的核心控制元件。MSP430 系列单片机是由 TI 公司开发的 16 位单片机,其突出特点是强调超低功耗,非常适合于各种功率要求低的场合。该系统采样电路采用 MSP430 单片机内部 12 位的 A/D,使系统具有硬件电路得以简单化,功耗低的特点。由于该系列较高的性能价格比,应用日趋广泛。

## 2 系统的基本组成和工作原理

在本数据采集系统的设计中为了提高系统智能化、可

靠性和实用性,采用单片 MCU 和上位机传输的方法,即 MCU 运行在数据采集系统的远端,完成数据的采集、处理、发送和显示,上位机则完成数据的接收、校验及显示,同时上位机可对远端 MCU 进行控制,使其采集方式可选。MCU 选用 TI 公司的低功耗 MSP430F437,该单片机比 80C51 功能要强大许多,他内部不仅有 8 路 12 位 A/D,而且还带 LCD 的驱动,节省了不少外围电路。本系统现场模拟一正弦波信号以及其他 6 路分压信号以供系统进行多路采样,采用 ICL8038 精密信号发生芯片产生一频率可变的正弦波,然后由 LM331 芯片实现频率到电压的转换,之间还需对信号进行调理以符合系统要求。

## 3 系统硬件电路设计

系统硬件总体框图如图 1 所示。本系统由模拟板和 MCU 板 2 块板组成,模拟板包括系统电源、正弦波信号发生模块、频率电压转化模块、信号调理模块和 7 路 A/D 的接口;MCU 板包括电源及 A/D 接口、MCU、LCD 和串口收发模块。

### 3.1 正弦信号发生模块

正弦信号发生模块主要采用集成函数发生器

ICL8038, ICL8038 函数发生器是采用肖特基势垒二极管等先进工艺制成的单片集成电路芯片,具有电源电压范围宽、稳定度好、精度高等优点,外部只需接入很少的元件即可工作,可同时产生方波、三角波和正弦波。ICL8038 及外围电路如图 2 所示,由 8 脚输入外部控制电压,调节电位器 P1 即可使 2 脚输出的正弦波信号频率发生变化,实现外部压控振荡。10,11 脚之间接  $0.01 \mu\text{F}$  的振荡电容,4,5 脚接电阻和电位器,调节正弦波失真度。

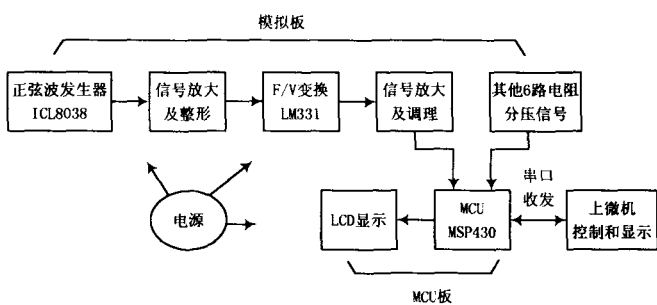


图 1 系统硬件电路总体框图

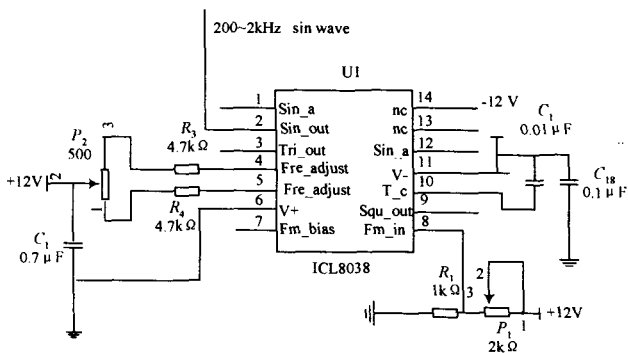


图 2 系统方案中的 ICL8038 及外围电路

### 3.2 频率电压变换模块

频率电压变换模块的设计采用集成芯片 LM331, LM331 采用新的温度补偿能隙基准电路,在整个工作温度范围内和低到 5.0 V 电源电压下都有极高的精度。LM331 的动态范围宽,可达 100 dB;线性度好,最大非线性失真小于 0.01%,工作频率低到 0.1 Hz 时尚有较好的线性度;转换精度高,数字分辨率可达 12 位;外接电路简单,只需接入几个外部元件就可方便构成 V/F 或 F/V 等变换电路,并且容易保证转换精度。本系统中的所设计的频率电压变换电路如图 3 所示。

调节 P1 使  $R_5$  为 12.8 kΩ 左右即可,则当  $f_i=200 \text{ Hz}$  时  $V_o=0.22 \text{ V}$ ;当  $f_i=2 \text{ kHz}$  时,  $V_o=2.22 \text{ V}$ 。

### 3.3 信号调理模块

信号调理模块包括信号放大整形电路和信号放大调理电路。图 4 为采用 A/D824 设计的信号放大整形及调理电路。图 4(a) 中由 ICL8038 产生的正弦波信号先经过  $1 \mu\text{F}$  电容高通滤波,再经 A/D824 反向放大 2 倍,然后经比较器,输出对应频率的方波信号,作为 LM331 的输入。

200 Hz~2 kHz 的方波信号经过 LM331 频率电压变换芯片后,产生的信号  $V_o$  为 0.22~2.22 V,为符合 200 Hz~2 kHz 对应于 1~5 V,故需对  $V_o$  进行调理,方案中的运算电路如图 4(b) 所示。

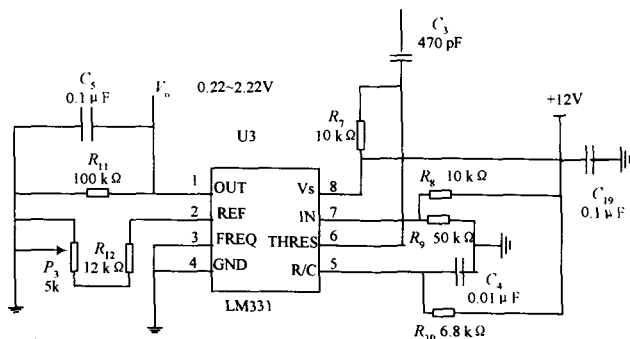
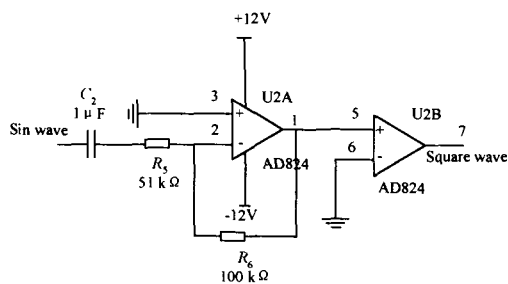
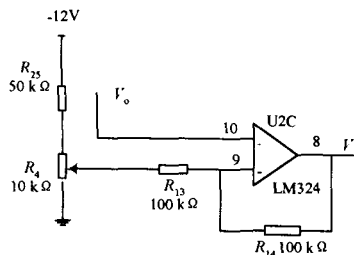


图 3 系统方案中的 LM331 及外围电路



(a) 放大整形电路



(b) 信号调理电路

图 4 信号放大整形与调理电路

### 3.4 系统电源模块

系统采用  $\pm 12 \text{ V}$  直流电源供电,直接供给 ICL8038, LM331 及 A/D824,将输入的 +12 V 电压经过 LM317 可调三端稳压管产生 +5 V 电压,通过电阻分压产生其他 0, 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, 5 V 共 6 路数据供给 A/D 采样,单片机板需 +3.3 V 供电,可由 +5 V 经另一 LM317 产生得到。为减小电源噪声,给各个电源均加上滤波电容,一般取  $10 \mu\text{F}$  和  $0.1 \mu\text{F}$  的大小电容组合。

### 3.5 单片机模块

本系统主要运用了 MSP430 单片机的以下性能特点:低工作电压、超低功耗、8 通道 12 位 A/D 转换器、驱动液晶能力可达 160 段等,使硬件电路得以简单化。单片机及外围电路如图 5 所示,即为系统 MCU 板的电路原理图。

由 5 V 电源经 LM317 产生 3.3 V 直流电压给 MSP430 供电,单片机负责采集 7 个通道的电压数据并在 LCD 上显示对应电压值,同时单片机和上位机进行串行通讯,通讯方式采用标准的 RS 232 方式,也可采用 RS 485 差分方式接口以改善通讯速率和距离,但需在上位机前另加 485—232 转换芯片,稍显复杂,因此采用 RS232 即可满足系统要求,简单又实用。

通过上位机可对单片机的采样模式进行控制,即循环

采集和固定通道采集 2 种模式,实现了远端可控的数据采集。

#### 4 系统软件设计

本系统的采用 C 语言编写,实现功能包括:7 路 A/D 采样、LCD 显示和串口收发,其中 7 路 A/D 采样可由上位机控制采样方式,即循环采样和固定通道采样,LCD 显示采样值和对应的通道号,系统通过串口和上位机进行通讯。

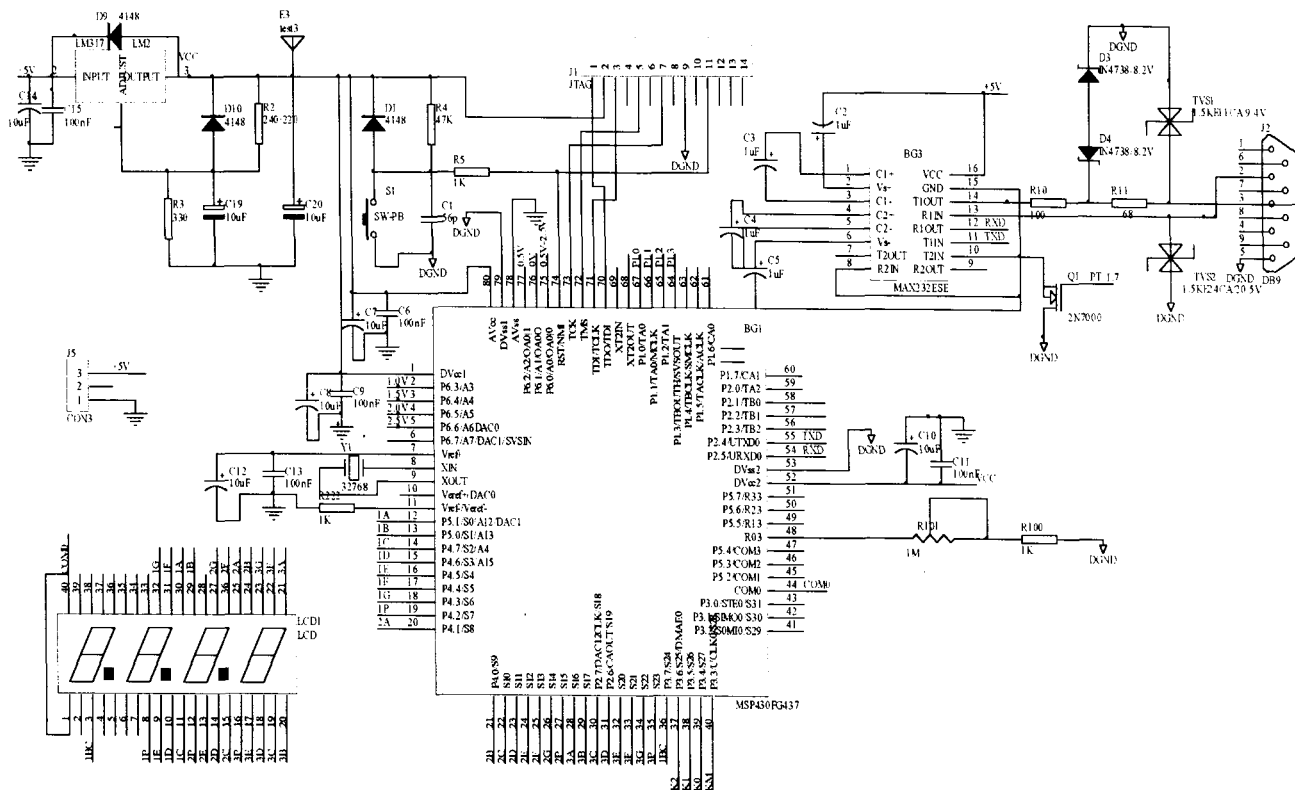


图 5 单片机及外围电路

#### 4.1 软件流程图

图 6 为本系统软件主流程图。

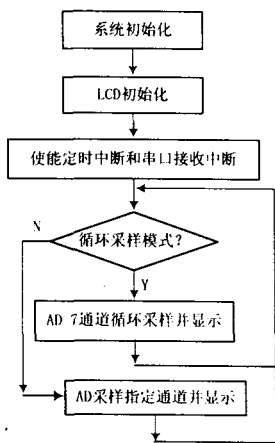


图 6 软件主流程图

系统上电后,对各模块进行初始化,包括:A/D 模块、定时器 A、看门狗、LCD 以及串口等。然后判断采样方式,进行采样和显示,系统默认的采样方式为 7 通道循环采样。

#### 5 结语

本系统是基于 MSP430 单片机的多路数据采集系统,系统采用单片机与上位机进行通讯,实现了远端控制的功能。

本系统有以下特点:

(1) 本系统采用集成函数发生器 ICL8038 产生一正弦信号,用于模拟现场需要采集的数据,产生的模拟信号精度较高。

(2) 系统采用低功耗、功能强大的 MSP430 单片机,MSP430 单片机配置了 8 路外部通道 12 位的 A/D,可实现多路数据采集,精度较高,可同时采集 7 路数据且采集

(下转第 112 页)

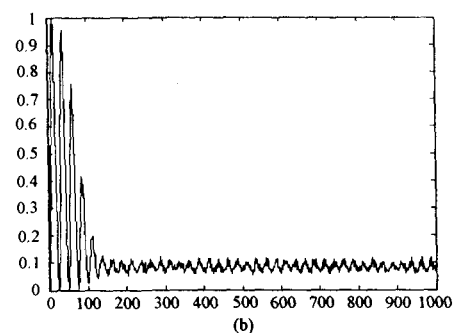
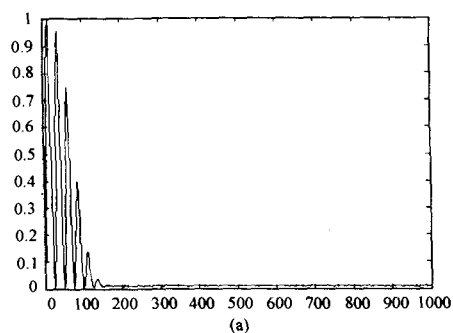


图3 采用改进算法在噪声强度为0.1和1时,MSE的收敛曲线

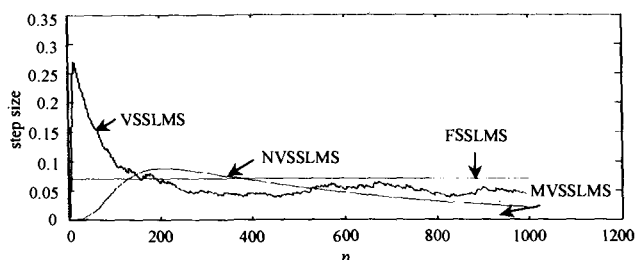


图4 采用4种算法的步长变化情况比较

对图4进行分析可以发现,VSSLMS算法的步长虽然在初始阶段较大,收敛速度快,但接近最佳值后曲线不平滑,说明稳态性能较差。MVSSLMS算法的步长曲线虽然平滑,稳态性能好,但是步长却一直处于较小的范围,导致迭代次数增加,收敛速度变慢。而新的算法的曲线不仅平滑而且步长较MVSSLMS增大了许多,仿真结果与理论分析一致。

## 5 结 语

在仿真试验中,改进的MVSSLMS算法取得了令人满意的效果。新算法的收敛速度仅为MVSSLMS算法的1/3,并且仍保持好的稳态特性。这在需要快速跟踪信道变化特性,并保证稳定的场合具有很高的应用价值。

## 参 考 文 献

- [1] Kwong R, Johnston E W. A Variable Step Size LMS Algorithm[J]. IEEE Trans. on Signal Processing, 1992, 40(7): 1 633-1 642.
- [2] Tyseer Aboulnaser, Mayyas K. A Robust Variable Step-size LMS-Type Algorithm Analysis and Simulations[J]. IEEE Trans. on Signal Processing, 1997, 45(3): 631 - 639.
- [3] Harris R, Chaberis D, Bishop F A. A Variable Step (VS) Adaptive Filter Algorithm [J]. IEEE Trans. on Acoust, Speech, Signal Processing, 1986, 34(2): 309 - 316.
- [4] Marcos S, Macchi O. Tracking Capability of the Least Mean square Algorithm; Application to an Asynchronous Echo Canceller[J]. IEEE Trans. on Acoust, Speech, Signal Processing, 1987, 35(11): 1 570 - 1 578.

作者简介 袁 媛 女,1982年出生,四川大学电子信息学院硕士研究生。现在信息产业部第十研究所实习,进行高速数传接收机的自适应均衡器的设计和研究。

(上接第109页)

方式可控制。采用单片机内部12位的A/D,使系统硬件电路得以简化。

(3) 系统中单片机与上位机之间采用RS 232标准接口方式进行通讯,也可采用RS 485差分方式进行传输,以改善通讯速率和传输距离。

本系统中MSP430单片机负责对7路数据采集、处理和显示,同时应答上位机命令;上位机面向用户,可以对系统进行控制,向单片机发送命令选择数据采集的方式。

本系统可实现对7路模拟信号的采集,采集精度较高,可满足一般场合的应用。

作者简介 陈 龙 男,1979年出生,杭州电子科技大学电子信息学院,助教。主要研究方向为电路与系统。

## 参 考 文 献

- [1] 魏小龙. MSP430系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [2] 刘立群,孙志毅,金坤善. 基于MSP430单片机的超低功耗数据采集器设计[J]. 自动化仪表,2005,26(4): 30 - 31.
- [3] MSP430FG43X Data Sheet. Texas Instruments, Inc., Dallas, USA, 2004.
- [4] 王玉彩,王福增,王渝,等. MSP430F1101单片机在数据采集中的应用[J]. 现代电子技术,2005,28(21): 70 - 72.