

基于 MSP430F149 单片机的温度监测系统的设计

Design of Temperature Measurement Based on MSP430F149

(1.中国科学院近代物理研究所 2.中国科学院研究生院)王晓银^{1,2} 王彦瑜¹ 蒋 锋¹
Wang,Xiaoyin Wang,Yanyu Jiang,Feng

摘要:介绍了一种通用温度监测仪。阐述了以 MSP430F149 为核心的温度检测仪的硬件模块和软件设计。该温度检测仪具有低成本、低功耗、可靠性高、抗干扰能力强等特点,根据不同需要可应用于多种温度检测系统中。

关键词: MSP430, 温度, 检测系统

中图分类号: TP273 文献标识码: B

Abstract: Introduced a currency instrument of temperature measurement. This instrument was based on Msp430F149, the hardware and software was introduce particularly. It has the characteristics of strong function, low cost, low power, high reliability, strong noise resistances, and may be applied in many temperature measurement an control system.

Key Words: MSP430, Temperature, Measurement System

技术创新

1 引言

国家重点科学工程兰州重离子加速器—冷却存储环(HIFRL—CSR)是一个大型综合工程,其控制系统中有大量温度测量的场合。在 CSR 主环中磁场的作用是约束离子行为,带电粒子束在磁场中聚焦和传输,磁场性能的好坏直接影响到束流的品质,而磁铁温度又影响着磁场的安全性能,所以对磁铁线圈加电流时的温度测量就显得尤为重要。基于这一要求设计了一种低成本,性能良好的测温仪。

2 温度测量系统硬件设计

本设计采用美国德州仪器公司的 16 位单片机 MSP430F149。它具有处理能力强、运行速度快、功耗低等优点。其工作电压为 1.8V~3.6V; CPU 运行正交的精简指令集,片内寄存器数量多,存储器可实现多种运算; MSP430F149 中断源较多并可任意嵌套,系统处于省电状态,用中断请求唤醒只需 6us; 它还具有丰富的片上外围模块,其 12 位 A/D 转换器带有内部参考源,采样保持,自动扫描等特性; 16 位定时器 TimerA 具有 4 种工作模式, 可同时进行多个捕获/比较功能; 48 个可达独立编程的 I/O 口; 2 个串行通信接口 USART0 与 USART1; FLASH 存储器多达 60KB, 擦写次数可达 10 万次。

3 温度测量原理

在设计中要求测温范围在 20 - 70 , 高于 70

时报警,测温精度在 ± 1 ,目前使用的温度监测系统精度比较低,响应时间比较慢,只能监测 8 路,我们拟用 8 个模拟开关可实现 64 路监测。电路主要考虑电桥测温, A/D 转换利用 VCO 与单片机接口实现。

温度信号采用 Pt100 传感器来采集。Pt100 传感器是利用铂电阻的阻值随温度变化而变化、并呈一定函数关系的特性来进行测温。其温度/阻值对应关系为:

$$(1) -200 < t < 0 \text{ 时, } R_{Pt100} = 100 [1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t - 100)] \quad (1)$$

$$(2) 0 < t < 850 \text{ 时, } R_{Pt100} = 100 (1 + At + Bt^2) \quad (2)$$

式中, $A = 3.90802 \times 10^{-3}$; $B = -5.80 \times 10^{-7}$; $C = 4.2735 \times 10^{-12}$ 。

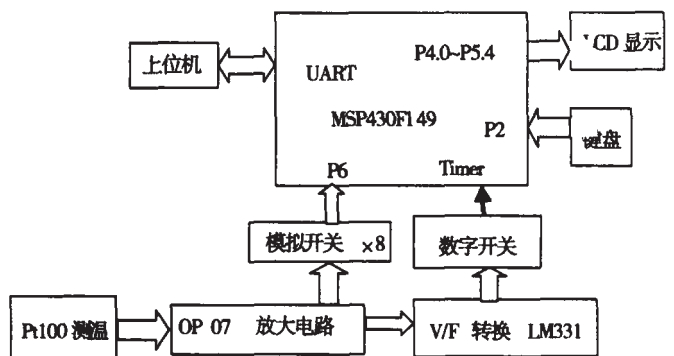


图 1

其主要技术参数如下:

测量范围: -200 ~+850 ; 允许偏差值 : A 级 $\pm(0.15+0.002 t)$, B 级 $\pm(0.30+0.005 t)$; 热响应时间 <30s; 最小置入深度: 热电阻的最小置入深度 200mm; 允通电流 5mA。另外, Pt100 温度传感器还具

王晓银: 硕士研究生

基金项目: 国家九五重大科学工程无编号

有抗振动、稳定性好、准确度高、耐高压等优点。

测量系统方框图如图1所示

2.0 数据采集单元

设计中 Pt100 与电阻组成的桥式电路把由温度变化而引起的 Pt100 的阻值变化转化为电压变化输入运算放大器, 放大后的信号由 MSP430 进行 A/D 转换, 由于现场条件恶劣, 考虑测量精度要求, 放大后的部分信号采用电压频率转换技术实现 A/D 转换, 将测得数据存入 ROM 表中, 对由 MSP430 的 A/D 转换结果进行线性化补偿。

在桥式测温电路中为了消除连接导线电阻引起的测量误差, PT100 采用了三线直接法。桥电压的波动也会给温度测量带来较大的误差, 故采用 +10V 的基准电压对电桥电路供电, 限制其电压波动。

电桥电路如图2所示

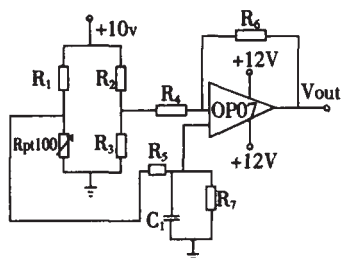


图2

压控振荡器 LM331 是一电压/频率转换芯片, 它的突出特点就是把模拟电压转换成抗干扰能力强, 可远距离传送并能直接输入计算机的脉冲串, 由 MSP430 单片机的 Timer 模块来测输出频率以实现 A/D 转换功能。LM331 使用了温度补偿能隙基准电路, 因而具有极佳的温度稳定性, 最大温漂为 50ppm/℃, 同时该器件的脉冲输出可与任何逻辑形式兼容; LM331 可单、双电源供电, 电压范围为 5~40V; 满量程范围 1Hz~100kHz; 最大非线性误差为 0.01%。

LM331 其电压/频率对应关系为:

$$F_0 = KV_i$$

$$\text{其中 } K = RS / (2.09R_t * C_t * R_L)$$

$$RS = RS1 + RS2$$

由于 MSP430 为 16 位计数器, 故在该设计中选用 $RS = 33K$, $R_t = 6.8K$, $C_t = 2200P$, $R_L = 100K$, 由于 RS , R_L , R_t 和电容 C_t 会直接影响 F_0 的转换结果, 故在电路中电阻均采用精密电阻, 电容采用漏电流小的云母电容。

LM331 电路原理图如图3所示:

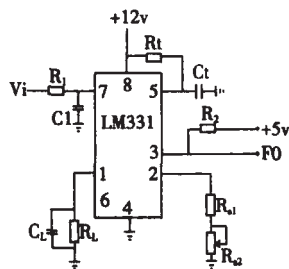


图3

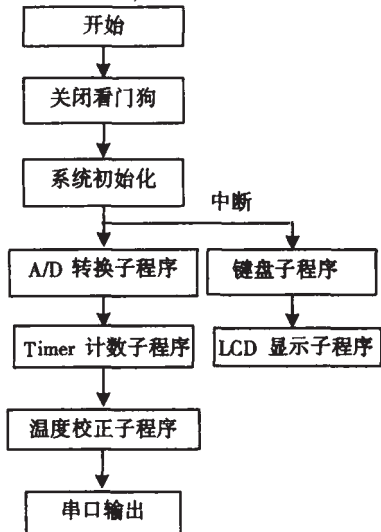
2.1 通讯接口单元

MSP430F149 具有通用的串行通信接口, 它允许 7 或 8 位串行位流以预设的速率或外部时钟确定的速率移入、移出 MSP430。设计中单片机与上位机之间的数据传送经过 RS-485 收发器 MAX485, 由 USART1 接收与发送。经过嵌入式网关 Atmega128 接入以太网中, 用户就可以进行远程访问了。数据通讯方式为 4 线, 全双工, 波特率为 57600bps, 由单片机的 P4 口控制其数据的接受与发送。

2.2 键盘显示单元

键盘接口采用行列扫描的方法实现, 在系统工作时, MCU 要不断地查询有没有按键被按下, 这使其工作效率很低, 在设计时使用 I/O 口中断方式实现键盘输入, 而 MSP430F149 的 P1、P2 口均可用于对外部事件的中断处理, 正好适应了这一工作要求。设计中 MSP430F149 的 P2 口接键盘, 大大提高了 MCU 的效率。

显示单元采用主控制驱动为 HD44780 的液晶显示模块 FM204A, 其模块结构紧凑轻巧, 装配容易, 具有标准的接口特性。具有字符发生器 ROM, 除了可显示 192 个标准字符外, 还可自定义 8 个特殊字符。



4 软件设计

MSP430 系列是一种具有集成度高、功能丰富、功耗低等技术特点的 16 位单片机, 它可用 C 语言来完成程序设计, 大大提高了开发调试的工作效率; 同时用 C 语言所产生的文档资料也容易理解, 便于移植; 适用于 MSP430 系列的 C 语言, 与标准 C 语言兼容程度高。

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。其模块程序由主程序、键盘处理模块、显示模块、通信模块、A/D 转换模块、Timer 计数模块等组成。上电后程序进行初始化, 完成后进入巡回模式等待中断事件的到来, 当有中断事件发生时, 判断中断源并(转 109 页)

技术创新

4.A/D 转换器:

在软件无线电的设计中, A/D 器件的选择应保证软件无线电功能和性能的实现。我们在设计系统是采用的是 AD 公司的 AD6644。AD6644 是一种高速度、高性能的单片 14 位模数转换器, 它内含采样保持电路和基准源, 能够精确变换宽带模拟信号(200MHz 输入带宽), 并具有低噪声(24dB) 和低失真(100dBFS)特性, 其采样速率可达 65MSPS, 信噪比的典型值为 74dB。

3 系统的仿真与测试

由于电子调谐回路是设计重点, 我们对电调谐回路的频谱性能进行了仿真和测试, 选用的是 ANSOFT 公司的 Ansoft Designer 软件进行仿真, 结果如下:

从图中可以看出电调谐滤波器增益大致在 -30dB 左右, 具有较高的选择性, 3dB 带宽可达到 200K 左右, 在高频点带宽稍宽, 但可满足我们的设计要求。

4 结束语

本文主要讨论了软件无线电接收机在短波波段实现射频数字化的一种方法, 经过对整个系统的仿真和测试, 系统基本达到了预期性能要求, 另外, 本系统还可以通过对电路进行适当的改进从而推广应用到其它频段, 从而实现整个射频频段的数字化。

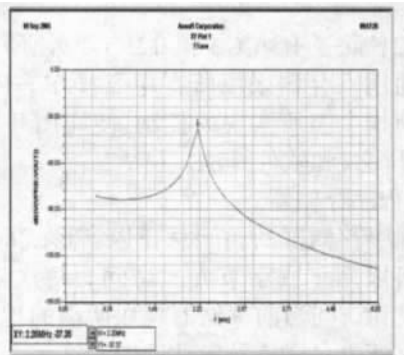


图 9 通道 1.5MHz-3.2MHz $f_0=2.20\text{MHz}$

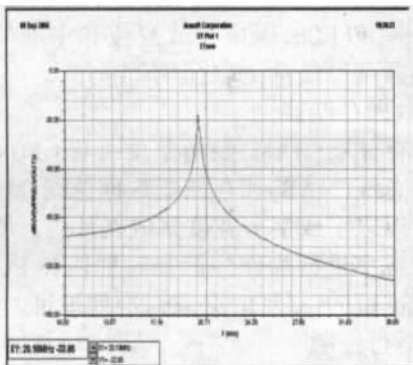


图 10 通道 14.5MHz-30MHz $f_0=20.10\text{MHz}$

参考文献:

- [1] Complete Wireless Design, Cotter W. Sayre, 2001.
- [2] RF/Microwave Circuit Design for Wireless Applications, Ulrich L. Rohde & David P. Newkirk, 2000.
- [3] 铃木雅臣, 晶体管电路设计, 科学出版社, 2004.

[4] 陈丽静, 舒勤. 无线数据网络中的自相似性[J], 微机计算机信息. 2005.1:193-195

作者简介: 朱洪亮(1977.7-): 男, 汉族, 新疆石河子人, 信息工程大学信息工程学院硕士研究生, 研究方向: 软件无线电 Email: name_zhl@yahoo.com.cn. 葛临东(1946.8-): 男, 汉族, 山东济南人, 信息工程大学信息工程学院教授、博士生导师, 研究方向: 软件无线电。

Biography: Zhu Hongliang: male, Born in 1977. graduate student. Research Area: software radio. Ge Lindong: male, Born in 1946. doctoral tutor, professor. Research Area: software radio.

(450002 郑州解放军信息工程大学) 朱洪亮 葛临东 (Information Engineering University of PLA, Zhengzhou, 450002) Zhu, Hongliang Ge, Lindong
通讯地址: (450002 河南省郑州市 1001 信箱 835 分箱) 朱洪亮

(投稿日期: 2005.11.12)(修稿日期: 2005.12.14)

(接 78 页) 进入相应的中断服务字程序中。

5 结束语

由于铂电阻具有良好的线性度, 可靠稳定性, 被广泛应用于高精度的测量环境。采用德州仪器公司的 MSP430 做温度采集控制器具有低成本、低功耗、抗干扰能力强等特点, 根据不同需要此温度监测仪可应用于多种温度检测系统中。

由于现场条件恶劣, 直接用 MSP430 的 A/D 转引起测量误差较大。本设计创新点在于采用了压频转换技术实现 A/D 转换, 在程序中采用查表法对测量值进行线性化补偿, 提高了测量精度。

参考文献:

- [1] 王晓银, 王彦瑜 CSR 中的磁铁温度测控系统的设计[J] 微机计算机信息 2006.04
- [2] 胡大可 《MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机》 京航空航天大学出版社

作者简介: 王晓银, 女, 硕士研究生, 研究方向: 数据获取与计算机控制。E-mail: xiaoyin@mpcas.ac.cn. 王彦瑜, 男, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向: 数据获取与计算机控制。蒋锋, 男, 研究员, 研究方向: 自动控制及自动化。

(730000 兰州中国科学院近代物理研究所) 王晓银 王彦瑜 蒋锋

(100039 中国科学院研究生院) 王晓银

(Institute of Modern physics, the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China) Wang, Xiaoyin Wang, Yanyu Jiang, Feng

(Graduate School, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China) Wang, Xiaoyin

通讯地址: (730000 兰州市 31# 信箱中国科学院近代物理研究所 信息工程研究室) 王晓银

(投稿日期: 2005.11.13)(修稿日期: 2005.12.14)