

基于 MSP430 的通用测控系统研制

李晓宁, 吴立清

(电子科技大学 机械电子工程学院, 四川 成都 610054)

摘要:基于 TI 公司的高性能单片机 MSP430, 研制了一种适合大学生创新能力培养的通用测控系统, 并运用到创新实践活动中, 取得了较好的效果。对该系统的主要硬件电路设计作具体介绍。

关键词:创新教育; 通用测控系统; 创新实践

中图分类号: G 642.0

文献标识码: A

文章编号: 1006-7167(2009)07-0038-03

Development of a General Measurement and Control System Based on MSP430

LI Xiao-ning, WU Li-qing

(School of Mechatronics Engineering, UESTC, Chengdu 610054, China)

Abstract: Combined with development of the innovation education, this article developed a general measurement and control system to fit the cultivation of students' innovation ability based on TI's high performance microchip MSP430, which is applied to the innovation practice and got a good effect. This system was introduced in detail in the article.

Key words: innovation education; general-purpose measuring system; innovation practice

1 引言

全国大学生电子设计竞赛、全国大学生“挑战杯”课外学术科技作品竞赛、全国大学生嵌入式系统竞赛等是面向大学生的较有影响力创新活动, 自创办以来, 引起了社会的广泛关注和响应, 参加的院校和学生数目都逐年增加^[1-5]。本人从 2005 年也一直参与各类大学生创新教育活动的指导, 但在这些活动的开展中, 由于缺乏一个理想的平台使得整个过程不够系统和规范, 从而影响了受益面的扩展。因此, 建立一种面向这类大学生科技竞赛的创新实践平台显得较为重要。本文介绍自行开发的一个通用测控平台, 该平台在创新教育活动的开展中发挥了较好的作用。

2 系统结构

考虑到系统的定位是以大学生电子设计竞赛为主

题的创新实践平台, 因此, 对历届全国大学生电子设计竞赛中的知识点做了一些梳理。从全国大学生电子设计竞赛来的题目来看, 数据采集(第一届的题目二“多路数据采集系统”; 第五届的 E 题“数据采集与传输系统”)、测量未知信号参数(第三届的 B 题“简易数字频率计”, 第五届的 B 题“简易数字存储示波器”, 第八届的 C 题“数字示波器”)以及电机控制(第五界的 C 题“自动往返小车”, 第七届的 E 题“悬挂运动控制系统”, 第八届的 F 题“电动车跷跷板”)等题目中的测控类知识点比较常见。因此, 整个系统包含数据采集部分与驱动控制部分。具体的功能模块包括: MSP430 单片机最小系统、高精度 A/D 转换通道、高速 A/D 转换通道、FPGA 高速信号采集系统、外部键盘控制及液晶显示模块、电机驱动模块以及其他一些传感器, 其功能结构如图 1 所示。

3 系统硬件设计

3.1 MSP430 单片机最小系统

本系统的 MSP430 单片机最小系统的构成框图如图 2 所示。除了常见的电源、复位以及时钟等通用单元电路, 考虑到系统的通用性和可扩展性, 又增加了一

收稿日期: 2008-08-19

作者简介: 李晓宁(1972-), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 硕士, 研究方向为电气工程及其自动化。

Tel.: 028-83202581; E-mail: lixn_uestc@163.com

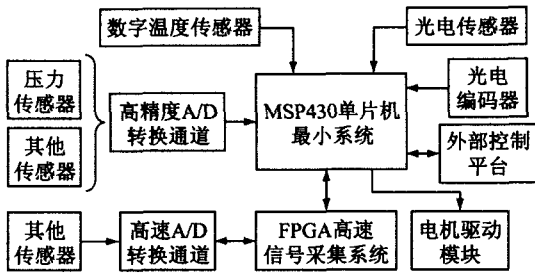


图1 通用测控系统系统结构框图

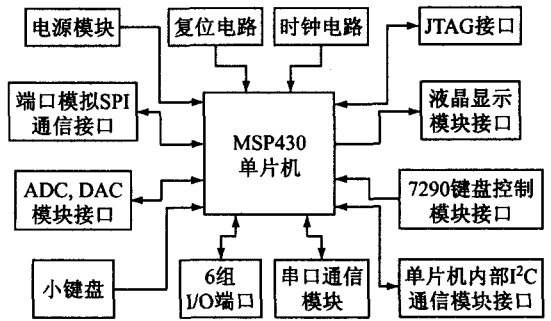


图2 MSP430单片机最小系统功能框图

些功能模块和接口电路,便于学生进行各类系统的搭建和创新^[6]。

本系统中所采用的单片机是TI公司的

MSP430F1611,这款单片机内部资源是该系列单片机中相对较为丰富的,其内部结构如图3所示^[7]。

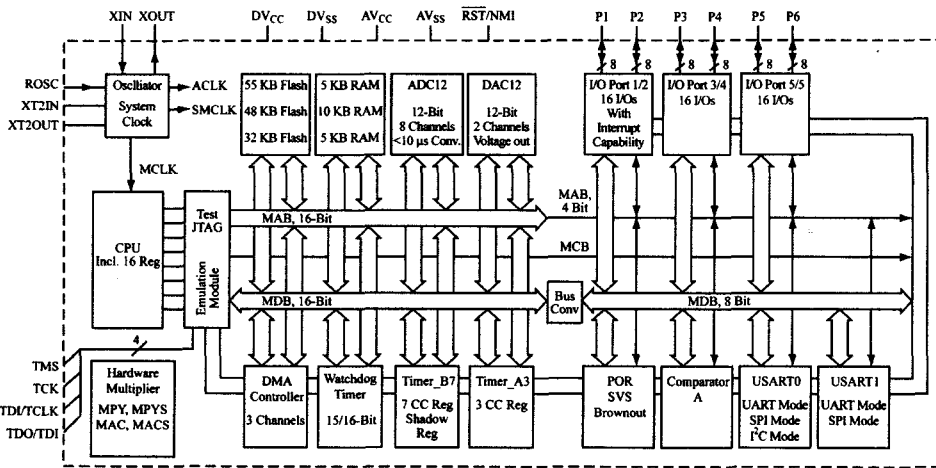


图3 MSP430F1611单片机内部结构框图

3.2 双路数据采集通道

3.2.1 高精度数据采集通道硬件电路设计

高精度数据采集通道利用MSP430单片机内部集成的12位A/D转换器,使用片内电压基准2.5V,因此最高精度为0.6mV,其电路结构示意图如图4所示。

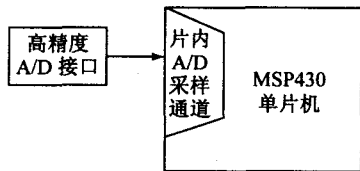


图4 高精度A/D转换通道接口连接示意图

3.2.2 高速数据采集通道硬件电路设计

高速数据采集通道硬件电路设计主要分为高速A/D转换芯片ADC08351电路设计和FPGA处理模块设计^[8]。

(1) 高速A/D转换芯片ADC08351电路设计。高速采集通道采用美国美信公司的A/D转换芯片ADC08351,该芯片采用3.3V单电源供电,最高精度8位,最高采样速度42MHz,ADC芯片的基准电压 U_{ref} 由电位器R2来调节,在本系统中将其调为2.5V。 U_{IN_L} 为外界模拟电压输入端。PD、OE为芯片控制端,

在本系统中2个信号均置为低(这2个信号同样由FPGA给出),在ADC芯片的模拟地(AGND)和数字(GND),模拟电源电压(U_A)和数字电源电压(3.3V)之间分别加一个磁珠,目的是为了去除高频外界纹波干扰,其电路如图5所示^[9]。

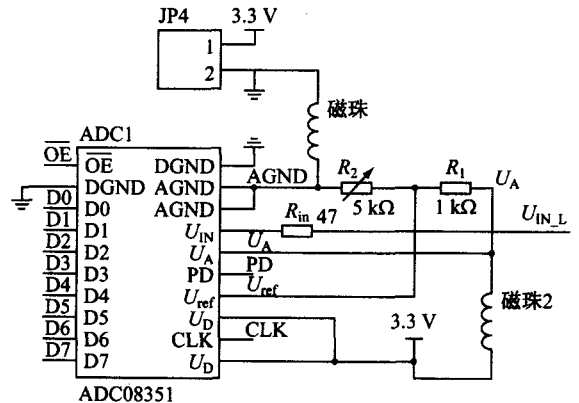


图5 高速A/D转换芯片ADC08351电路

(2) FPGA处理模块设计。由于ADC08351给出的信号数据太快,MSP430的读写速度跟不上。因此,采用FPGA作为一个高速读写设备和ADC08351配合使用,来完成对高速数据的读取。FPGA读取数据的基本过程是,先由FPGA将ADC08351转换过来数据

读到 FPGA 内部的 RAM 里存储起来,然后再由 MSP430 从 FPGA 的 RAM 中读取数据。

3.3 传感器电路设计

3.3.1 数字温度传感器的硬件电路设计

本系统选择的数字温度传感器型号为 DS18B20, DS18B20 的外部电路比较简单,如图 7 所示。 U_{pu} 为单片机电源电压 3.3 V, U_{DD} 为温度传感器电源电压 3.3 V, DQ 为单总线数据线,对温度传感器的所有操作都是通过对该数据线来完成的。

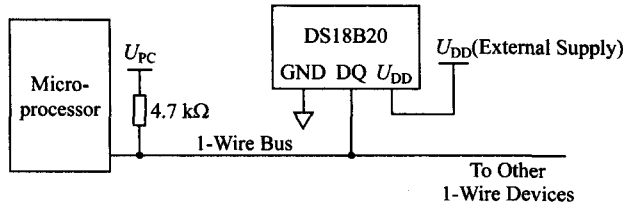


图 7 DS18B20 的外部电路图

3.3.2 压力传感器的硬件电路设计

压力传感器采用常见的应变片电阻传感器,其压力感应部分由应变片电阻 R_T 和另外 3 个电阻 R_{24} 、 R_{25} 、 R_{26} 构成桥路,当电桥平衡时(即电阻应变片未受到压力作用时), $R_T = R_{24} = R_{25} = R_{26} = R$,此时电桥输出电压 $U_0 \approx 0$;当应变片受力后, R_T 发生变化,使 $R_T R_{24} \neq R_{25} R_{26}$,电桥输出电压 $U_0 \neq 0$,并有

$$U_0 \approx \pm \frac{1}{4} \frac{\Delta R}{R} U \approx \pm \frac{K_0 \varepsilon}{4} U$$

电桥输出的微弱电压信号经过一级差分放大电路输出 U_f ,再经过两级 LM324 运算放大器放大到 0 ~ 5 V,0 ~ 5 V 对应 0 ~ 1 020 g, R_{w2} 为调零电位器,当电桥平衡时,输出电压应调为 0 V。

3.4 驱动控制模块设计

驱动控制模块主要针对运动控制系统,主要由 2 部分组成,电机驱动部分和反馈部分可根据设计要求实现开环或闭环系统。

3.4.1 电机驱动单元电路设计

目前市场上的电机驱动芯片品种较多,我们采用了性价比较高的 L298N。它是意法半导体公司推出的一直流电机驱动芯片,采用标准 TTL 电平控制,功率电压输入最高可达 46 V,输出电流最大可达 4 A。

3.4.2 反馈单元电路设计

编码器选型一般注意:①分辨率,即编码器工作时每圈输出的脉冲数,是否满足设计使用精度要求;②电气接口,编码器输出方式常见有推拉输出(F 型 HTL 格式),电压输出(E),集电极开路(C,常见 C 为 NPN 型管输出,C2 为 PNP 型管输出),长线驱动器输出,其输出方式应和其控制系统的接口电路相匹配。

在本系统中,选择的编码器是日本欧姆龙公司的 E6A2-CW5C 型,直流 12 ~ 24 V 电源电压,精度 200

P/R,集电极开路型(NPN 型管输出),双相输出。连接定义如图 8 所示。由于对精度要求不高,因此精度只选择了 200P/R。该编码器的外部电路设计非常简单,由于它是集电极开路型的,因此只要在 A 相输出端和 3.3V 电源之间串连一个 1 kΩ 的上拉电阻即可。然后利用单片机的计数器脉冲捕获功能读取脉冲数就可以了。

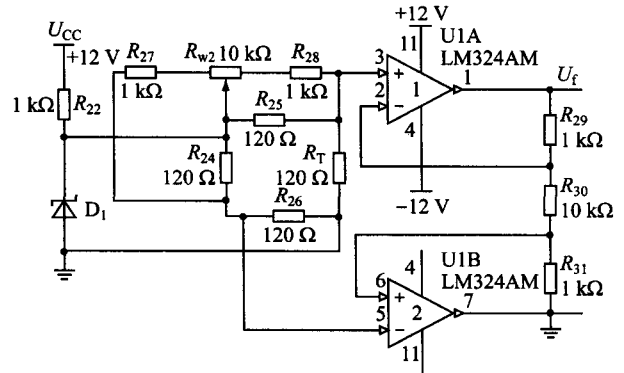


图 8 压力传感器测量电路图

4 结 语

本文利用该测控平台在培养学生创新能力方面取得了显著的成绩,在近 2 年中累计指导了 30 余名学生参与各类电子竞赛,其中 2006 年 3 人获得四川省电子竞赛一等奖,2007 年 3 人获得全国大学生电子设计竞赛二等奖,3 人获得四川省三等奖,同时还有 6 人在“英飞凌”杯嵌入式电子设计竞赛、“TI”杯模拟电子设计竞赛中分获得一、二等奖,通过竞赛这些学生的工程应用能力和创新能力得到了极大提高,而且由于系统的通用性比较强,该系统在学生毕业设计和实验教学方面也发挥了很好的作用。

参考文献 (References):

- [1] 阳太林. 以学生创新能力的培养为中心改革高校实验教学[J]. 实验室技术与管理, 2005, 22(10): 34-38.
- [2] 周亚俊. 全面改革实验教学 培养学生创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2004, 23(7): 77-80.
- [3] 倪振文, 王俊年. 电子信息类专业实践教学体系改革的研究[J]. 实验室研究与探索, 2004, 23(2): 52-55.
- [4] 王伟祖, 郑旭明. 建立综合设计实验平台培养学生创新能力[J]. 实验室研究与探索, 2004, 23(8): 74-75.
- [5] 杨叔子. 创新源于实践[J]. 实验室研究与探索, 2005, 24(3): 1-4.
- [6] 王建勋, 周青云. 基于 MSP430 单片机和 USB 的数据采集器设计[J]. 自动化技术与应用, 2007, 26(11): 71-72.
- [7] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 13-45.
- [8] 王波, 梁海泉, 姚勇涛. 高精度数据采集系统硬件设计与精度测量方案[J]. 电子测量, 2008(1): 173-177.
- [9] 刘军, 杨玉国. 提高单片机控制的 AD 转换器采样频率[J]. 电测与仪表, 2000(6): 36-38.