

基于 MSP430 的智能就地显示涡街流量计

潘 健,肖国玲

(无锡职业技术学院 电子与信息技术学院,江苏 无锡 214121)

摘要:该系统是以 MSP430F247 单片机为核心。涡街流量计传感器输出信号经放大滤波后输入比较电路,得到脉冲信号,单片机对此脉冲信号进行测频,得到相应流体的瞬时流量,并将其显示。该系统功耗低,可以直接由两节干电池供电运行,还有节电和自检功能。

关键词:涡街流量计;MSP430;测频

中图分类号:TP29 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-7880(2009)02-0059-03

Smart Local Display of Vortex Flowmeter Based on MSP430

PAN Jian, XIAO Guo-ling

(Wuxi Institute of Technology, Wuxi 214121, China)

Abstract:The system is based on MSP430F247 MCU as the core. The vortex flow sensor output signal, being amplified, filters and then inputs into the comparator to get a pulse signal. The MCU measures the frequency of the pulse, figuring out the corresponding instantaneous flow of fluid, and then displays. The power consumption of flowmeter is low because of being driven by two dry batteries and having function of power saving and self-checking.

Key Words:vortex flowmete; MSP430; frequency measurement

1 原理简介

涡街流量计的测量原理如图 1 所示。在流体管道中插入一定形状的旋涡发生体(阻流体),当流体绕过发生体后,在发生体两侧会交替产生规则的漩涡,这种漩涡称为卡门涡街。经过推导,流体的瞬时流量 Q 与漩涡频率 f 符合下面公式:

$$Q = f/K$$

式中 K 为流量计的流量系数。在一定雷诺数范围内 K 为常数,流量 Q 与漩涡频率 f 成线性关系。因此,只要测出 f ,就能求得瞬时流量 Q 。

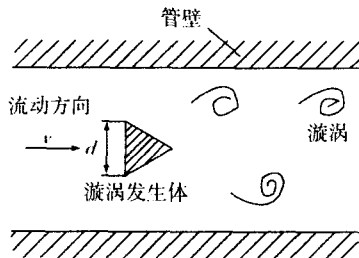


图1 涡街流量计测量原理图

由电源电路、差动运放电路、二阶低通有源滤波电路、比较电路,MSP430 单片机控制电路及 LCD 显示电路等部分组成,原理图框架如图 2 所示。整个电路在两节干电池(3V)的供电下由电源电路分配给各电路进行供电,由传感器送出的信号(1Hz~3.6kHz)先经差动运放电路进行信号放大后,接入二阶低通滤波电路去除干扰信号,经比较器得到脉冲信号,再由 MSP430 单片机的 TIM-ERB 模块对矩形波信号进行测频。

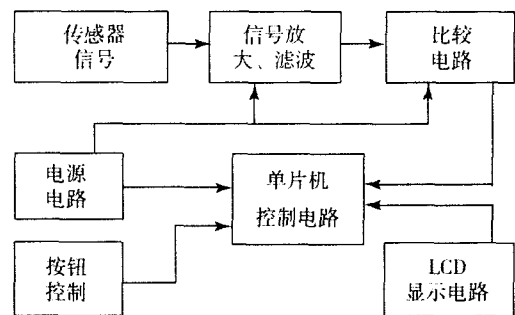


图2 系统框架图

MSP430 的低功耗智能就地显示涡街流量计

2 硬件设计

TI公司推出的MSP430F系列超低功耗16位混合信号处理器,集多种领先技术于一体,以16位RISC处理器、超低功耗、高性能模拟技术及丰富的片内资源在单片机家族中独树一帜。其处理器功耗(1.8V~3.6V,0.1 μ A~400 μ A,250 μ A/MIPS)和口线输入漏电流(最大50nA)在业界都是最低的,远低于其它系列产品。其16位RISC结构,使MSP430单片机在8MHz晶振工作时,指令速度可达8MIPS。另外MSP430系列单片机均为工业级产品,性能稳定,可靠性高。MSP430单片机具有6种不同的工作模式。系统在运行时,根据实际情况,选择不同的工作模式,以降低系统的功耗。在本系统中,选用的单片机MSP430F247,含有256字节的RAM,32kB的FLASH。当脉冲信号输入到单片机P4.1脚,MSP430F247使用TIMERB模块采用捕捉模式对脉冲信号进行测频,将测得的频率通过公式 $Q = f/K$ 得出流体的瞬时流量 Q ,瞬时流量乘以时间进行累加得到累计流量。MSP430F247通过I/O中断引入的三个按键,能够进行显示切换及流量计参数设置。当流量计长时间未按键操作时,单片机自动关闭显示,进入节电模式;并且系统通过将重要参数写入FLASH,能够长时间保存数据,当掉电时,不会丢失数据现象。当仪器运行异常时,单片机可以进行自检。并且本系统采用JTAG接口进行在线编程,能够方便高效地对软件进行升级更新。

由于系统功耗限制,微处理器平时都处于低功耗模式,以中断来处理事件。需要微处理器处理的事件有:测量脉冲信号频率,按键输入,数据自动保存。相应的中断为:TIMERB捕捉、比较中断,P1口I/O中断,WDT定时器中断。

3 软件设计

3.1 TIMERB捕捉、比较中断

当采样时间间隔(2秒)到时,单片机开启TIMERB定时器捕捉中断,对输入脉冲信号进行捕捉。

流量计传感器的输出信号频率范围为1Hz~3.6kHz,典型频率为100Hz,为尽量减少测频误差,提高精度,TIMERB的时钟源采用1MHz的高频。TIMERB对捕捉到的信号的第二个周期进行采样计数,并将计数值保存于cap_time。由于TIMERB的计数器TBR是16位计数器,最大计数

值也就65536,那么在对输入的低频信号(Hz)采样时,TBR的计数值溢出。为了解决这个问题我们采用TIMERB的另一个非常重要的功能——比较中断功能。TBCCR0的值可设在65535,若TBR溢出,则单片机进入TIMERB的比较中断,对溢出次数进行计数,用 N 表示。因此采样结束后最终的时钟脉冲计数值等于 $65535 * N + cap_time$ 。利用这个方法很好地解决了系统对低频信号的精确采样。TIMERB的控制流程如图3所示。

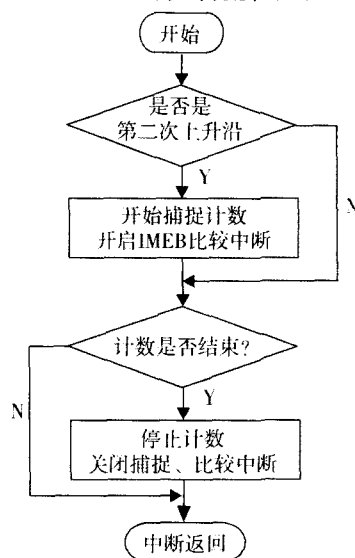


图3 TIMERB捕捉中断控制流程图

3.2 WDT定时器中断

单片机利用WDT定时器以1秒钟为基准进行相关功能计时。当采样时间间隔(2秒)到时,开启TIMERB捕捉中断;当休眠时间(40秒)到时,关闭LCD显示,进入低功耗模式;当保存时间(60秒)到时,将累计流量、仪表系数、密度、下限频率等数据保存入用户信息的FLASH内。WDT定时器控制流程如图4所示。

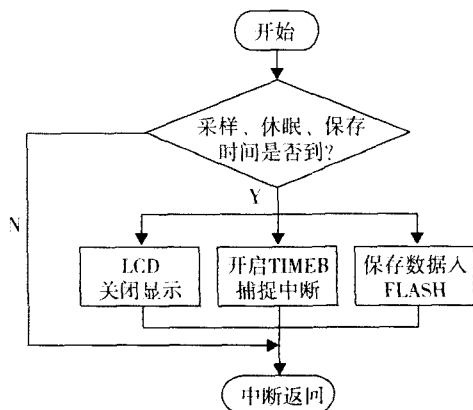


图4 WDT定时器控制流程图

4 结语

经实际测试,该系统整机测频误差在 $\pm 2\%$

以内,自身工作电流仅为6mA,功耗为18mW,实现了高精度、低功耗、便携式的要求。

参考文献:

- [1] 沈建华. 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.
- [2] 张桦. 智能型差动电容式涡街流量计的设计[J]. 自动化与仪器仪表,2000(6):17-20.
- [3] 王鸿昌. HART技术的特点及进展[J]. 自动化与仪器仪表,2002(4):1-3,11.

[编辑: 胡小勇]

(上接第5页)不相适应,经反复协商,企业愿以助学金的形式支付部分费用,大多数企业只愿意支付每月300~500元的费用。这个问题涉及到国家政策,不是学校所能解决的。

第三,少数学生就业受影响。由于要在企业上班,少数学生接受的就业信息较少,一旦实习企业最终不接受该学生,则其就业机会将比其他班级的学生要少,对其就业肯定有影响。

五、几点思考

第一,如何提高企业参与工学结合的积极性,是学校要重点考虑的问题。工学结合人才培养模式的目标是培养对社会有用的人才,如果从这个目标出发,我们有许多工作可做,如专业课的教学内容可与企业的工作内容结合,充分利用现有设备提高学生的动手能力,学生的待遇可以灵活处理,对接受实习学生的企业在员工培训等方面予以一定的优惠等,总之,想方设法提高企业参与工学结合的积极性。

第二,要切实做好顶岗实习学生的思想工作。实习前学生对到企业工学结合充满了期望,到企业一线实习后,发现不像在学校一样每天都能学到新的知识或技能,甚至有些师傅不愿意教

所谓“核心技术”,与自身想象有较大差距后又有些失望,一旦实习结束后没有被企业录用又感到失落,因此在实习开始前要做好充分的动员教育工作,使学生对此有充分的心理准备,教育他们要有吃苦耐劳的精神,努力以自身的工作取得企业的信任,实现自身能力的提高和价值的实现。

第三,要切实提高教师的能力。企业与市场紧密相联,而教师的教学内容有时跟不上市场的变化,导致有时在指导学生实习时感到力不从心,这就要求教师不断学习,不断提高,不辱使命。

第四,在制度设计上要充分考虑到实习过程中可能出现的问题。学校可以为学生顶岗实习期间购买个人意外伤害保险,如果一旦出事,学生的损失将可减到最少。同时要和企业共同制定有关学生生产安全处理方面的协议,加强教育,提高学生的自我保护能力。另外,也要允许有条件的学生自己联系实习单位,这样尽管给教师指导增加工作量,但方便了学生。

总之,就业与工学结合相结合,利大于弊。对实施中出现的一些问题,大部分是可以解决的,这不失为工学结合实践的一个方向。

参考文献:

- [1] 陈解放. 合作教育的理论及其在中国的实践——学习与工作相结合教育模式研究[M]. 上海:上海交通大学出版社,2006.
- [2] 冯伟国. 高职院校“工学结合”教育模式的探索与实践[J]. 教育与职业,2006(23):30-31.
- [3] 于宗水. 关于职业院校推行工学结合和校企合作人才培养模式的实践与思考[J]. 中国职业技术教育,2006(29):13-14.
- [4] 肖化移,李谨平. 工学结合的理性思考[J]. 职教通讯,2006(5):12-15.

[编辑: 陈永涛]