

基于 LPC2210 的供热计量仪表设计

段 琼, 宣 政, 杨艳丽

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘 要:为提高供暖系统中热量计量的准确性,设计了以热量计为主要功能的嵌入式智能仪表。在该热量表中嵌入了 ARM 高速微处理器 LPC2210 及其外围电路作为主控制器,采用 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 操作系统管理各项任务,提高了系统的实时性。在温度采集采用两个具有高精度的数字温度传感器 DS18B20,分别承担进出口的温度采集,并直接把所测的温度值转换成数字量用二进制方式表示,使得测温方便直观且精度高。通过 RS232 总线实现远程抄表功能以及更加准确的城区热负荷监控,便于热力公司对供热量的有效管理。

关键词: LPC2210; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$; 数字温度传感器; RS232

中图分类号: TP273+.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)10-0157-04

Design of Heating Measurement Instruments Based on LPC2210

DUAN Qiong, XUAN Zheng, YANG Yan-li

(School of Electrical Engineering and Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: In order to improve the accuracy of the heating system, designed a smart meter which main function is heating measurements. The system embedded ARM microprocessor with high speed LPC2210 and the external circuits as the controller, adopts the $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ operating system management tasks improve the system of timely. In the temperature gathering using two high accuracy figures temperature sensors DS18B20, the temperature of the measured values is converted to digital measured in binary mode, said temperature convenient intuitive. Two figures temperature sensors DS18B20 take the import and export of the gathering. Through RS232 bus to achieve the remote copy tables and more accurate control of heat loading facilitate the heat of the effective, management for heat.

Key words: LPC2210; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$; figures temperature sensor; RS232

0 引 言

随着国内住宅业的迅速发展,热量计在供暖行业的集中供热和分户计量中越来越重要了^[1,2]。由原来的按面积收费,用户被动用热,到用户自己按需调整用热,通过远程通信连接上位机,结算单位按用户实际耗热量进行集中收费管理。这不仅有效地满足了用户自身需求,还实现了节约资源降低能耗^[3]。

1 系统的总体设计

本设计采用基于 ARM7TDMI-S 内核的低功耗高性能的 ARM7^[4]微控制器 LPC2210。LPC2210 同时具有丰富的片上资源,非常适合嵌入式产品的开发^[5]。文中设计主要用到了 LCD 控制器、定时器^[6]、UART、GPIO 等模块。温度检测部分采用的是单片集成数字温度传感器 DS18B20,两个 DS18B20 共用一条数据线

与 CPU 相连,测温方便且精度高。在计算出消费热值后,通过 UART 控制器接口,经 MAX232 电平转换后,将用户所消耗的热量信息通过 RS232 总线送入远端 PC^[7]。为实现小区或更大区域的集中收费管理,在一根总线上同时挂接多个用户终端,可以将用户耗热值通过网络送入热力控制中心,并将热供应区所有用户的热消费情况作出统计,使工作人员随时了解监控区的热负荷状况,这样做到了准确的热供消平衡。整个系统的原理框图如图 1 所示。

2 热量计量原理

热量表安装在用户侧的供暖管道上,在进、回水管路上分别装上温度传感器。当热水以一定温度从进水管流入热交换器(散热片、换热器等),通过热交换后,热水便以较低的温度从回水管流出。一段时间内用户所消耗的热量在所供热水的流量和供回水的温度差的乘积对时间的积分^[8,9],热量表就是利用这个原理工作的。而本设计是在一定的时间内计量流量计输出的脉冲的个数,这段采集时间很短可看作是单位时间,同时处理器调用在该单位时间内所测得的温度值,从而

收稿日期:2011-02-23;修回日期:2011-05-06

作者简介:段 琼(1986-),女,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统及应用;导师:鲍远慧,副教授,硕士生导师,研究方向为计算机控制系统。

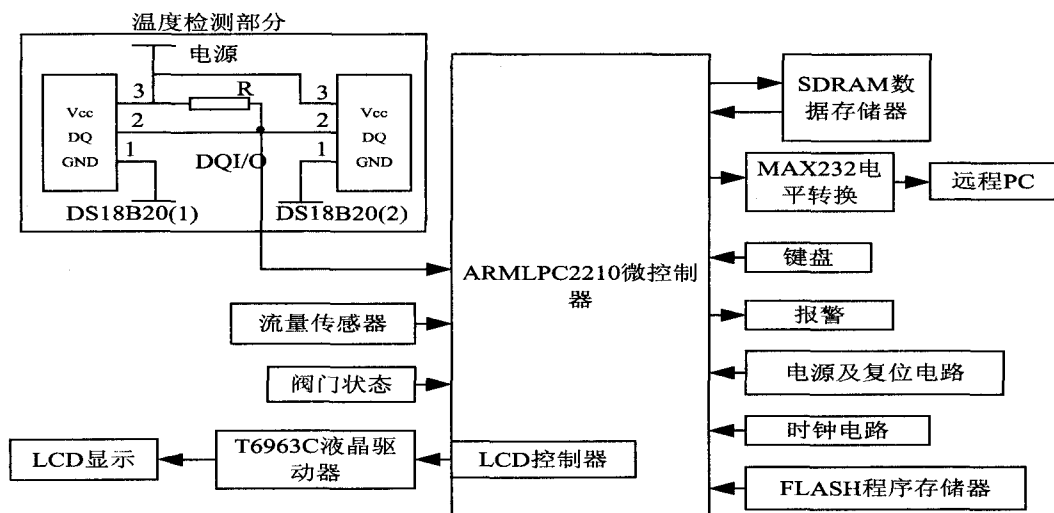


图 1 系统硬件组成框图

所得的热量值 Q (单位 J) 就是水的比热容、质量流量值和温差三者的乘积。其计算公式为:

$$Q = C * q_v * \rho * \Delta T \quad (1)$$

其中, C 为水的比热容, 单位是 $J/kg \cdot ^\circ C$; q_v 为经过用户的水的流量体积值, 单位是 m^3 ; ρ 为热水的密度, 单位是 kg/m^3 ; ΔT 为进、回水的温度差, 单位是 $^\circ C$ 。

因此, 温度测量和流量测量是文中设计的重点, 直接影响到热量表的计量精度。

2.1 单片机集成温度传感器

美国 DALLAS 公司推出的数字温度传感器 DS18B20, 采用在板专利技术, 全部传感器和各种数字转换电路都被集成在一起, 其外形如一只三极管, 3 个引脚分别是数据、电源和地^[10,11]。测温范围为 $-55 \sim +125^\circ C$, 增量为 $0.5^\circ C$, 输出温度直接用 9 ~ 12 位二进制数表示, 不需要 A/D 转换、放大等电路。温度转换时间典型值为 200ms。一条数据线可与主机通信, 不需外接元件, 而且可用数据线供电 (寄生电源)。每一个 DS18B20 有唯一的 64 位序列号, 因此, 总线上可挂接多个 DS18B20 非常方便地构成单线多点温度测量系统。

DS18B20 内部主要有三个部分组成, 即 64 位激光 ROM、温度传感器和温度警报开关 TH、TL。温度值是通过温敏震荡的计数产生的。存储和控制逻辑负责对命令的解释和执行, 产生的温度数字值存储在记事簿的前两个字节中。

2.2 温度采集

DS18B20 数字温度传感器是单线器件且都具有唯一的编号, 在一根数据线上实现数据的双向传输, 温度采集设备通过编号来识别对应的温度传感器, 在数据传输时需要通过一定的协议来对读写数据提出严格的时序要求^[12]。温度传感器直接把所测的温度值转换成数字量并以二进制表示方式送入 ARM 处理器中, 由

处理器进行作差处理并将结果存储随时供计算热量时采用。

以 12 位二进制表示温度值为例, 转化后得到的 12 位数据, 存储在 DS18B20 的两个字节单元中, 二进制中的前面 5 位是符号位。如果测得的温度大于 0 , 这 5 位为 0, 只要将测到的数值乘以 0.0625 即可得到实际温度; 如果温度小于 0 , 这 5 位为 1, 测到的数值需要取反加 1 再乘以 0.0625 即可得到实际温度。例如 $+125^\circ C$ 的数字输出为 07D0H, $+35.0625^\circ C$ 的数字输出为 0231H, $-35.0625^\circ C$ 的数字输出为 FDCFH, $-55^\circ C$ 的数字输出为 FC90H。因此, 转换成二进制后温度传感器输出的数字量是 FC90H ~ 07D0H (对应的温度范围 $-55 \sim +125^\circ C$)。

2.3 涡街流量传感器

涡街流量计^[13]工作原理: 在特定的流动条件下, 将流体一部分动能转化为流体振动, 其振动频率与流速 (流量) 有确定的比例关系。涡街流量计是在流体中设置旋涡发生体 (阻流体), 从旋涡发生体两侧交替地产生有规则的旋涡。设旋涡的发生频率为 f , 管道内被测介质的平均速度为 v , 旋涡发生体迎面宽度为 d , 表体通径为 D , 根据卡曼涡街原理有如下关系式:

$$f = S_r \frac{v_1}{d} = S_r \frac{v}{md} \quad (2)$$

式中, v_1 为旋涡发生体两侧平均流速 (m/s); S_r 为斯特劳哈尔数; m 为旋涡发生体两侧弓形面积与管道横截面面积之比。

$$m = 1 - \frac{2}{\pi} \left[d/D \sqrt{1 - (d/D)^2} + \arcsin \frac{d}{D} \right] \quad (3)$$

管道体积流量 q_v 为:

$$q_v = \frac{\pi}{4} D^2 U = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{mdf}{S_r} \quad (4)$$

$$K = \frac{f}{q_v} \left[\frac{\pi D^2 dm}{4 S_r} \right]^{-1}$$

式中, K 为流量计的仪表系数(脉冲数/ m^3)

涡街流量计的结构:由传感器和转换器两部分组成,输出脉冲数与流量成正比。本设计中直接测量所产生的脉冲个数,直接将整形后的脉冲送入 ARM 处理器中。流量计的转换器原理框图如图 2 所示。

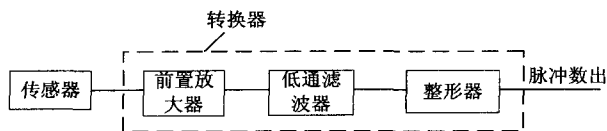


图 2 转换器原理框图

2.4 流量采集

由涡街流量计的计量原理中流体振动频率与流体流速具有确定的比例关系,公式(2)、公式(3)和公式(4)的换算可得出流体的体积流量与振动频率的关系,再结合流量传感器的转换器原理框图可知,只要准确测出由传感器检测到的涡街信号经放大、滤波、整形后所得的脉冲信号量,就可以计算出流量值。所采用的处理器 ARM 芯片中有两个 32 位定时器/计数器,定时器 0 和定时器 1,这里定时器 0 作定时器用,通过计量内部时钟脉冲的个数对定时器 1 测量外部脉冲个数进行计时,定时器 1 是用来计量流量计经转换器输出的脉冲个数。两个定时器通过软件设置嵌套中断实现同时启停,从而可以测出在一定的时间段内流量计输出的脉冲个数。

3 软件设计

软件设计采用抢占式实时多任务操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$,本设计可规划为几个核心任务, $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 将任务分解为多个进程,每个进程负责管理和实现一项功能,某一个环节出问题不会导致整个系统的崩溃,并且可以在保持接口不变不干涉到其他模块的情况下完成某个模块的更新,从而提高了系统的可靠性。

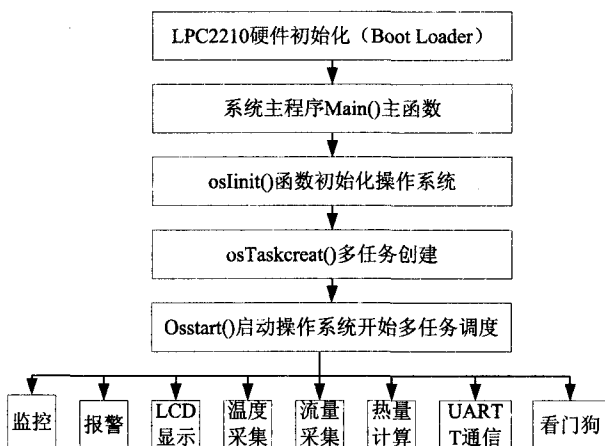


图 3 系统软件框图

系统的整体软件框图如图 3 所示。热量计算中,首先调用温度测量子程序,读取进回水温度差,并判断

温度传感器是否出错,如有出错不进行热量计算,退出子程序。如果没有错误,根据进回水温度值计算温差,再读取瞬时流量值,根据热量计算公式(1)算出热量值并存储。热量计算子程序流程图如图 4 所示。

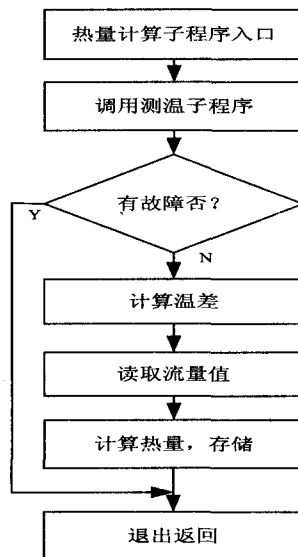


图 4 热量计算流程图

由于控制器和 DS18B20 之间的通信都是通过数据线进行的,只有当其功能初始化后,才能通过数据线执行控制、存储、温度转化等功能。因此,CPU 必须首先对其发送初始化命令。设计中采用两个 DS18B20 共用一条数据线,分别测量供暖管道中的进水温度和回水温度。温度采集流程图如图 5 所示。流量的采集主要是计量流量计通过转换器送入到控制器中的脉冲个数,然后根据流量计算公式算出瞬时流量值。流量计算流程图如图 6 所示。

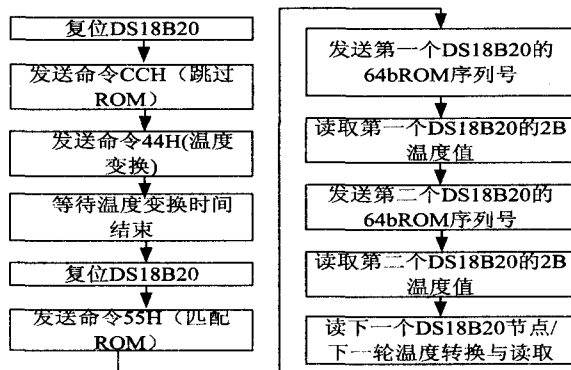


图 5 温度采集流程图

4 结束语

文中以 32 位 ARM 为控制器,采用抢占式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$,温度采集使用高精度的数字温度传感器 DS18B20,提高了系统的运算精度、运算速度,减小了系统的复杂度。用户可以通过液晶显示屏了解到实时耗热量和总耗热量,并根据所需选择是否供热,

从而减少了热量的损耗,使供暖收费更加合理,并且通过通信实现远程抄表功能,提高了能源的利用率。在当今资源匮乏的形势下,具有良好的使用价值和应用前景。

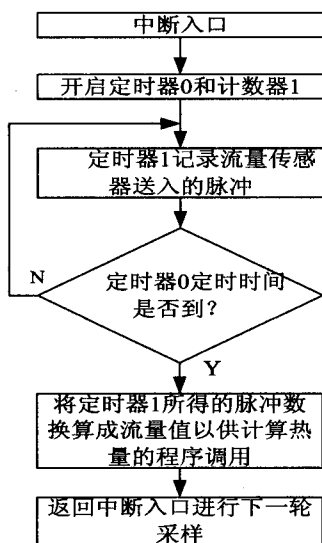


图 6 流量计算流程图

参考文献:

- [1] 陈子骞.我国热计量表发展存在的问题及对策[J].科技咨询导报,2007(28):154-154.
- [2] 张勇强,肖军,付秋峰.基于 ARM 的供热计量和智能温控的应用研究[J].工业仪表与自动化装置,2010(1):68-70.

- [3] Pradhan S. An improved lead compensation technique for three-wire resistance temperature detectors[J]. IEEE Trans on Instrumentation and Measurement,1999,48(5):903-905.
- [4] 刘晓明,程铁汉,邵敏,等.基于 ARM7 的便携式工业打印机[J].计算机技术与发展,2008,18(7):187-189.
- [5] 常国祥,王成元,孙永刚.基于模糊控制的智能供热系统[J].黑龙江科技学院学报,2006,16(1):56-60.
- [6] 周立功.ARM 嵌入式系统实验教程(一)[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004:116-119.
- [7] 刘慧玲,杨丽.户用热量表应用现状的探讨[J].内蒙古科技与经济,2009,7:209-209.
- [8] Usui S, Nagai T. An electronic integrating heat meter[J]. IEEE Transaction & Measurement,1990,39(5):785-789.
- [9] 龚炳江,刘艳.新型智能低功耗热量表的设计与实现[J].机械设计与制造,2008(10):42-43.
- [10] 付家才.传感器与检测技术原理及实践[M].北京:中国电力出版社,2008:236-238.
- [11] Hoffmann L. Heat meter test programme findings from current surveys[J]. Femwaerme International, 1998, 17(3):183-188.
- [12] 王永青,罗剑秋.DS18B20 在供暖系统热量测量中的应用[J].电子测量与仪器学报,2006(增刊):569-571.
- [13] 徐科军.传感器与检测技术[M].第2版.北京:电子工业出版社,2008:208-211.
- [14] 韩树人,周贤娟,鄢化彪,等.基于嵌入式 Web 服务器的远程实时数据采集[J].计算机技术与发展,2008,18(1):206-208.

(上接第 156 页)

(MP3,MP4 等)、PDA、GPS(全球定位系统)、手机,甚至平板电脑(Tablet PC)等大众消费电子领域。展望未来,触控便捷、人性化的触摸屏有望成为人机互动的最佳界面而迅速普及;而随着 Qt Quick 的问世、Qt 研究项目所取得的结果(例如拟作为 Qt for Embedded Linux 的升级和替代品的 Lighthouse)以及为了获得更好的互联网体验而在 Qt WebKit 中所做的各种改进,将使 Qt 在未来几年,特别是对于 Linux 设备的开发者而言,成为一个越来越有吸引力的选择^[12]。

参考文献:

- [1] 任强,彭瑞.嵌入式 Linux 下 MiniGUI 的编译、移植与实现[J].计算机技术与发展,2010,20(3):13-16.
- [2] 隋颖,于秀山,杨豹.GUI 软件测试文档辅助工具的设计与实现[J].计算机技术与发展,2009,19(12):146-149.
- [3] Kihlberg D. Nokia new strategic direction. What is the future for Qt? [EB/OL]. 2011-02-12. <http://blog.qt.nokia.com/2011/02/12/nokia-new-strategic-direction-what-is-the-future-for-qt/>.

- [4] 何晓龙,李明.完美应用 Ubuntu[M].第2版.北京:电子工业出版社,2010.
- [5] USER'S MANUAL of S3C2416[S]. 2008.
- [6] 孟雷,忽海娜.ARM-Linux 嵌入式系统 BootLoader 的配置与移植[J].计算机技术与发展,2008,18(10):204-206.
- [7] 梁联冠,冯太合.嵌入式 Linux 文件系统的研究与应用[J].信息技术,2009(11):158-164.
- [8] 清水湾 tslib 校准原理[EB/OL]. 2009-05. <http://www.cnblogs.com/wangtianxj/archive/2009/05/12/1454729.html>.
- [9] Blanchette J. C++ GUI Programming with Qt4[M]. 2nd ed. [s.l.]:prentice hall,2008.
- [10] 杨水清.ARM 嵌入式 Linux 系统开发技术详解[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [11] 李善平,刘文峰,王焕龙.Linux 与嵌入式系统[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [12] Kihlberg D. Qt Quick is here, with community driven Qt ports for Android and Integrity RTOS and an exciting Qt roadmap [EB/OL]. 2011-03-01. <http://blog.qt.nokia.com/2011/03/01/qt-quick-is-here/>.