

文章编号:1671-251X(2011)10-0012-04

DOI:CNKI:32-1627/TP.20110922.1130.004

WIA-PA 无线工业网络温度仪表的设计

严阿仁, 刘枫

(西南大学计算机与信息科学学院, 重庆 400715)

摘要:提出了一种 WIA-PA 无线工业网络温度仪表的设计方案;分析了 WIA-PA 的技术特征,详细介绍了该温度仪表的硬件及软件设计。实际应用表明,该温度仪表运行稳定,满足 WIA-PA 对无线工业网络现场设备的工作要求。

关键词:无线工业网络;温度仪表;WIA-PA;CC2431

中图分类号:TD655.3 文献标识码:B 网络出版时间:2011-09-22 11:30

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110922.1130.004.html>

Design of Temperature Instrument of WIA-PA Wireless Industrial Network

YAN A-ren, LIU Feng

(College of Computer and Information Science of Southwest University, Chongqing 400715, China)

Abstract: The paper proposed a design scheme of temperature instrument of WIA-PA wireless industrial network, analyzed technical features of WIA-PA and detailedly introduced design of hardware and software of the temperature instrument. The actual application showed that the temperature instrument runs stably and meets with working requirements of WIA-PA for field devices of wireless industrial network.

Key words: wireless industrial network, temperature instrument, WIA-PA, CC2431

收稿日期:2011-04-25

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)资助项目
(2007AA041201-7)

作者简介:严阿仁(1987-),男,江西鹰潭人,硕士研究生,研究方向为计算智能与计算机控制系统。E-mail:yanaren@163.com

0 引言

无线工业技术是一种面向设备间短程、低速率信息交互的无线通信技术,适合在恶劣的工业现场

主电路板中的不可控整流桥采用的是 EUPEC 的 DDB6U104N16RR,可承受 1 600 V 的电压;IGBT 采用的是北京晶川公司的 IKW25N120T2。

5 结语

基于 dsPIC30F3011 的飞轮电池控制系统充分利用了 dsPIC30F3011 的高速运算能力和丰富的片内外设资源,结构简单,使得飞轮电池储能过程不仅具有良好的稳态特性,而且具有较高的动态品质。实验样机调试结果表明,该系统可实现对飞轮电池充放电的双向控制。

参考文献:

- [1] 张建成,黄立培,陈志业.飞轮储能系统及其运行控制技术[J].中国电机工程学报,2003,23(3):108-111.

- [2] 黄宇洪,姜新建,邱阿瑞.飞轮储能能量回馈控制的方法[J].清华大学学报:自然科学版,2008,48(7):1085-1088.
- [3] 赵玉林,董守田,梁秋艳.基于固态继电器的无触点有载自动调压配电变压器的研究与实现[J].电气技术,2010(8):178-181.
- [4] 郭必广,陈维.基于 DSPic30F3011 的逆变式煤电钻电源的研究[J].电气自动化,2009,28(9):30-32.
- [5] 田会方,毛元坤,周祖德.飞轮储能装置及其充放电控制的研究[J].中国电机工程学报,2007,27(6):36-38.
- [6] 陈太洪.基于 LM399 的高精密度稳压电源[J].工矿自动化,2006(2):42-44.
- [7] 王兴贵,邹应炜,路春英.基于 PIC 单片机的脉冲电镀电源控制系统[J].控制技术,2007,26(9):84-88.
- [8] 张树团,王晶,王昉.集成驱动 IR2113 功率级中瞬态问题的处理[J].机械与电子,2009(11):72-70.

环境中使用,具有抗干扰能力强、能耗低、实时通信等特点,是对现有无线技术在工业应用方向上的功能扩展和提升^[1]。WIA-PA(Wireless Networks for Industrial Automation-Process Automation)是我国制定的用于工业过程自动化的无线网络规范。本文主要介绍一种满足 WIA-PA 技术标准的网络节点——无线温度仪表的设计。

1 WIA-PA 简介

WIA-PA 采用星型和 Mesh 相结合的两层网络拓扑结构,如图 1 所示^[2]。第一层是 Mesh 结构,由网关及路由设备构成;第二层是星型(Star)结构,由路由设备及现场设备或手持设备构成。簇首(路由节点)与现场设备或手持设备构成星型网络,现场设备加入到相应的簇首,并负责将获取到的现场数据转发给簇首,簇首通过 Mesh 网最终将现场数据多跳转发给网关。WIA-PA 的主要技术特征:

(1) 现场设备和簇首构成 Star 网络,路由设备和网关构成 Mesh 网络,形成 Star-Mesh 两层拓扑结构;

(2) 采用 CSMA 和 TDMA 混合接入模式,保证数据的实时和可靠传输;

(3) 使用集中式管理和分布式管理相结合的管理架构,分担网络管理风险;

(4) 多种措施结合保证通信的可靠性:TDMA、跳频通信、自动请求重传、Mesh 路由、设备冗余;

(5) 兼容 IEEE802.15.4 标准;WIA-PA 的物理层和链路层基于 IEEE802.15.4 标准,符合 IEEE802.15.4 标准的设备也能加入 WIA-PA。

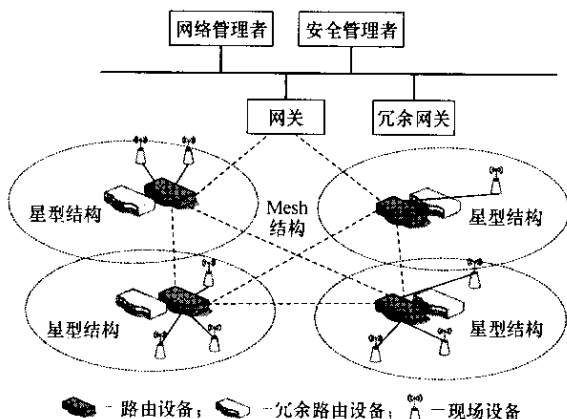


图 1 WIA-PA 网络拓扑结构

2 温度仪表系统硬件设计

温度仪表系统硬件设计采用模块化结构,主要

包括供电模块、无线通信模块、显示模块和信号调理模块,如图 2 所示。供电模块为处理器、显示模块及其它模块供电;无线通信模块中的微控制器 CC2431 接收低功耗 MCU AT89LP214^[3]传来的数据,并通过自身集成的无线收发器进行无线通信;信号调理模块将传感器采集到的信号进行调理,使其适合 AD 转换的输入;MCU 一方面接收 AD 转换的输入信号,一方面控制液晶屏的显示,同时还要监测电池电量。

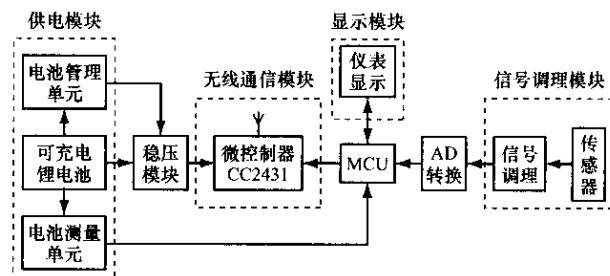


图 2 温度仪表系统硬件结构

2.1 供电模块

为满足 WIA-PA 无线网络现场设备低功耗的工作要求,又由于工业现场不可能经常更换电池,温度仪表必须能在电池供电的情况下工作很长时间,因此,需要采用智能电池管理单元来管理温度仪表的供电,并通过稳压器 LM3670 稳压到 3.3 V。

供电模块中的电池管理单元采用可智能充电的电池管理芯片 MAX8677^[4]。MAX8677 带具体积小、应用方便等特点;带双电源(DC 和 USB)输入的集成单节锂电池充电器及 Smart Power Selector 选择器,可单独使用 USB 和交流电适配器电源工作,或者使用可接受两种电源的一个输入;所有用于充电和在电源与外部电源之间进行切换的开关都包含在芯片内部,无需外部 MOSFET;电池充电电流和输入电流限制被单独设置为 1.5 A 和 2 A;USB 输入电流可设置为 100 A 或 500 A。电池管理单元电路如图 3 所示。

同时,供电模块通过电池电量计 DS2780(图 2 中的电池测量单元)来测量电池电量的消耗情况。DS2780 自身带有寄存器,通过 1-Wire 单总线即可完成电池电量的测量工作。AT89LP214 作为 DS2780 的 1-Wire 单总线的主机,周期性地读取寄存器的内容,从而监视电池的工作状态和剩余能量,保证整个系统的正常工作。电池测量单元电路如图 4 所示。

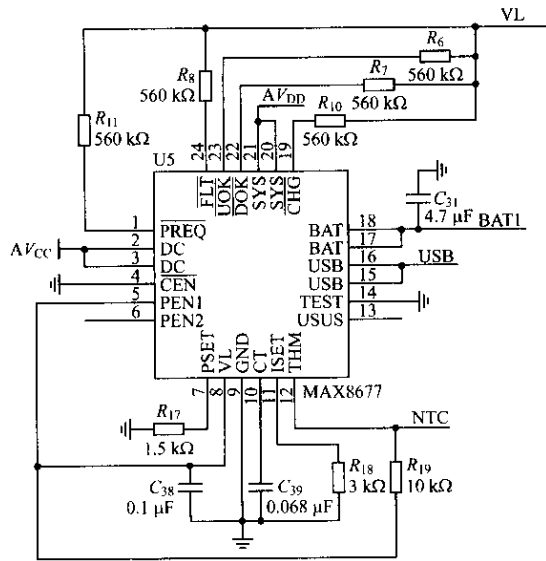


图3 电池管理单元电路

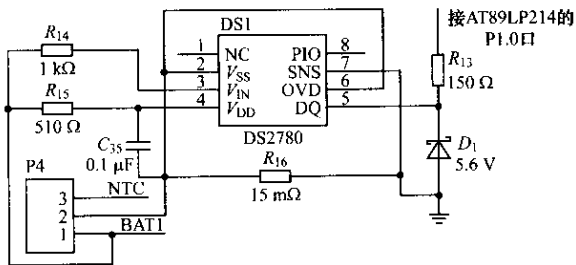


图4 电池测量单元电路

2.2 无线通信模块

无线通信模块采用集射频与微控制器于一体的无线单片机 CC2431 作为核心控制器件^[5]。CC2431 沿用了 CC2420 的架构,在单个芯片上集成符合 IEEE802.15.4 标准的 2.4 GHz 的射频(RF)前端、内存和微控制器。它使用 1 个 8 位高性能和低功耗的 8051 微控制器核 MCU;具有 32 KB、64 KB、128 KB 三种可编程闪存和 8 KB 的 RAM;包含 8 路 8~14 位模数转换 ADC;带有 2 个强大的支持多种串行协议的 USART 口,以及 1 个符合 IEEE802.15.4 规范的 MAC 计时器、1 个常规的 16 位计时器和 2 个 8 位计时器;带有 AES128 安全协处理器、看门狗定时器、32.768 kHz 的休眠模式定时器、上电复位电路(Power on Reset)、掉电检测电路(Brown out Detection)及 21 个可编程 I/O 引脚。CC2431 采用 0.18 μm CMOS 生产工艺,工作时的电流损耗为 27 mA;在接收和发射模式下,电流损耗分别低于 27 mA 和 25 mA。

2.3 显示模块

将温度仪表采集的数据通过 LCD 屏显示出来,

采用 AT89LP214 作为 LCD 屏显示的主控芯片, LCD 屏选用 MzLH04-12864。AT89LP214 除了控制 LCD 屏的显示外,还要负责读取 AD 转换的数据结果和控制电池电量计 DS2780。AT89LP214 通过 SPI 接口控制 LCD 屏的显示,两者的接口连接如图 5 所示。

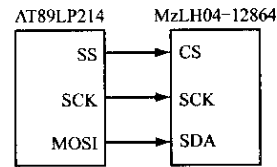


图5 AT89LP214 与 MzLH04-12864 的接口连接

2.4 信号调理模块

信号调理模块中的温度传感器采用 Pt1000 热电阻,因此,该模块采用桥式测温电路测量电阻值,如图 6 所示。

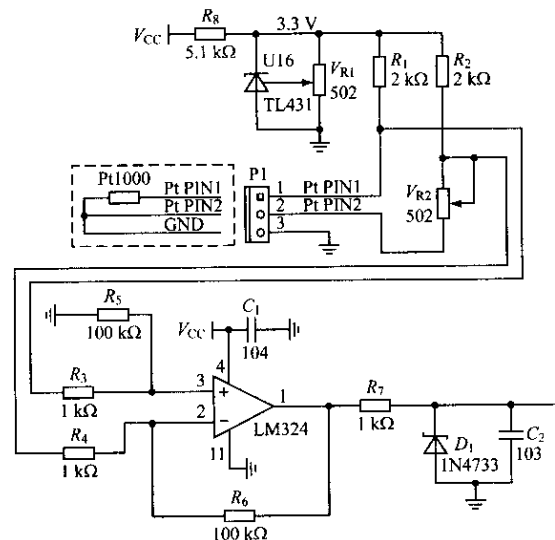


图6 桥式测温电路

该电路采用稳压管 TL431 和电位器 V_{R1} 产生 3.3 V 的参考电压;采用 R_1 、 R_2 、 V_{R2} 、Pt1000 构成测量电桥(其中 $R_1=R_2$, V_{R2} 为 1 000 Ω 精密电阻),当 Pt1000 的电阻值和 V_{R2} 的电阻值不相等时,电桥输出一个 mV 级的压差信号,该压差信号经过运算放大器 LM324 放大后输出期望大小的电压信号,该信号可直接连 AD 转换芯片。差动放大电路的放大倍数 $=R_5/R_3$, LM324 采用单一 5 V 供电。

3 温度仪表系统软件设计

温度仪表系统软件设计采用模块化的编程思想,主要采用“协议栈+板级支持包+应用程序+简易的任务调度器”的形式,如图 7 所示,3 个程序模

块(应用程序、板级支持包、协议栈)通过接口函数通信;任务调度器为每一个程序模块分配一个任务,并对这 3 个任务进行合理调度。由于篇幅所限,本文主要介绍无线通信模块的软件设计。

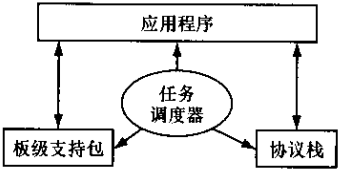


图 7 温度仪表系统软件结构

3.1 协议栈

WIA-PA 遵循 ISO/IEC 7498 OSI 的基本参考模型,但只定义了数据链路子层(DLSL)、网络层(NL)以及应用层(AL),其物理层(PHY)和介质访问控制(MAC)子层基于 IEEE STD 802.15.4—2006。图 8 为 WIA-PA 的协议栈与 OSI 的基本参考模型的映射关系。

OSI 协议栈	功能	WIA-PA 的协议栈
应用层	向用户提供具有网络功能的应用	向用户提供具有网络功能的应用
表示层	完成应用层数据和下层该协议数据格式的转换	↑
会话层	连接管理服务	
传输层	提供独立于网络层的传输机制	↑ 或者 ↓
网络层	解析网络地址、完成路由	NL (网状结构路由选择)
数据链路层	报文成帧、错误检测与总线仲裁	DLSL (混合 CSMA/TDMA, AFS, AFH, TH) IEEE STD 802.15.4—2006 MAC 层
物理层	机械/电气连接、传输原始比特流	PHY (基于 IEEE STD 802.15.4—2006)

图 8 WIA-PA 的协议栈与 OSI 的基本参考模型的映射关系

温度仪表系统中的节点设备仅需加入到相应簇首构建的 Star 网络中,并负责将采集到的现场设备数据转发给所在 Star 网络的簇首节点即可。节点设备的网络层不需要具备路由功能,仅需直接和簇首点对点通信;其介质访问控制子层和数据链路子层则可以和路由节点共用,不需要重复开发,主要由时间同步、时隙通信、链路和信道性能度量、链路层安全、管理服务等功能模块构成;物理层则主要负责 CC2431 的射频收发器的内部相关寄存器的配置、物理层协议数据单元的收发管理。

3.2 板级支持包

板级支持包用于对 CC2431 的内核及必需的外

设模块进行硬件抽象,编写统一的接口函数,包括必需的外设模块初始化函数、访问(读写)函数和时间同步函数等,供上层应用程序直接调用,从而使得应用程序能够间接地操作外设模块。

3.3 应用程序

应用程序从应用的角度实现现场节点具备的功能,它可直接调用协议栈的相关函数实现节点设备数据的发送和接收、加入或退出 Star 网络等功能,也可直接调用板级支持包的相关函数实现必要的时间同步、工作状态指示等功能。

3.4 任务调度器

任务调度器通过消息路由机制为以上 3 个相互独立的程序模块提供任务调度功能,从而满足工业无线网络较高的实时性及健壮性要求。

4 结语

基于 WIA-PA 的无线工业网络温度仪表采用 CC2431 自身集成的射频收发器完成通信任务;采用 AT89LP214 控制液晶屏的显示和接收 AD 转换的数据结果,并通过 DS2780 监测电池电量的消耗情况;单独的信号调理模块使得设计更加通用,当改变传感器类型时,只需要重新设计信号调理电路即可;模块化的设计使得硬件电路只需修改某一模块即可再次使用,减少了开发周期。目前,该温度仪表已成功应用在某钢铁厂,实际应用表明,该温度仪表运行稳定,满足 WIA-PA 对无线网络现场设备的工作要求。

参考文献:

[1] 曾鹏,于海斌.工业无线网络 WIA 标准体系与关键技术[J].自动化博览,2009(1):24-27.
[2] 杜小杰,刘枫.基于 WIA-PA 的数字仪表设计[J].工业控制计算机,2009(11):106-107,109.
[3] Texas Instruments. A True System-on-chip Solution for 2.4 GHz IEEE802.15.4/ZigBee [EB/OL]. [2011-03-12]. <http://www.ti.com>.
[4] Atmel. 8-bit Microcontroller with 2 KB Flash AT89LP214 Datasheet [EB/OL]. [2011-03-12]. <http://www.atmel.com>.
[5] MAXIM. 1.5 A Dual-Input USB/AC Adapter Charger and Smart Power Selector CC8677C Datasheet [EB/OL]. [2011-03-12]. <http://www.maxim-ic.com.cn>.