

基于无线数字温度传感器的多点温度测量系统设计

朱卫华 黄智伟 南华大学电气工程学院(421001)

Abstract

This paper introduces the design of multi-point temperature measuring system based on wireless digital temperature sensor. The system structure of hardware and flow chart of software is given. Practical application shows that the system is effective for baccy, grain storage etc.

Keywords: temperature sensor, RF transceiver, Single-chip microcontroller, Wireless serial communication

摘要

介绍了一种基于无线数字温度传感器的多点温度测量系统,给出了系统的硬件结构及软件流程图。实际使用表明,在烟草、粮食等仓库中效果良好。

关键词: 温度传感器, 射频收发, 单片机, 无线串行通信

1 系统硬件组成

本文所设计的测量系统由若干个处于各测量点的无线数字温度传感器和一台带无线收发电路的主机(单片机)系统组成,其结构如图 1 所示。上位机与各下位机之间采用主从式异步无线串行通信方式。

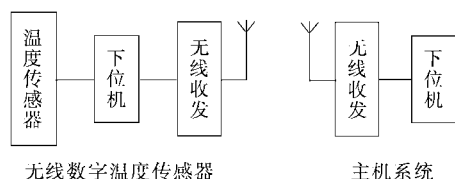


图 1 系统组成框图

1.1 无线数字温度传感器

无线数字温度传感器由温度测量、无线收发和微控制器组成。电路图如图 2 所示。

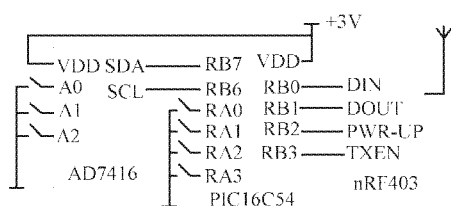


图 2 无线数字温度传感器

温度测量采用单片温度监控系统集成电路 AD7416,其芯片内部包含有温度传感器和 10 位模数转换器,可将感应温度转换为 0.25℃量化间隔的数字信号。测温范围-55~125℃,精度为±2℃。AD7416 采用 I2C 串行总线和数据传输协议来实现与微控制器的数据传输,数据输入/输出线 SDA 及时钟信号线 SCL 与微控制器 PIC16C54 的 RB7 和 RB6 相连。当 SCL 保持高电平时,SDA 从高电平到低电平的跳变为数据传输的开始信号,随后传送 AD7416 的地址信息和读/写控制位。其地址信息的格式为:1001 A2 A1 A0 R/W。读/写控制位为 1 时,表示对 AD7416 进行

读操作,为 0 时,则表示进行写操作。当每个字节传送结束时,必须在收到接收数据一方的确认信号(ACK)后方可开始下一步的操作。然后在地址信息和读/写控制位之后传送片内寄存器地址和数据。最后,在 SCL 保持高电平的情况下,当 SDA 从低电平跳变到高电平时将终止数据的传输操作。地址编码开关用于传感器的编号。AD7416 片内温度传感器可按预先设置的工作方式对环境温度进行实时测量,并将结果转化为数字量存入到温度值寄存器中(地址 00H)。AD7416 预先设置的工作方式分自动测温方式和低功耗方式两种,本设计采用低功耗方式。当需要对环境温度进行测量时,通过 I2C 串行接口总线来写入操作命令,此时,芯片将由睡眠状态转入测温状态。当温度量化转换结束后,芯片将重新转入睡眠状态。

无线收发电路采用 nRF403 单片射频收发芯片。芯片内包含有发射功率放大器,低噪声接收放大器,晶体振荡器,锁相环,压控振荡器,混频器等电路。工作频率 433MHz,FSK 调制解调,采用晶体振荡和 PLL 频率合成技术,接收灵敏度为-105dBm,发射功率为 10dBm,待机状态电流消耗仅 10μA。在接收模式中,射频输入信号被低噪声放大器放大,经由混频器变换,这个被变换的信号在送入解调器之前被放大和滤波,经解调器解调,解调后的数字信号在 DOUT 端输出。在发射模式中,压控振荡器的输出信号是直接送入到功率放大器,DIN 端输入的数字信号被频移键控后馈送到功率放大器输出。在接收模式中,射频输入信号被低噪声放大器放大,经由混频器变换,这个被变换的信号在送入解调器之前被放大和滤波,经解调器解调,解调后的数字信号在 DOUT 端输出。在发射模式中,压控振荡器的输出信号是直接送入到功率放大器,DIN 端输入的数字信号被频移键控后馈送到功率放大器输出。

芯片引脚 9 脚 DIN 输入数字信号,与微控制器的

RB0 相连,需要发射的数字信号通过 DIN 输入;10 脚 DOUT 输出数字信号,与微控制器的 RBI 相连,解调出来的信号经过 DOUT 输出进入微控制器;18 脚 PWR-UP 电源开关控制,与微控制器的 RB2 相连:PWR-UP="1" 为工作模式,PWR_UP="0" 为待机模式,待机模式电路进入待机(睡眠)状态,工作电流 $8\mu\text{A}$,在待机(睡眠)状态电路不接收和发射数据。19 脚 TXEN 为发射允许控制,与微控制器的 RB3 相连:TX-EN="1" 为发射模式;TXEN="0" 为接收模式。接收模式转换为发射模式的转换时间至少 1ms;发射模式转换为接收模式的转换时间至少 3ms。

微控制器采用 PIC16C54。系统采用 LP 低频低功耗晶体振荡方式,地址编码开关用于传感器的编号,RB 口分别与 AD7416 和 nRF403 的引脚相连,用于温度和无线收发控制。由于无线温度传感器采用电池供电,整个电路采用低功耗设计。

1.2 主机系统

主机(上位机)采用 AT98C51 单片机,外接 nRF403 无线收发电路、键盘显示及微型打印机等电路。电路组成如图 3 所示。

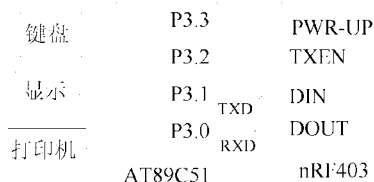


图 3 主机系统组成框图

2 系统工作原理及软件设计

在这个多点温度测量系统中,系统采用查询方式对各点的温度进行测量,使用了多台 PIC 单片机作为下位机,并按照上位机的要求将取得的温度数据传送给上位单片机 AT89C51 系统。上位机与各下位机之间采用主从式的异步串行通讯方式,即下位机接到上位机的通信信号时才做出响应,否则将一直处于睡眠状态。

限于篇幅,这里主要是设计下位机即 PIC16C54 单片机与上位机即 AT98C51 单片机的通信程序,而 AT98C51 单片机与显示器件,打印机及通信程序是大家所熟知的,这里不作讨论。

下位机型号为 PIC16C54,它体积小,功能强,功耗低。它没有专门的串行通讯口及相关的控制字和标志位,采用普通 I/O 口和特定的通信协议,实现了主从式的多机串行通讯,实际应用中取得良好效果。

鉴于上位机对下位机发送的命令只有 2 种:呼叫、发送温度测量数据。呼叫命令即是上位机欲与之通信的下位机的编号,而发送命令只要不与呼叫命令重复,即可将下位机的地址编号,同样作为数据(命令)来发送。具体方法是,在单片机的程序中,设置一个标志寄存器 FLAG,将它的某一位(如第 7 位,即 FLAG(7))作为控制位,先将其设为 0。各下位机在接收到上位机命令之后,首先查看 FLAG(7)为 1 还是为 0,如果 FLAG(7)为 1,则转入温度测量程序和发送温度测量数据段;若为 0 则将接收到的命令与本机地址相比较,若不同,则返回睡眠状态,FLAG(7)仍为 0;若相同(这种情况说明:上位机此时确实发送的是呼叫命令)则将 FLAG(7)置为 1,表示已得知上位机要与自己通信,同时将本机地址传给上位机作为回应。当上位机再次发来命令时,即可实现一对一的通信,程序流程图如图 4 所示。

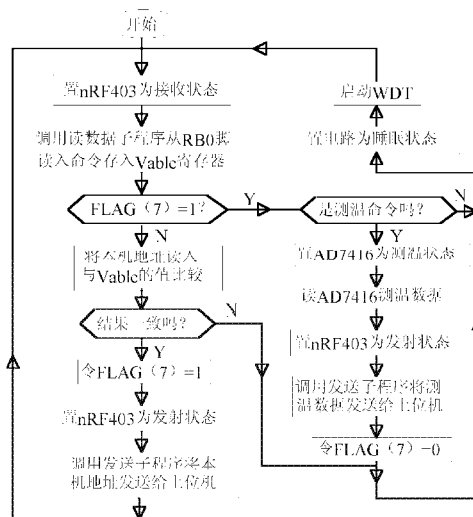


图 4 下位机与上位机的通信程序框图

3 结束语

所设计的无线多点温度测量系统采用专用集成电路,电路结构简单,工作稳定可靠。设计中充分利用了各芯片的低功耗特性,有效地延长了电池的使用时间;无线数据传输方便灵活,在烟草、粮食等仓库中应用效果良好。

参考文献

- 1 黄智伟.无线数字温度传感器的设计[J].传感器技术,2002,21(9):31~33
- 2 窦振中.PIC 系列单片机原理主程序设计[M].北京航空航天大学出版社,2000

[收稿日期:2002.12.25]

美国 Digi International 公司降价推出新产品

近 H,Digi 降价推出几款推出新产品,一款是异步适配器 PCI 产品 AccelePort Xp,具有多用户功能和远程访问服务(RAS)功能,传输速度快、可靠性高和易安装及管理等特点。可以配置 2 个到 16 个高速串行端口,采用内置 80MHz RISC 处理器的特种应用集成电路(ASIC),快速进行通信信号的串行输入/输出、数据处理和数据传输,降低了 CPU 的使用率。另一款产品为该公司最新一代的智能化多端口串行卡产品 Digi Neo,它只有一般同类产品的一半大小,提供种类繁多的布线选件(RJ-45,DB-9,DB-25),采用特种应用集成电路(ASIC),实现超过 460.8Kbps 的传输速度。