

ADF7020	ISM 频段 FSK/ASK 收发器
ADuC7060	低功耗、精密 ARM7TDMI 模拟微控制器
ADP121	低静态电流、CMOS 线性调节器

低功耗、长距离 ISM 无线测量节点

电路功能与优势

理想情况下，无线测量节点具有低功耗、长距离特点，易于与不同传感器接口。通过配合使用 ADI 公司的三款器件，可以实现平均电流消耗 $<70 \mu\text{A}$ 、距离接近 1 km（无障碍）、数据速率达到每分钟一次传输的智能测量节点，同时维持 16 位 ADC 性能（见图 1），使电路适合电池供电和自动化、远程检测等应用。

系统内包含的低功耗温度测量节点每分钟唤醒一次，测量温度并将结果以 10 kbps 速率发送到基节点，然后返回睡眠状态。基节点不断接收来自测量节点的数据包，并通过 UART 将信息发送到 PC，以便在“超级终端”内显示。

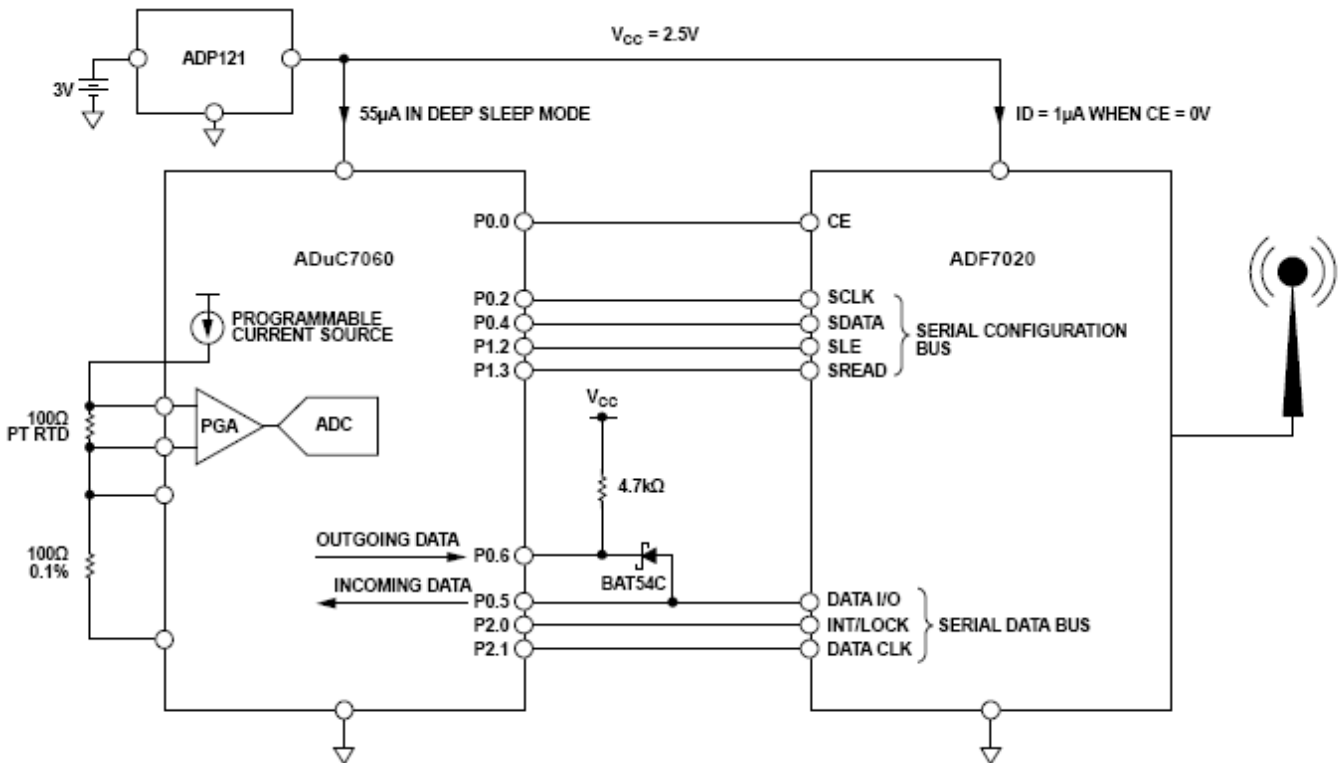


图 1. 低功耗远程 ISM 无线测量节点（简化示意图：未显示去耦和所有连接）

Rev.0

“Circuits from the Lab” from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any “Circuit from the Lab”. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 www.analog.com
Fax: 781.461.3113 ©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

ADuC7060精密模拟微控制器采用低功耗ARM7内核,拥有多种精密模拟功能。由于内置片上多路复用器、数字可编程增益放大器(PGA)、基准电压源、可编程电流源和 24 位 Σ - Δ 型ADC,该器件几乎可直接连接任何温度和桥式传感器。本例中选择的是 4 线式Pt100 (100 Ω 铂RTD)温度传感器。有关测量电路的详情请参阅应用笔记AN-0970。

本应用选择的无线频段是低于 1GHz的免执照ISM(工业、科研和医用)频段。ADF7021收发器支持 431 MHz至 478 MHz及 862 MHz至 956 MHz范围内的频段,因此是必然选择。该低功耗收发器所需的外部元件极少,可以轻松连接ADuC7060精密模拟微控制器,性能卓越。

ADP121稳压器利用两节 1.5 V电池提供 2.5 V电源电压。该稳压器的极低静态电流(无负载时为 11 μ A)对尽可能延长电池寿命至关重要。

电路描述

连接ADF7020 ISM收发器和ADuC7060精密微控制器的是两条总线。两者均为串行双向总线:其中一条总线负责配置收发器,需要四个微处理器端口;另一条总线是数据总线,用于在控制器与收发器之间传输数据,该总线至少需要三个微处理器端口。在该应用中,使用的是两个端口,而非具有两个中断的单个双向端口。这样虽然简化了软件,但必须使用额外的二极管和电阻器,以分离输入和输出数据流。两个肖特基二极管的并联组合确保了低于 200 mV的逻辑低电平。在相同封装中BAT54C有两个二极管(连接引脚 1 和引脚 2 从而得到并联配置)。ADuC7060上的所有数字端口均具有可编程上拉电阻;但也需要外部上拉电阻。对于 10 kbps的数据速率,4.7 k Ω 的电阻效果不错。

电路汲取的总电流取决于三个因素:个别元件在睡眠和活动模式中的要求、系统活动的时间以及收发器本身活动的时间。

第一个因素通过选择低功耗元件来解决,例如ADuC7060和ADF7020。第二个因素即最大程度地减少系统活动,可通过让系统尽可能长地处于非活动状态来实现。可以考虑在整数与浮点算法间进行折衷,许多情况下整数就足够了,其执行时间更短,因此更省电。最后一个因素即缩短传送时间,可部分通过使用开销最小的协议实现,但更主要的是使用ADF7020,该器件具有极高的接收器灵敏度和出色的带外抑制性能,最大程度地提高数据包含有正确数据的概率。

代码说明—概述

系统大部分时间处于深度睡眠模式中,功耗为 50 μ A至 60 μ A(取决于环境温度)。定时器 2 每秒将系统唤醒一次。每 60 秒执行一次ADC测量,将结果线性化并发送出去。定时器 2 可将系统从深度睡眠中唤醒;其他三个定时器无此功能。定时器 2 是 16 位器件,表示它采用 32 kHz时钟运行时每秒唤醒一次(睡眠模式内)。启动ADC后,系统进入暂停模式(参见ADuC7060数据手册)。这也是一个低功耗模式,尽管未低至深度睡眠水平。完成后ADC将系统唤醒。根据ADC结果计算温度值,将数据打包后发送。

打包其实就是将适当数据放置在缓冲器内。此时数据包包含一个 4 字节浮点温度值和一个 2 字节CRC(循环冗余校验)。在更复杂的系统中,该数据之前还会添加节点地址标头、接收信号强度和其他信息。在将该缓冲数据发送至ADF7020收发器前,先发送一个 8 字节前导码(用于帮助同步接收节点)和一个 3 字节同步字。后者是一个唯一的 3 字节数字,接收节点在接收数据包前会进行匹配检查。

接收端上的硬件非常相似;配置一个ADF7020收发器随时接收唯一的同步字。收到同步字后便接收数据包。数据通过UART发送至PC。

图 2 中显示的是测量节点和基础接收节点主环路的流程图。

此电路的源代码请访问以下地址:

www.analog.com/CN0164_Source_Code。

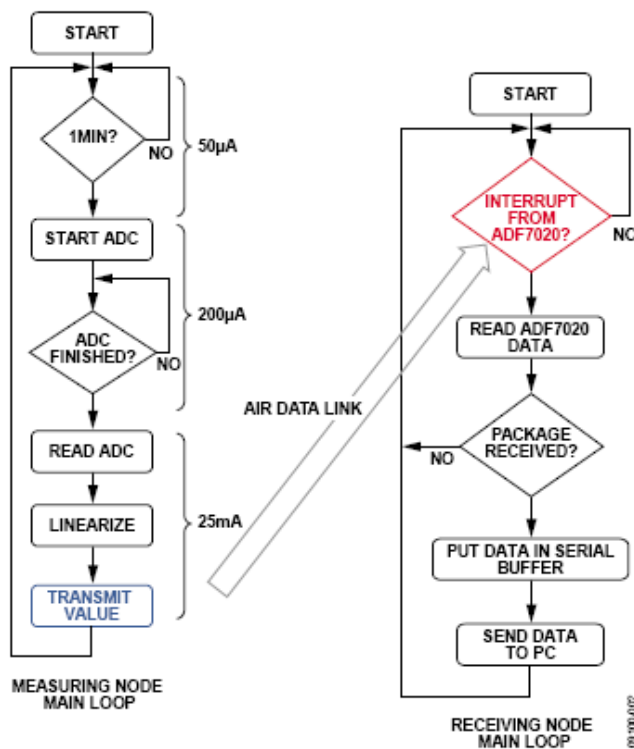


图2.测量和接收节点主环路流程图

代码说明—ADF7020 驱动器

ADF7020支持多种调制方案。本例中使用GFSK（高斯频移键控），该方案的优点是频谱效率极佳。在此模式中，ADF7020在发送和接收时均产生数据时钟。时钟上升沿(DATA CLK)产生一个中断，使ADuC7060按图3所示将数据逐位地放置在输出端口上。输出所有数据后，芯片选择解除，ADuC7060重新进入深度睡眠模式。

在接收端上，ADF7020在接收到匹配的同步字后产生一个中断（INT/LOCK端口在九个时钟周期内保持高电平）。

该信号通知ADuC7060处理器准备接收数据包。从数据包接收的每一位均在ADuC7060内产生一个中断。在中断服务程序(ISR)中，读取位流并存储在缓冲器内。接收到数据包内的所有字节后，设置一个标志，指示新数据包已经收到。主环路现在可通过校验和确认数据包的有效性。然后处理正确和完整的数据包。本例中通过UART将以上信息发送至PC进行显示。如图4所示，同一ISR既可接收来自ADF7020收发器的数据，也可向其发送数据。

此电路的源代码请访问以下地址：

www.analog.com/CN0164_Source_Code

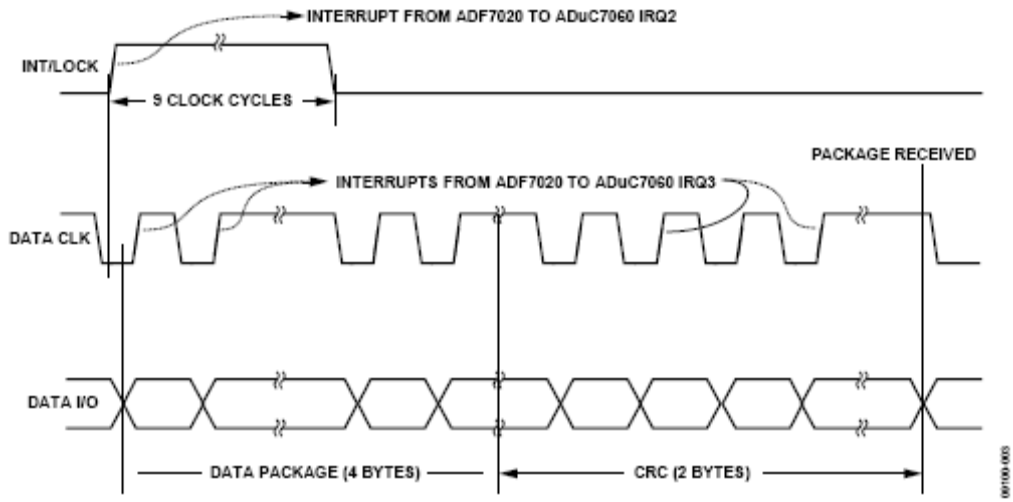


图3. 数据 I/O 时序

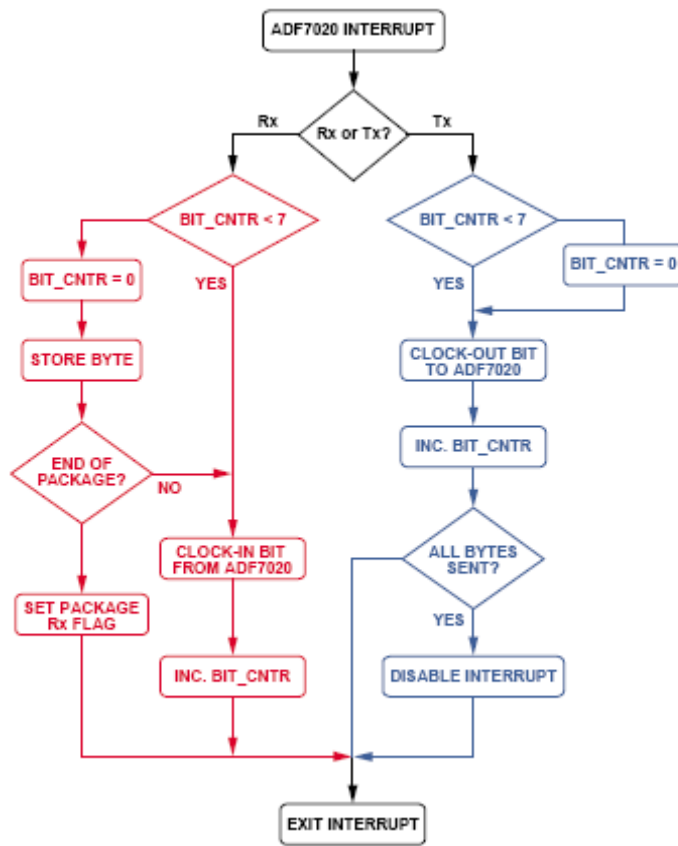


图4. 处理接收和发送数据的中断服务程序

常见变化

根据所需频率，可使用许多其他产品来代替ADF7020。例如，对于 2.4 GHz 频段，ADF7242 是很好的选择。

进一步阅读

[Source code for CN-0164](#)

[Looney, Mike. AN-0970 Application Note. RTD Interfacing and Linearization Using an ADuC706x Microcontroller, Analog Devices.](#)

数据手册和评估板

[ADF7020 Data Sheet](#)

[ADF7020 Evaluation Board](#)

[ADF7020 Device Drivers](#)

[ADuC7060 Data Sheet](#)

[ADuC7060 Evaluation System](#)

[ADP121 Data Sheet](#)

修订历史

10/10—Revision 0: Initial Version

(Continued from first page) "Circuits from the Lab" are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the "Circuits from the Lab" in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the "Circuits from the Lab". Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any "Circuits from the Lab" at any time without notice, but is under no obligation to do so. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.