

电池供电型无线风速和风向数据采集系统

评估和设计支持

电路评估板

ADuCRF101快速入门套件(EV-ADuCRF101QS3Z), 含有一个**EV-ADuCRF101MK3Z**电路评估板和一个**USB-SWD/UART-EMUZ J-Link Lite**仿真器板

设计和集成文件

[原理图](#)、[布局文件](#)、[物料清单](#)

电路功能与优势

图1中的电路是一个电池供电型精密模拟微控制器电路，集成一个RF ISM频段收发器，用来传输从无源风速计测得的风速和风向。在该图所示应用中，片内12位模数转换器(ADC)和唤醒定时器分别用来获取风向和风速。低功耗休眠模式可用来节省电能，这对于无线分布式检测应用而言很重要。在休眠模式下，ADuCRF101标称功耗为1.9 μA，可实现较长的电池使用时间。在该模式下工作时，采用单个CR2032锂离子电池可持续工作1至2年。

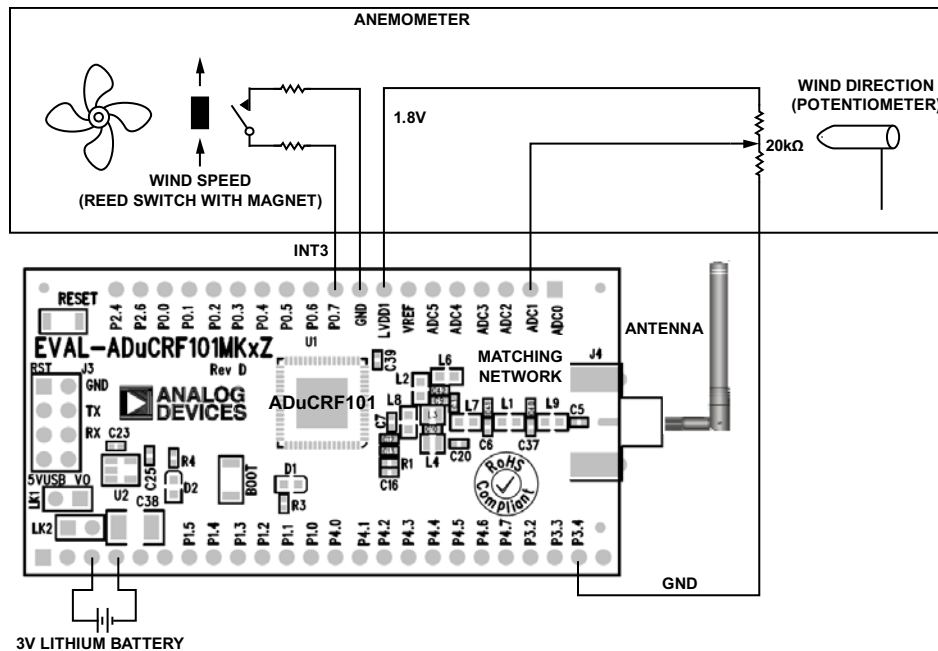


图1. 无线风速和风向数据采集系统功能框图
(简化原理图: 未显示所有连接和去耦)

Rev. A

Circuits from the Lab™ circuits 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 Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

ADuCRF101为针对低功耗无线应用而设计的数据采集应用提供全集成式解决方案。ADuCRF101集成一个12位ADC、一个低功耗Cortex™-M3内核(ARM®产品)、一个431 MHz至464 MHz和862 MHz至928 MHz RF ISM频段收发器,以及Flash/EE存储器。该无线数据采集系统专为要求低功耗工作的电池供电应用而设计。该器件可以通过直接编程控制配置为正常工作模式或不同的低功耗模式。在灵活模式下,任何外设都可以工作并唤醒该器件;在休眠模式下,内部唤醒定时器保持活动状态。在关断模式下,只有外部中断可以唤醒该器件。

在图1所示应用中,12位ADC和唤醒定时器分别用来获取风向和风速。可使用低功耗休眠模式来节省电能。在休眠模式下,ADuCRF101标称功耗为1.9 μA,可实现较长的电池使用时间。ADuCRF101的功能以及9 mm × 9 mm小尺寸封装使其成为该应用以及其他无线数据采集应用中易于使用且性价比较高的解决方案。

电路描述

图1中的电路包含EV-ADuCRF101MK3Z评估板,该评估板集成ADuCRF101,是全集成式无线数据采集解决方案。ADuCRF101用来收集来自风速计的风速和风向信息,并将这些信息无线传输到另一个配置为接收模式的ADuCRF101。

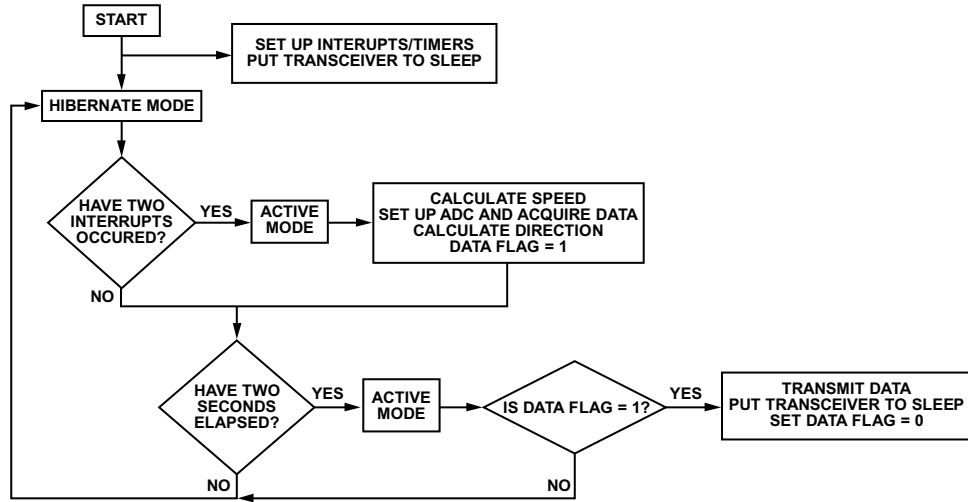
EV-ADuCRF101MK3Z经过优化,用于431 MHz至464 MHz ISM频段。该评估板允许通过板卡边沿上的通孔轻松访问ADuCRF101。有关EV-ADuCRF101MK3Z的更多信息,请参见UG-231用户指南。本应用中,评估板与风速计对接。风速计可通过电缆或适配器板连接(图1)。使用3 V CR2032锂电池为评估板供电。

典型无源风速计的风速部分由舌簧开关组成,此开关可随磁体在其上通过而进行开关动作。磁体附着在风速计风扇

轴承上;因此,随着风吹动风扇,磁体周期性地开关上移动,每次路过开关就对其进行切换。开关连接GND引脚和印刷电路板(PCB)的P0.7。风扇每转一次就完成一次开关操作,在P0.7上产生一个脉冲,用作中断信号。本例中,P0.7分配为IRQ3。两次脉冲之间的时间用来计算风速。使用了32位唤醒定时器。该定时器采用ADuCRF101的内部32 kHz LFOSC时钟以及数值为1的预分频器。使用唤醒定时器的主要原因是它在休眠模式下处于活跃状态,而通用定时器却不会处于活跃状态。因此,哪怕器件处于低功耗休眠模式,中断时序也是连续的。

无源风速计的风向部分通常由电位计连接风向标组成。若风向标的方向发生改变,则电位计数值也会变化。电位计的游标连接ADC1引脚,电位计的其余两个接线分别接至低压1.8 V LDO LVDD1引脚和P3.4引脚。连接P3.4引脚而非直接接地可让P3.4选择(通过内部开关)接地或完全断开。ADC转换之后,将P3.4与地断开连接可降低功耗。由软件驱动决定P3.4接地还是断开接地连接。关于该配置的更多详情,请参见UG-231用户指南的“ADC电路”部分。

图2显示了软件控制数据采集系统的流程图。经过中断和定时器设置阶段后,ADuCRF101切换至休眠模式。接收到两次风速中断后,ADuCRF101进入灵活模式,Cortex-M3变为有效。根据唤醒定时器数值计算风速。下一步,配置ADC并计算风向。随后,将ADuCRF101再次置于低功耗休眠模式。经过10秒且发生两次风速中断后,ADuCRF101在灵活模式下唤醒。收发器被唤醒,并传送速度和方向数据。传输完成后,将其再次置于休眠模式。最后,ADuCRF101返回休眠模式。就本电路而言,发送器设置为以300 kbps的最大速度传送,频率偏差为75 kHz。为了节能,可使用最高的传输数据速率。



NOTES
1. THE WAKE-UP TIMER IS USED AS IT IS STILL ACTIVE IN HIBERNATE MODE.

11032-002

图2. 无线数据采集软件流程图

图3显示了功耗与单个数据传输序列时间的关系。本电路中，在最大功率(10 dBm)条件下使用差分功率放大器(PA)。工作频率设为433 MHz。在10 dBm输出功率下，PA功耗为21 mA左右。

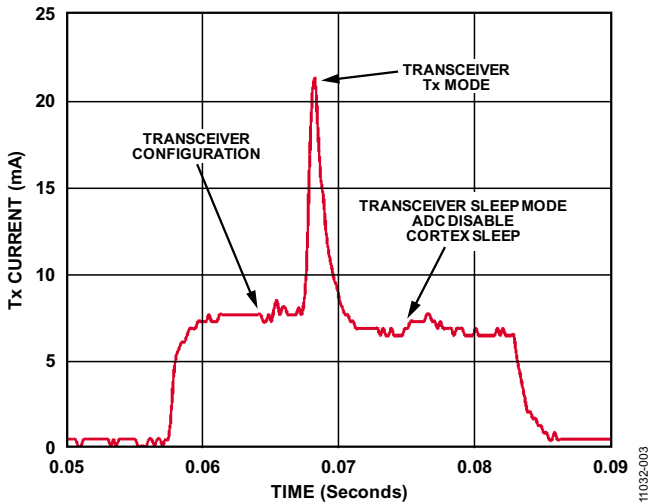


图3. 无线数据采集系统一次传输序列的功耗

收发器在最大功率条件下的传送时间由于采用了ADuCRF101的300 kbps最大传输速率而得以最小化。通过降低PA输出功率，可进一步降低功耗。最优PA输出功率取决于应用要求的传输距离。由图3可知，10秒周期内单次传输序列的平均功率为22 μ A。这表示CR2032锂电池使用时间约为1.2年。现实中，电池的使用时间可能更长，因为本例假设每10秒传输一次，且未将无风(从而无传输)的情况考虑在内。

常见变化

数据传输的频率可更改为任意值，比如每分钟一次，而非每10秒一次。这对总功耗的影响很大。另一个可以改变的参数是传输数据的速率。一般采用300 kbps，但也可采用38.4 kbps和1 kbps。使用较低数据速率的优势，是在相同的输出功率情况下可传输更远的距离。劣势是，传输所需时间更长，从而增加了总功耗。如需不同的频率，可使用EV-ADuCRF101MK1Z板。该评估板可设置为在862 MHz和928 MHz频段内的任意频率下工作。

本应用中可以使用的其他替代器件是集成微控制器的ADF7023 UHF收发器。这些器件配合使用可实现ADuCRF101的相同功能；然而，这样做会增加复杂程度。

电路评估与测试

设备要求

需要以下设备：

- EV-ADuCRF101MK3Z评估板、433 MHz天线以及软件。
- 各两个：USB-SWD/UART-EMUZ转换器板，带J-Link Lite仿真器。
- 该板作为EV-ADuCRF101QS3Z快速入门套件的一部分提供。
- 无源风速计(比如Davis Instruments产品)。
- PC(Windows® 32位或64位)。

设置

电路设置按照下列顺序：

1. 将风速计与EV-ADuCRF101MK3Z评估板相连。如图1所示进行连接。可直接通过电缆连接至评估板的边沿过孔，或者通过安装了评估板的母板连接。
2. EV-ADuCRF101MK3Z随后收集并传送风速计数据(Tx板)。
3. 然后，将USB-SWD/UART-EMUZ板连接至Tx板，以便让代码下载至器件中。代码包含在评估板套件随附的DVD内。将anemometer_transmit.c代码下载至器件中。通过J-Link Lite仿真器完成代码下载。有关如何从DVD下载代码至器件的详细说明，请参见评估板用户指南。该代码将P0.7设为中断、设置ADC1通道，并如图2所示执行。
4. 将USB-SWD/UART-EMUZ连接至第二EV-ADuCRF101MK3Z，以便下载anemometer_receive.c代码。该代码将评估板EV-ADuCRF101MK3Z设为接收器模式(Rx评估板)，并在UART端收到数据后输出风速和风向数据。
5. Rx板的图形用户界面(GUI)可安装在PC上，以便查看风速和风向数据。执行anemometer_Demo.exe文件以便安装GUI，确认出现的所有对话框直至完成安装。

如图2中的流程图所示，Tx板每10秒钟发送一次可用数据。如果P0.7上没有中断事件(即无风)，则不传输数据。Rx板即时接收数据，并通过UART-to-USB转换器板将数据输出至PC上运行的GUI。

功能框图

测试配置的功能框图如图4所示。

测试

需要设置COM端口以及连接GUI与接收器板的波特率。波特率固定为19,200 kbps，COM端口号必须根据USB电缆使用的编号正确设置。随着新数据到达，GUI连续更新；目前，它在较长时间内无数据到达的情况下不会自动清零。注意，若要最大程度降低Tx板上的功耗，则应移除LK1；这样做可关断红色LED，从而降低功耗。

UG-480用户指南提供了有关如何使用、编程、调试和评估ADuCRF101评估板的详细说明。该用户指南描述了评估板的一切特性，包括接口方式。它还包含完整的物料清单(BOM)以及评估板原理图。

UG-231用户指南是一份内容详实的参考文档，提供有关ADuCRF101的功能与特性资料。该用户指南详细说明了如何配置并使用器件的一切功能，包括本应用涉及的功能(即定时器、休眠模式、ADC、中断和收发器操作)。

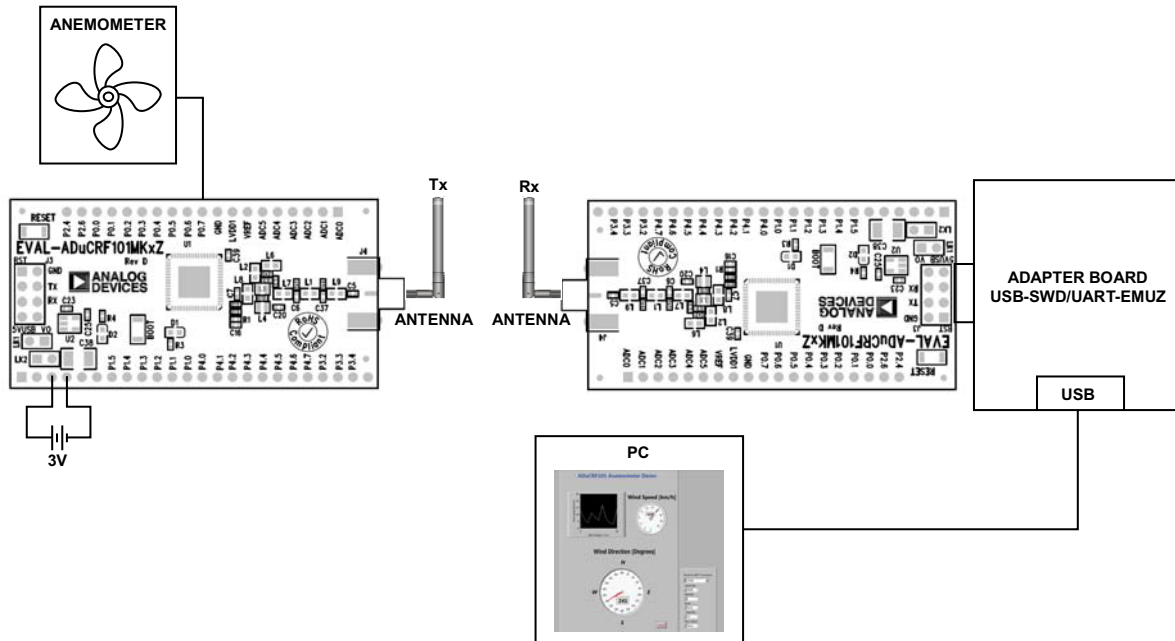


图4. 评估和测试设置

11032-004

了解详情

CN0298设计支持包:

www.analog.com/CN0298-DesignSupport

UG-231: ADuCRF101用户指南

UG-480: ADuCRF101评估板用户指南

数据手册和评估板

ADuCRF101数据手册

ADuCRF101快速入门套件(862 MHz至928 MHz频段):

EV-ADuCRF101QS1Z

ADuCRF101快速入门套件(431 MHz至464 MHz频段):

EV-ADuCRF101QS3Z

ADuCRF101评估板(862 MHz至928 MHz频段): EV-ADu

CRF101MK1Z

ADuCRF101评估板(431 MHz至464 MHz频段): EV-ADu

CRF101MK3Z

修订历史

2015年2月—修订版0至修订版A

更改电路功能和优势部分 1

2014年12月—修订版0: 初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs 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 reference designs. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab reference designs 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 reference designs at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2014–2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN11032sc-0-2/15(A)

