

利用 ADI 公司产品进行电路设计
放心运用这些配套产品迅速完成设计。
欲获得更多信息和技术支持，请拨打 4006-100-006 或
访问 www.analog.com/zh/circuits。

连接/参考器件

ADuC7122	基于 ARM7 的微控制器，内置 12 位、1 MSPS SAR ADC、VDAC 和 PWM
ADP3333	3.3 V 输出线性调节器

利用精密模拟微控制器 ADuC7122 和外部热敏电阻 构建基于 USB 的温度监控器

电路功能与优势

本电路显示如何在精密热敏电阻温度监控应用中使用精密模拟微控制器 ADuC7122。ADuC7122 集成多通道 12 位 SAR ADC、12 个 12 位 DAC、1.2 V 内部基准电压源、ARM7 内核、126 kB 闪存、8 kB SRAM 以及各种数字外设，例如 UART、定时器、SPI 和两个 I2C 接口等。它与一个 4.7 kΩ 热敏电阻相连。

ADuC7122 采用 7 mm × 7 mm、108 引脚 BGA 小型封装，因此整个电路可以放在极小的 PCB 上，从而进一步降低成本。

热敏电阻是对温度敏感的低成本电阻，功能与 RTD 相似，由固体半导体材料构成，具有正或负温度系数。热敏电阻价格低廉，灵敏度高，可以检测 RTD 或热电偶无法观察到的细微温度变化。然而，热敏电阻具有高度非线性特征；因此，如果不采用线性化技术，它只能应用于非常窄的温度范围。电路线性化技术可以通过软件实现，但这不在本文讨论范围之内。

尽管具有功能强大的 ARM7 内核和高速 SAR ADC，但 ADuC7122 仍是一款低功耗解决方案。当 ARM7 内核在 326.4 kHz 工作、主 ADC 有效并测量外部温度传感器时，整个电路的典型功耗为 7 mA。在两次温度测量之间可以关断 ADC 和/或微控制器，使功耗进一步降低。

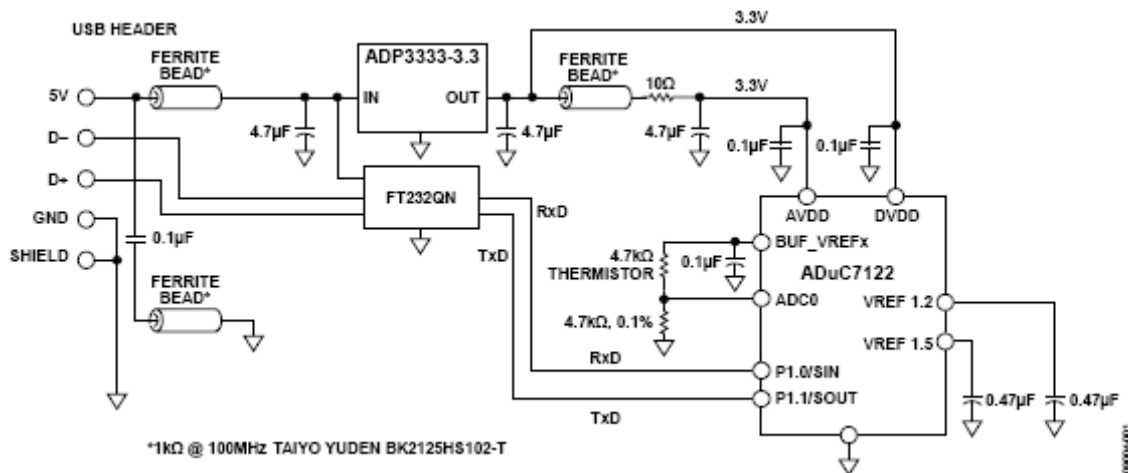


图 1. 与一个热敏电阻接口、用作温度监控器的 ADuC7122 (原理示意图，未显示所有连接)

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.

电路描述

图 1 所示电路完全通过 USB 接口供电。利用 3.3 V 低压差线性调节器 ADP3333，可将 USB 接口提供的 5 V 电源调节至 3.3 V，进而向 ADuC7122 提供 DVDD 电压。ADuC7122 的 AVDD 电源经过额外滤波处理，如图所示。在线性调节器的输入端也放置一个滤波器，对 USB 电源进行滤波。

本应用中用到 ADuC7122 的下列特性：

- 12 位 SAR ADC
- ARM7TDMI® 内核：功能强大的 16/32 位 ARM7 内核集成了 126 kB 闪存和 SRAM 存储器，用来运行用户代码，可配置并控制 ADC，对来自热敏电阻传感器的信号进行模数转换处理，以及控制 UART/USB 接口的通信。
- UART：UART 用作与 PC 主机的通信接口。
- 两个外部开关/按钮（未显示）用来强制该器件进入闪存引导模式：使 DOWNLOAD 处于低电平，同时切换 RESET 开关，ADuC7122 将进入引导模式，而不是正常的用户模式。在引导模式下，通过 USB 接口并利用 I2CWSO 工具可以对内部闪存重新编程。
- BUF_VREF：带隙基准电压源也通过缓冲连接到 BUF_VREF1 和 BUF_VREF2 引脚，用作系统中其它电路的基准电压源。这些引脚需连接至少 0.1 μF 的电容，以降低噪声。

本电路所用的热敏电阻为 4.7 kΩ 电阻，型号为 NCP18XM472。它采用 0603 表贴封装。25°C 时，图 2 电路所用热敏电阻具有以下特性： $\beta = 3500$ （ β 参数描述电阻与温度的关系），电阻 (R_{25}) = 4.7 kΩ。

ADuC7122 的 USB 接口通过 FT232R UART 转 USB 实现，它将 USB 信号直接转换为 UART 协议。

除图 1 所示的去耦外，USB 电缆本身还应采用铁氧体磁珠来增强 EMI/RFI 保护功能。本电路所用铁氧体磁珠为 Taiyo Yuden BK2125HS102-T，它在 100 MHz 时的阻抗为 1000 Ω。

本电路必须构建在具有较大面积接地层的多层电路板上。为实现最佳性能，必须采用适当的布局、接地和去耦技术（请参考教程 MT-031、教程 MT-101 及 ADuC7122 评估板布局）。

图 2 中的输入热敏电阻电路旨在产生 0°C 至 90°C 的精确温度测量结果。请注意，此系统不含温度校正。该电路包含一个简单的热敏电阻电路，其不具备电路线性化功能。如果采用线性化技术，它可以在更广的温度范围内工作，不过这会降低传感器的分辨率。

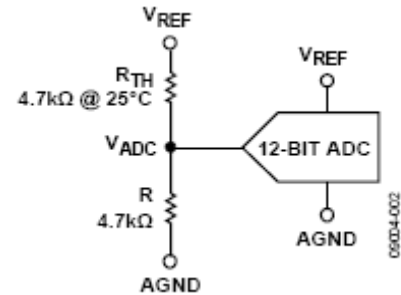


图 2. 利用 ADuC7122 实现简单温度传感器电路

图 2 所示电路采用分压器配置，因而可以将 ADC 结果 D 转换为 R_{TH} （热敏电阻）的电阻测量结果，计算公式如下：

$$V_{ADC} = V_{REF} \times [R / (R + R_{TH})]$$

$$D = 2^N \times (V_{ADC} / V_{REF})$$

$$R_{TH} = R \times [(2^N / D) - 1]$$

计算出热敏电阻的电阻值之后，就可以利用 Steinhart-Hart 方程确定传感器的当前温度。

ADuC7122 使用以下公式确定传感器温度：

$$T_2 = \frac{\frac{(T_1 \times \beta)}{\ln\left(\frac{R_{25}}{R_{TH}}\right)}}{\frac{\beta}{\ln\left(\frac{R_{25}}{R_{TH}}\right)} - T_1}$$

其中：

T_2 = 未知温度

T_1 = 298K

β = 298K 或 25°C 时热敏电阻的 β 参数， $\beta = 3500$

R_{25} = 298K 或 25°C 时热敏电阻的电阻值， $R_{25} = 4.7 \text{ k}\Omega$

R_{TH} = 通过以上公式计算出的未知温度时热敏电阻的电阻值

图3显示ADuC7122对图2所示热敏电阻传感器的响应与温度的关系。

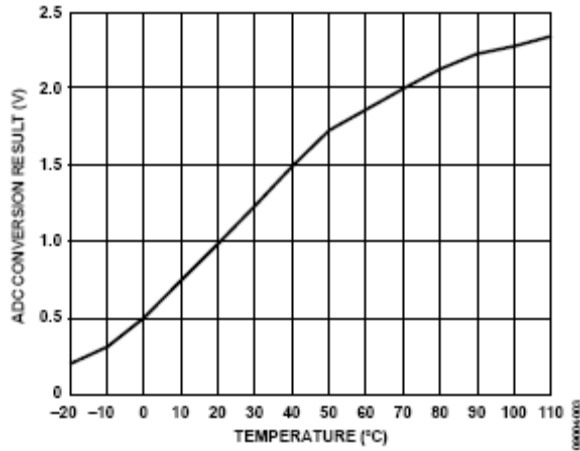


图3. 利用ADC0得到的ADuC7122热敏电阻传感器测量输出(转换为V)与温度的关系

代码说明

用于测试本电路的源代码和“超级终端”配置文件可从以下网址下载 (zip压缩文件) :

www.analog.com/CN0153_Source_Code.

UART配置为波特率 9600、8 数据位、无极性、无流量控制。如果本电路直接与PC相连, 则可以使用“超级终端”(HyperTerminal)等通信端口查看程序来查看该程序发送给UART的结果(请参考图4)。源代码附有注释说明, 方便了解、使用。可利用Keil μ VISION 3 应用程序对代码进行编译和测试。

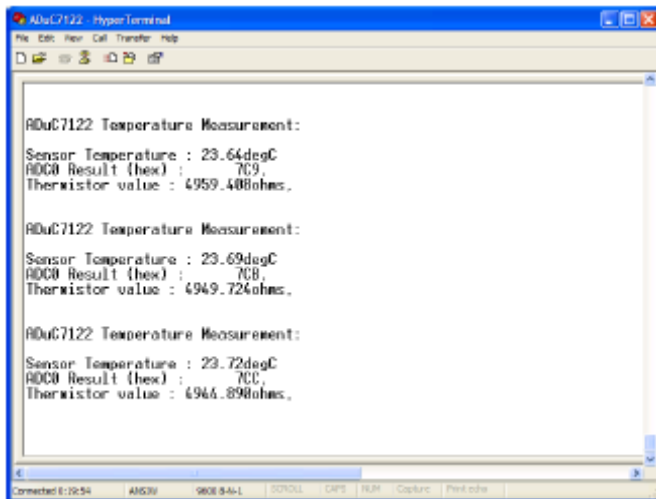


图4. “超级终端”通信端口查看程序的输出

常见变化

ADP120 (2.5 V)可以代替ADP3333 (3.3 V), 前者具有更宽的工作温度范围(-40°C至+125°C), 功耗更低(典型值为 20 μ A, 而后者为 70 μ A), 但最大输入电压较低(前者为 5.5 V, 后者为 12 V)。请注意, ADuC7122 可以通过标准JTAG接口编程或调试。对于标准UART至RS-232 接口, 可以用ADM3202等器件代替FT232R收发器, 前者需采用 3 V电源供电。

本笔记所述的热敏电阻电路经过适当调整, 可以配合其它精密模拟微控制器工作, 例如ADuC7020系列、ADuC7023和ADuC7061系列。

进一步阅读

Source code zip file: www.analog.com/CN0153_Source_Code
ADIsimPower Design Tool. Analog Devices.

CN-0075 Circuit Note, *USB Based Temperature Monitor Using the ADuC7061 Precision Analog Microcontroller and an External RT*. Analog Devices.

Kester, Walt. *Sensor Signal Conditioning*. Chapter 7, “Temperature Sensors.” 1999. Analog Devices.

Kester, Walt. *Sensor Signal Conditioning*. Chapter 8, “ADCs for Signal Conditioning.” 1999. Analog Devices.

Looney, Mike. *RTD Interfacing and Linearization Using an ADuC706x Microcontroller*, AN-0970 Application Note. Analog Devices.

MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of “AGND” and “DGND”*, Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.

数据手册和评估板

[ADM3202 Data Sheet](#)

[ADP120 Data Sheet](#)

[ADP3333 Data Sheet](#)

[ADuC7020 Data Sheet](#)

[ADuC7020 Evaluation Board and Tools](#)

[ADuC7023 Data Sheet](#)

[ADuC7023 Evaluation Board and Tools](#)

[ADuC7061 Data Sheet](#)

[ADuC7061 Evaluation Board and Tools](#)

[ADuC7122 Data Sheet](#)

[ADuC7122 Evaluation Board](#)

修订历史

4/10—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.

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN09004sc-0-4/10

www.analog.com