



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/或技术支持, 请拨打 4006-100-006
或访问 www.analog.com/zh/circuits。

连接/参考器件

AD8318	1 MHz 至 8 GHz、70 dB 对数检波器/控制器
AD7887	2.7 V 至 5.25 V、低功耗、双通道、125 kSPS、12 位 ADC, 采用 8 引脚 MSOP 封装
ADR421	精密、低噪声 2.5 V 基准电压源

利用对数检波器 AD8318 构建软件校准的 1 MHz 至 8 GHz、70 dB RF 功率测量系统

电路功能与优势

本电路用于测量 1 MHz 至 8 GHz 频率的 RF 功率, 测量范围约为 60 dB。测量结果作为数字码在一个 12 位 ADC 的输出端提供, 该 ADC 配有串行接口和集成基准电压源。RF 检波器的输出端可与 ADC 实现无缝接口, 并使用 ADC 的大部分输入范围, 而无需进一步调整。在数字域执行简单的 2 点系统校准。

对于 1 MHz 至 6 GHz 信号, AD8318 能保持精确的对数一致性, 并能在最高 8 GHz 下工作。典型输入范围为 60 dB (re: 50 Ω), 误差小于 ± 1 dB。AD8318 的响应时间为 10 ns, 能够检测 45 MHz 以上的 RF 突发脉冲。在整个温度范围内, 该器件具有极佳的对数截距稳定性 (± 0.5 dB)。

通过片内控制寄存器可将 AD7887 配置为单通道或双通道工作模式。在默认的单通道模式下, AD7887 可作为只读 ADC 工作, 从而简化控制逻辑。

所示数据为两个器件在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内工作的情况。

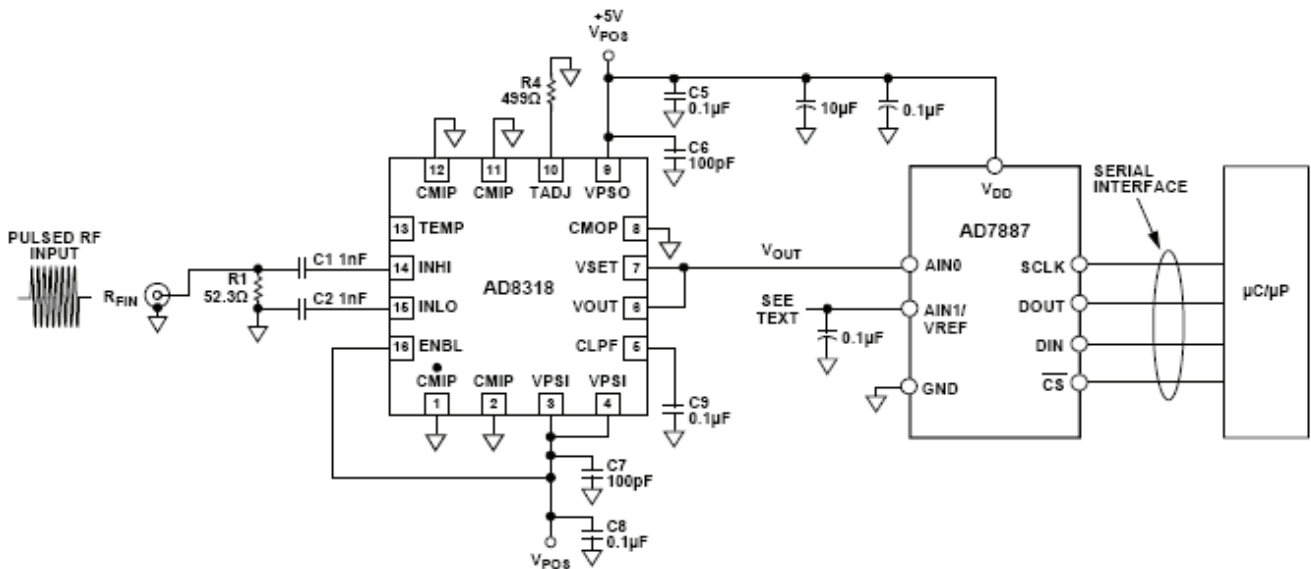


图 1. 软件校准的 RF 测量系统 (原理示意图: 未显示去耦和所有连接)

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.

电路描述

将受测的 RF 信号施加于 AD8318。该器件配置为所谓的“测量模式”，引脚 VSET 与 VOUT 相连。这种模式下，输出电压与输入信号电平呈线性 dB 关系（标称值为-24 mV/dB），典型输出电压范围为 0.5 V 至 2.1 V。

AD8318 的输出直接连到 12 位 ADC AD7887。该 ADC 使用自己的内部基准电压源，输入范围配置为 0 V 至 2.5 V，因此 LSB 大小为 610 μ V。当 RF 检波器提供标称值-24 mV/dB 的斜率时，数字分辨率为 39.3 LSB/dB。由于分辨率如此高，因此调整来自 RF 检波器的 0.5 V 至 2.1 V 信号，以便恰好符合 ADC 的 0 V 至 2.5 V 范围并无多大意义。

该检波器的传递函数可以近似表示为以下方程式：

$$V_{OUT} = SLOPE \times (PIN - Intercept)$$

其中，SLOPE 为斜率，单位 mV/dB（标称值-24 mV/dB）；Intercept 为 y 轴截距，单位 dBm（标称值 20 dBm）；PIN 为输入功率，单位 dBm。图 2 给出了检波器输出电压与输入功率的典型关系图。

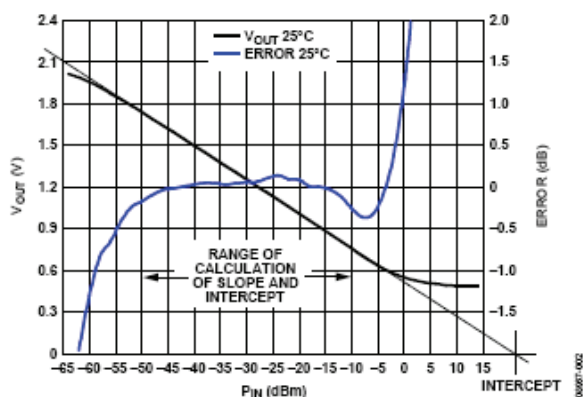


图 2. AD8318 输出电压与输入信号的典型关系

在 ADC 的输出端，该方程式可以表示为：

$$CODE_OUT = SLOPE_ADC \times (PIN - Intercept)$$

其中，SLOPE_ADC 为码数/dBm，PIN 和 Intercept 均用 dBm 表示。图 3 以输入功率与所观察到的 ADC 码的关系显示典型的检波器功率扫描情况。

由于斜率（SLOPE）和截距（Intercept）会随器件的不同而变化，因此需要执行系统级校准。校准方法是施加两个接近 AD8318 线性输入范围端点的已知信号电平，然后测量 ADC 的相应输出码。所选校准点应完全在器件的线性工作范围以内。

利用两个已知输入功率水平（PIN_1 和 PIN_2）及所观察到

的对应 ADC 码（CODE_1 和 CODE_2），便可以通过下式计算 SLOPE_ADC 和 Intercept：

$$SLOPE_ADC = (CODE_2 - CODE_1) / (PIN_2 - PIN_1)$$

$$Intercept = CODE_2 / (SLOPE_ADC \times PIN_2)$$

在工厂校准过程中计算并存储 SLOPE_ADC 和 Intercept 之后（存储在非易失性 RAM 中），就可以利用它们通过下式计算设备在现场工作时的未知输入功率水平 PIN：

$$PIN = (CODE_OUT / SLOPE_ADC) + Intercept$$

请注意，用于所示数据的校准点在 -50 dBm 和 -10 dBm。

另外还显示了 AD8318 RF 检波器的传递函数与上述方程式的差异，特别是在传递函数的端点处。这种差异（单位 dB）可以用下式表示：

$$Error (dB) = Measured Input Power - True Input Power = CODE_OUT / SLOPE_ADC + Intercept - PIN_TRUE$$

其中，CODE_OUT 为 ADC 输出码；SLOPE_ADC 为所存储的 ADC 斜率，单位为码数/dBm；Intercept 为所存储的斜率；PIN_TRUE 为实际输入功率。

图 3 至 图 8 显示一个 RF 功率测量系统使用 AD8318 和 AD7887BR 所能获得的系统性能。图中曲线反映的是 RF 输入功率 (dBm) 与 ADC 输出码和输出误差 (dBm) 的关系。生成这些曲线所用的数据是在各种输入功率电平、频率、温度以及使用 ADC 内部或外部基准电压源下测得的。从这些图还可以看出：当 ADC 使用低漂移外部基准电压源时，可以提高系统性能并降低温度所引起的漂移。关于使用外部基准电压源的更多详细信息，请参阅“常见变化”部分。

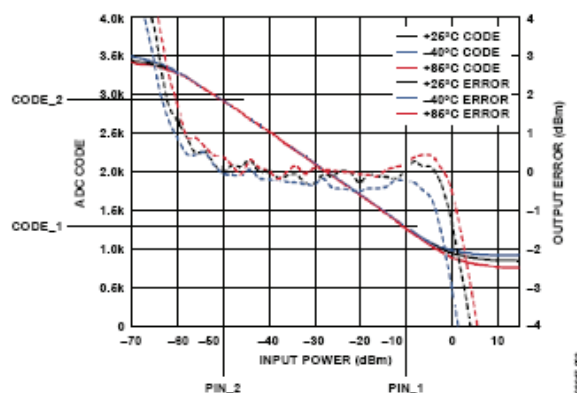


图 3. 输入 = 900 MHz，ADC 使用 2.5 V 内部基准电压源

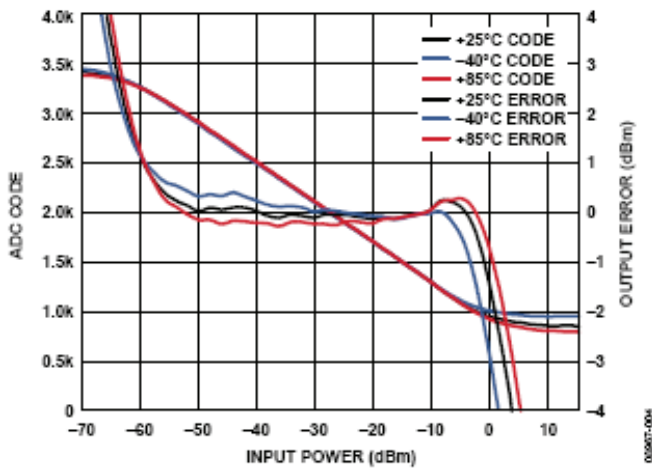


图4. 输入 = 900 MHz, ADC 使用 2.5 V 外部基准电压源

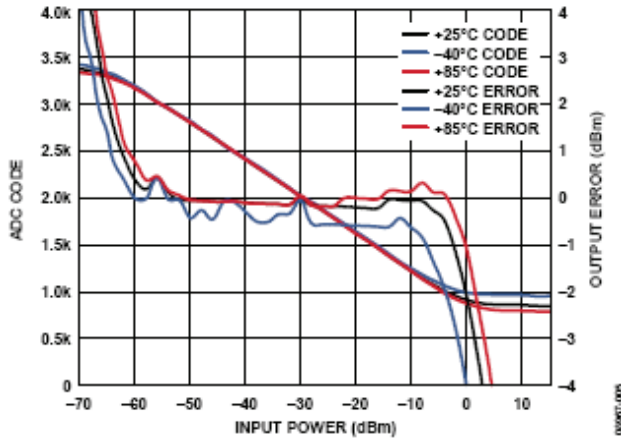


图5. 输入 = 1.9 GHz, ADC 使用 2.5 V 内部基准电压源

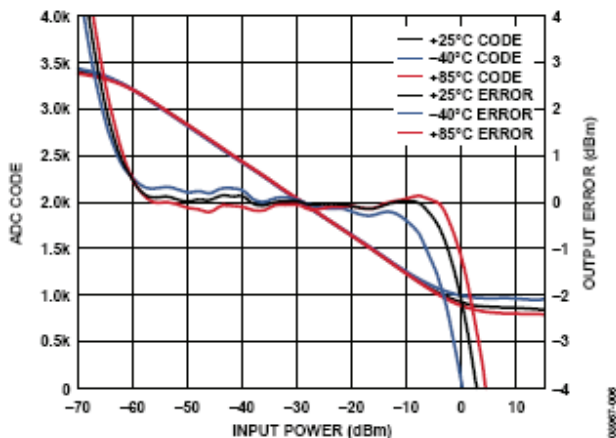


图6. 输入 = 1.9 GHz, ADC 使用 2.5 V 外部基准电压源

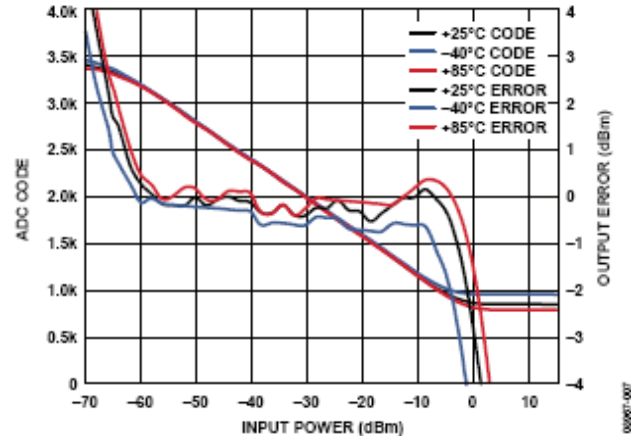


图7. 输入 = 2.2 GHz, ADC 使用 2.5 V 内部基准电压源

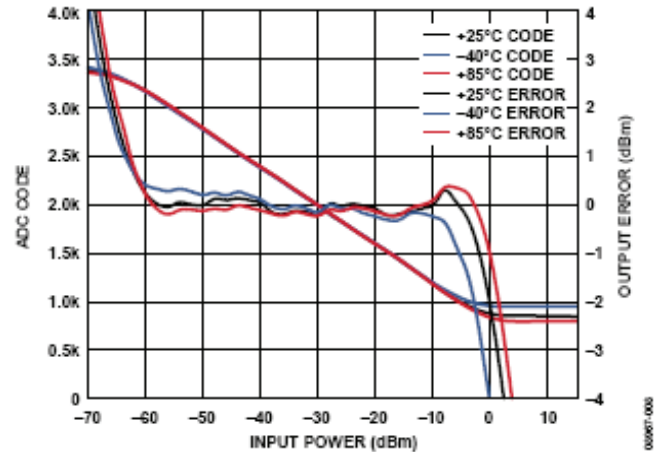


图8. 输入 = 2.2 GHz, ADC 使用 2.5 V 外部基准电压源

测试设置由 AD8318-EVALZ 和 EVAL-AD7887CBZ 组成, 安装了一个 AD7887BR, 两个评估板利用 SMA 转 SMB 适配器电缆相连, 然后置于 TestEquity Model 107 环境舱中。接下来, 通过测试舱门中的插槽将一个评估控制板 2 (ECB2) 连接到 AD7887 评估板。ECB2 用于提供电源, 以及发送、接收、采集 AD7887 评估板的串行数据。ECB2 并行端口连接到一台笔记本电脑的扩展插口。该笔记本电脑用于在 ECB2 上加载、运行和查看 AD7887 评估软件。

AD8318 评估板所需的 RF 输入信号利用 Rhode & Schwartz SMT-03 RF 信号源产生。用 Agilent E3631A 电源为 AD8318 供电, 并产生 AD7887 ADC 所用的外部基准电压。有关板配置的更多信息, 请参考 AD7887 评估板原理图。

常见变化

AD7887 是一款双通道、12 位 ADC，配有 SPI 接口。如果最终应用只需一个通道，则可以使用 12 位 [AD7495](#)。在需要多个 ADC 和 DAC 通道的多通道应用中，可以使用 [AD7294](#)。除提供四路 12 位 DAC 输出外，这款子系统芯片还含有 4 个非专用 ADC 通道、2 路高端电流检测输入和 3 个温度传感器。电流和温度测量结果经过数字转换后，可通过 I²C 兼容接口读取。

利用外部 ADC 基准电压源可以改善该电路的温度稳定性。AD7887 的 2.5 V 内置基准电压源具有 50 ppm/°C 漂移，在 125°C 温度范围内漂移约 15 mV。检波器的斜率为 -24 mV/dB，因此该 ADC 基准电压漂移将为预期温度漂移误差贡献大约 ±0.3 dB。在类似的温度范围内，AD8318 的温度漂移约为 ±0.5 dB（具体取决于频率，详情参见 AD8318 数据手册）。

如果使用外部基准电压源，建议考虑 2.5 V 基准电压源 [ADR421](#)。它的温度漂移为 1 ppm/°C；在 -40°C 至 +85°C 范围内，基准电压变化只有 312 μV，这对系统整体温度稳定性的影响可以忽略不计。

如果动态范围要求较低，可以使用 [AD8317](#) (55 dB) 或 [AD8319](#) (45 dB) 对数检波器。

进一步阅读

[MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND"*, Analog Devices.](#)

[MT-077 Tutorial, *Log Amp Basics*, Analog Devices.](#)

[MT-078 Tutorial, *High Speed Log Amps*, Analog Devices.](#)

[MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*, Analog Devices.](#)

[Whitlow, Dana. *Design and Operation of Automatic Gain Control Loops for Receivers in Modern Communications Systems*. Chapter 8. Analog Devices Wireless Seminar. 2006.](#)

数据手册和评估板

[AD7887 Data Sheet](#)

[AD7887 Evaluation Board](#)

[AD8318 Data Sheet](#)

[AD8318 Evaluation Board](#)

[ADR421 Data Sheet](#)

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.