

Maithil Pachchigar
Applications Engineer
Analog Devices, Inc.
Richard Liggiero
总工程师
LTX-Credence

获取数据手册以外的 ADC数据

in 分享至LinkedIn

✉ 电子邮件

摘要

设计中选择高分辨率ADC时，经常需要了解一些数据手册中通常可能不会公布的特性数据，例如，全部代码范围内的转换器噪声性能。在数据手册中，您不一定能找到这一规格。幸运的是，设计人员现在有一款工具可以分析ADC的这些数据以及其他参数，并从系统角度出发评估转换器的真正性能。

ATE系统制造商LTX-Credence (LTXC)开发了“特征分析”工具集，可分析诸如AD7960之类的转换器产品；这类产品针对高端仪器仪表和ATE设计。该工具集设计用于需要仔细分析传递函数或根据全部代码(而非典型短路输入)范围内或处于其他几个独特的转换器电平时的性能直接测量输出的系统。

选择ADC时，您可能需要整体考虑ADC效率、功耗、尺寸和价格。此外，还应密切注意奈奎斯特带宽内的静态和动态性能。本文介绍的工具集有助于了解数据手册之外的内容，帮助您在新系统设计中选择合适的精密ADC。我们将使用特征分析工具集演示ADI的18位PulSAR®ADC AD7960性能。

AD7960

如图1所示，AD7960和18位、5 MSPS差分ADC采用CAPDAC(容性数模转换器)技术降低噪声并增加线性度，而不会引入延迟或流水线延迟。AD7960在转换开始后大约100 ns内返回采集模式，并且其采集时间约为总周期时间的50%。因此，虽然该器件工作速度比第二快的18位SAR ADC高出将近两倍，它们的采集时间却基本相等。这使得AD7960易于驱动，并降低ADC驱动器的建立时间要求。它提供宽带宽、高精度(INL: ± 0.8 LSB, SNR: 99 dB, THD: -117 dB典型值)以及高端数据采集系统所需的快速采样(200 ns)性能，同时降低多通道应用的功耗和成本。

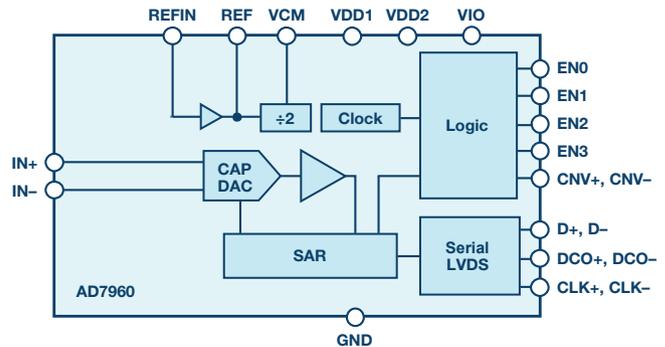


图1. AD7960功能框图显示CAPDAC用作SAR(逐次逼近型寄存器)环路的一部分。

AD7960系列数字接口采用LVDS(低压差分信号)，具有自时钟模式和回波时钟模式，提供ADC和数字主机之间高达300 MHz (CLK \pm 和D \pm)的高速数据传输。由于多个器件可共享时钟，因此LVDS接口降低了数字信号的数量，简化了信号路由。它还能降低功耗，这在多路复用应用中尤为有用。

自时钟模式利用主机处理器简化接口，允许接头采用复杂时序同步每次转换的数据。每个系统中使用很多ADC，同时又有各种电路板空间、功耗和布局布线方面的限制时，该模式特别有益。若要让数字主机采集数据输出，则需要用到接头，因为数据不存在时钟输出同步。每个系统中使用几个ADC，并且不存在任何电路板空间或功耗限制时，回波时钟模式很有用。该模式提供稳定的时序，但要使用一对额外的差分对(DCO \pm)。

AD7960采用1.8 V和5 V电源供电，在自时钟模式下进行转换时，5 MSPS速率的功耗仅为39 mW；而在回波时钟模式下进行转换时，5 MSPS速率的功耗为46.5 mW。如图2所示，该器件的功耗随采样速率线性变化，从而非常适合低功耗应用。极低采样速率下的功耗主要由LVDS静态功率所决定。

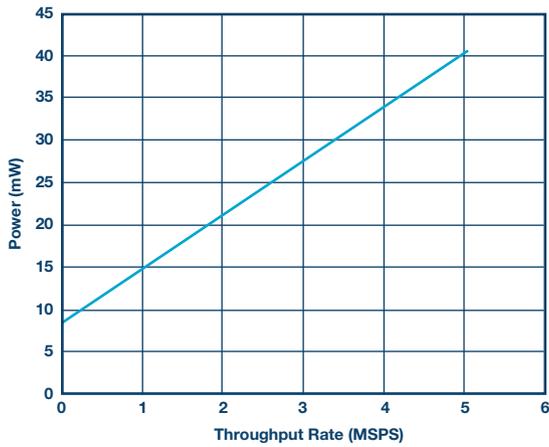


图2. AD7960功耗与吞吐速率的线性关系

AD7960系列允许使用三个外部基准电压源选项中的任意一个：2.048 V、4.096 V和5 V。片内缓冲器使2.048 V基准电压翻倍，因此转换等效于4.096 V或5 V。

特征分析工具集

为了获得传统数据手册以外的数据，我们将简单演示特征分析工具集与ADC交互的情况。现在的数据手册无论性能数据或结构内容都非常相似，因为转换器市场已经到达了这样一种状态，即性能通常让步于价格和功耗。但这些权衡取舍的代价是什么？本文重点说明转换器的真实性能。

特征分析工具集使用的算法可将数据分析推至能够评估转换器真实性能的程度，超出传统数据手册中公布的内容。该工具集一开始是作为LTXC数据转换器测试模块(DCTM)新一代组件的评估工具而开发。得益于DCTM的成功，该工具集可提供全代码范围内验证、指定与表征转换器的方法。DCTM和数据处理算法针对转换器测试而开发，可让IC制造商实现产品增值。作为一流的混合信号通道卡，DCTM在评估转换器性能以及性能、功耗和价格的权衡取舍方面超越了熟知的标准台式仪器仪表。

特征分析工具集提供有关ADC传递函数的重要详情(如图3所示)，有助于最终用户选择特定的转换器。这些详情还能为产品开发团队提供转换器传递函数相对理想转换器产生偏差的精确反馈。识别传递函数中的扰动并不是个陌生的概念。然而，对于系统开发流程而言，将产生扰动的位置隔离开来具有极高的价值。

评估AD7960

这里显示使用LTX-Credence特征分析工具集收集的转换器信息。

对于高分辨率精密转换器而言，线性度和动态性能是两个重要的测试要求。这些针对AD7960的测试使用工具集进行分析并显示，其图形参见图4。这些参数也可在AD7960数据手册中找到。

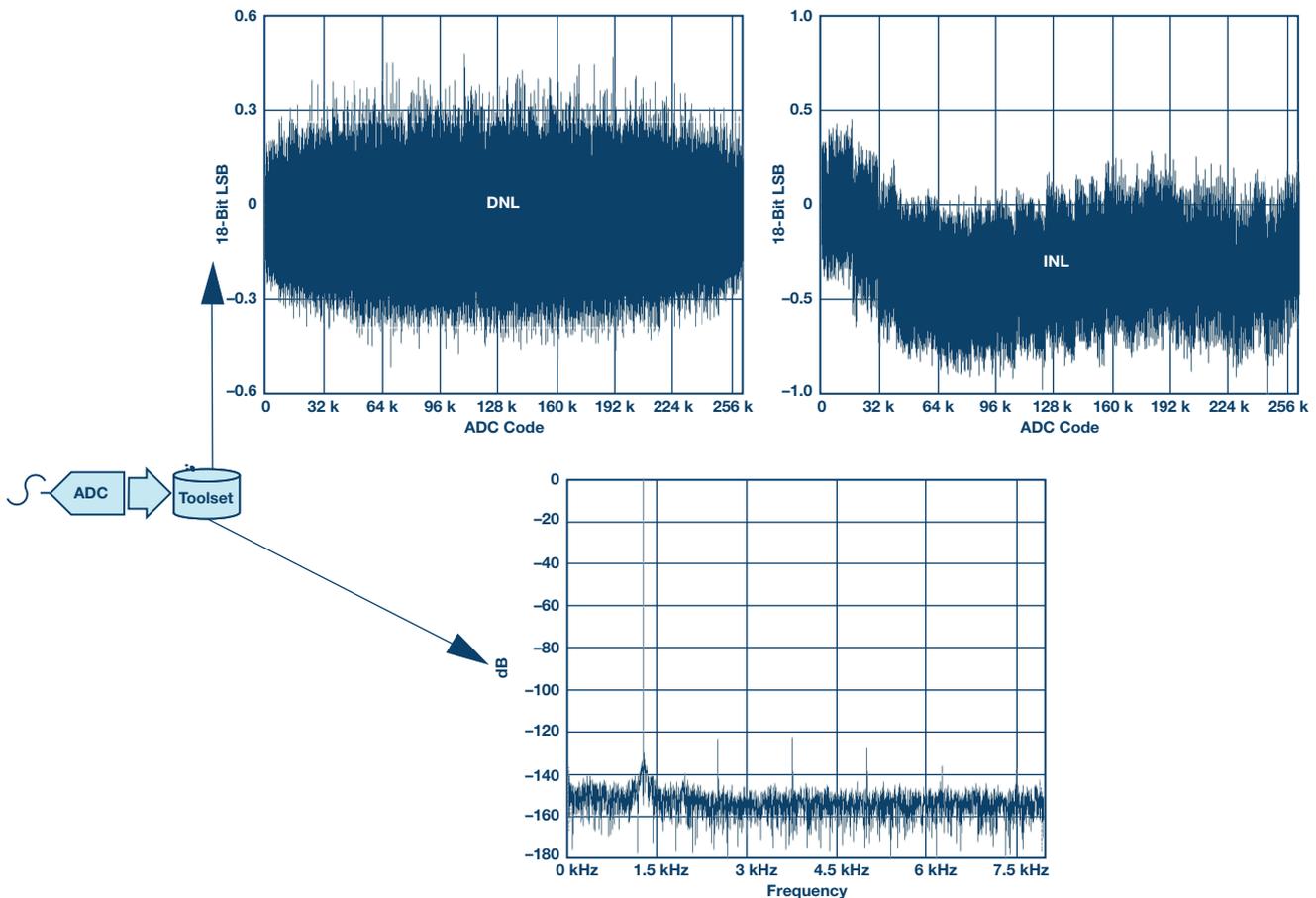


图3. 使用特征分析工具集的数据流会产生多个曲线图形

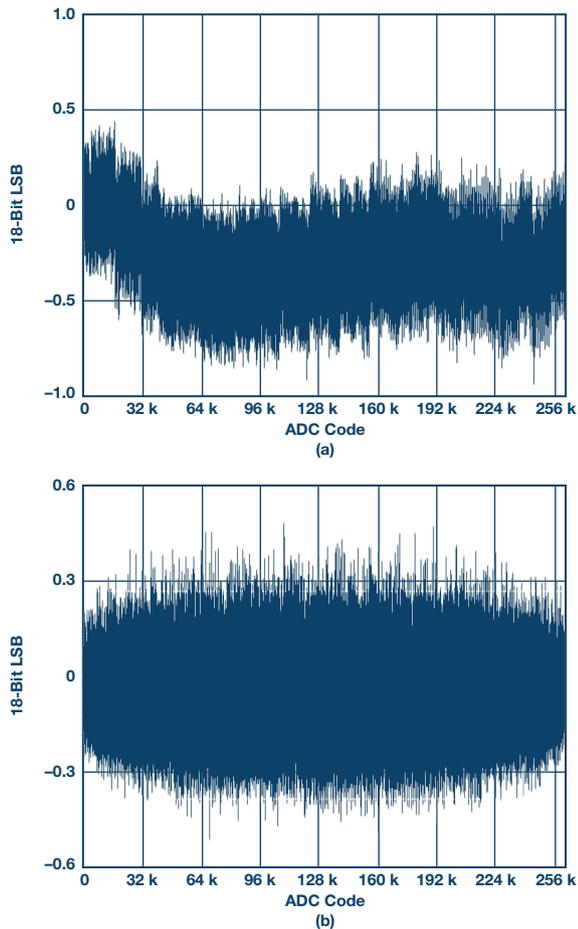


图4. (a) INL和(b) DNL线性度曲线的AD7960静态性能

确定AD7960和整个数据采集系统质量的关键因素是信号完整性以及测试设备模拟仪器的性能。查看转换器最终结果时，信号完整性有时候会在转换中丢失。测试的信号调理网络、参考设计以及电源确实会对测得的整体性能产生影响，如图5所示。

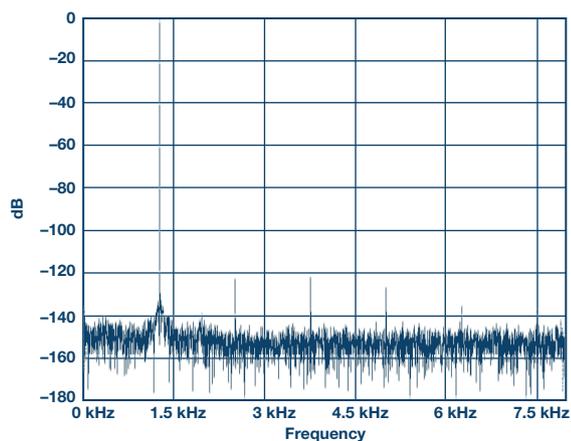


图5. AD7960动态性能，使用特征分析工具集测量，显示THD=-119.8 dB、SNR=99.2 dBFS、ENOB=16.2位。

采用特征分析工具集对AD7960的数据集进行后期处理可获得满量程范围内的转换器噪声性能。LTXC开发了一种新的方式，重构全代码范围内的高分辨率转换器噪声，如图6所示。

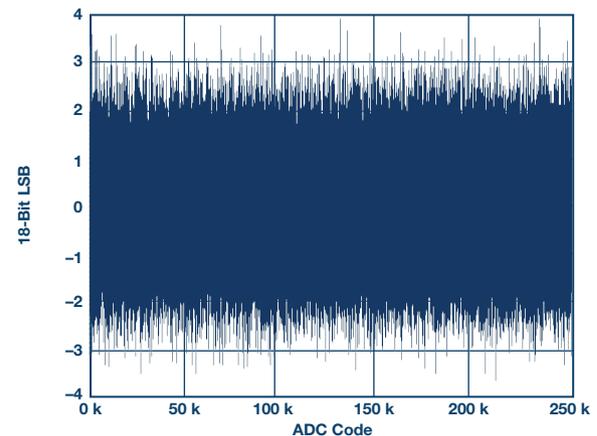


图6. 该AD7960噪声响应曲线包括ADC所有代码下的数据

为了通过公开的数据手册增加产品吸引力，我们可以在ADC的全部代码内对转换器噪声性能进行表征，而非仅针对典型短路输入或对几个其他独特的转换器电平表征。这种方法可以提供转换器以及采集系统更为全面的信息。

通过这些由工具集收集到的信息集，您可以确定稳定性，并预测SNR、其可重复性和可重现性，以及与代码有关的潜在噪声问题。目前的数据手册并不提供这些额外数据，而它们可以帮助设计人员选择转换器，并在所有代码中广泛使用。除了使用工具集作为反馈机制以帮助未来的系统级设计实现差异化外，它还能用作演示工具，显示转换器的信号完整性。

总而言之，图6显示了所有代码(262, 144, 218)下AD7960的噪声。单一的代码直方图无法揭示这类噪声响应。从系统角度而言，这一点在实际使用中非常重要。例如，ATE制造商在整个传递函数范围内使用转换器，而非针对单个代码方式使用，这使得转换器对系统级设计人员而言更具吸引力。

如同采用AD7960的实例，图6未显示明显的传递函数偏差或任何特定的不连续性，因此证明了系统的性能。进一步研究图6中的噪声曲线，便可以通过下式推导出SNR：

$$SNR = 20 \times \log_{10} \left\{ \frac{2^{ADC_Res}}{2\sqrt{2}} \right\} = 20 \times \log_{10} \left\{ \frac{2^{18}}{2\sqrt{2}} \right\} = 100.7 \text{ dBFS}$$

(0.86 LSB rms)

如图5所示，测得的SNR为99.2 dBFS。测试得到的全部代码噪声与等式计算得到的100.7 dB噪声水平相差在1.5 dB以内。此外，工具集还具有信息后期处理能力，提供AD7960真实性能的更佳视图。

结论

在权衡关键的性能、功耗和价格等指标时，评估高端转换器的系统级设计人员将会发现这类结果对于转换器的选型而言极具价值。使用特征分析工具集，您可以直观地查看传统数据手册以外的规格，同时识别反馈的关键参数性能指标，改善并验证新一代仪器仪表设计。

参考文献

Liggiero, Richard. “测试数据转换器——ADC测试开发工具套件(Testing Data Converters—The ADC Test Development Tool Kit)。” LTXC 博客，2012年9月25日。

Liggiero, Richard. “测试数据转换器——ADC测试开发工具套件第二部分(Testing Data Converters—The ADC Test Development Tool Kit—Part 2)。” LTXC 博客，2012年9月27日。

Pachchigar, Maithil. “高性能数据采集系统增强数字X射线和MRI的图像(High Performance Data Acquisition System Enhances Images for Digital X-Ray and MRI)。” 模拟对话，第48卷，第1期。

Pachchigar, Maithil. “成像改善(Imaging Improvements): 高性能数据采集系统增强数字X射线和MRI的图像(High Performance Data Acquisition System Enhances Images for Digital X-Ray and MRI)。” New Electronics (UK). 2013年10月。

作者简介

Maithil Pachchigar是ADI公司精密转换器业务部的一名应用工程师。他于2010年加入ADI公司，为工业、仪表、医疗和能源行业的客户提供高精度ADC产品技术支持。自2005年以来，Maithil一直在半导体行业工作，并已发表多篇技术文章。他于2006年获得圣何塞州立大学电气工程硕士学位，并于2010年获得硅谷大学MBA学位。联系方式：maithil.pachchigar@analog.com。

Richard Liggiero是LTX-Credence的总工程师。他于2006年6月加入LTX-Credence，目前领导着开发新一代测试方法和测试技术的混合信号测试应用团队。他是IEEE TC-10标准委员会(针对ADC/DAC规格)、国家工程荣誉协会(Tau Beta Pi)和国家电机工程荣誉协会(Eta Kappa Nu)的会员。他拥有美国东北大学硕士学位且持有两项专利。他具有20多年的半导体行业经验，始终致力于超精密模拟测量的LTX-Credence创新技术以及面向新市场的信号技术工作。联系方式：richard_liggiero@ltxc.com。

在线支持社区

提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

ezchina.analog.com



全球总部
One Technology Way
P.O. Box 9106, Norwood, MA
02062-9106 U.S.A.
Tel: (1 781) 329 4700
Fax: (1 781) 461 3113

大中华区总部
上海市浦东新区张江高科技园区
祖冲之路 2290 号展想广场 5 楼
邮编: 201203
电话: (86 21) 2320 8000
传真: (86 21) 2320 8222

深圳分公司
深圳市福田中心区
益田路与福华三路交汇处
深圳国际商会中心
4205-4210 室
邮编: 518048
电话: (86 755) 8202 3200
传真: (86 755) 8202 3222

北京分公司
北京市海淀区
上地东路 5-2 号
京蒙高科大厦 5 层
邮编: 100085
电话: (86 10) 5987 1000
传真: (86 10) 6298 3574

武汉分公司
湖北省武汉市东湖高新区
珞瑜路 889 号光谷国际广场
写字楼 B 座 2403-2405 室
邮编: 430073
电话: (86 27) 8715 9968
传真: (86 27) 8715 9931

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. TA12915Sc-0-10/15

analog.com/cn



超越一切可能™