

高性能模块化仪器仪表 如何实现更好的应用 和更小的尺寸

作者: Michael Clifford

继数代定制型台式仪器仪表之后,技术的发展继续朝着更灵活、软件控制以及尺寸更小的模块化仪器仪表方向前进。然而,降低功耗以实现噪声和测量精度目标依然极具挑战。

移动性的实现是摒弃台式仪器仪表的一个因素。基于定制和机架的大型系统从物流角度来讲有局限性。将工作柜/桌面设备分拆成较小的节点可实现自定义配置,并针对测试站点或对象的环境和尺寸优化仪器仪表。通过将测量仪器仪表拆分成较小的节点可以改善移动性,并减少接线和安装麻烦。与本地移动仪器仪表的接线连接比部署长线缆回到中央机架或台式仪器仪表容易。花在验证接线和更正错误接线上的时间也能节省下来。尺寸的变化暂且不论,对最佳测试性能、确定性以及精度的要求依然存在。

应用领域

高动态范围的模块化平台仪器仪表是二十一世纪测量设备的基本要求。仪器仪表为各式各样专业领域的进一步创新、研究和开发提供了所需的测量能力。

- ▶ 材料科学研究领域的测试,从风车叶片的结构分析到涡轮机的健康程度、维护保养和电气输出。
- ▶ 测量应力/压电传感器的输出、调理电压并实现量化分析以便进行结构健康和材料开发,同时提供无干扰的清晰测量。
- ▶ 汽车座舱噪声测量。原型开发期间对座舱内的麦克风输出进行数字化,实现更快速、更精确的控制环路,提升工厂生产吞吐率。
- ▶ 电气测试:
 - 音频测量,针对语音激活控制和操作开发高级麦克风模块和扬声器。
 - 参数测量精度和速度与测试成本有关的无源和有源电子器件中ATE内的电气测试。

- ▶ EEG需要接近直流的特定带宽内的极高动态范围。要求更低的功率,以便将数百个同步测量通道封装在小尺寸内。

这些种类繁多应用具有同样复杂的通道数。工业应用中的标准8通道模块扩展至512通道及以上,用于EEG测量。关键是将前端测量设计扩展至大量通道,同时保持同步采样。它是数据的基础,指导了整整一代产品的研究、开发、生产和最终使用。

在创造更小封装的同时保持测量通道密度要求高功效。增加模数转换器(ADC)和链路的动态范围(促使其向110 dB发展),同时将电流消耗限制在合理范围内,这是一场持久战。平衡动态范围、输入带宽和电流消耗不是容易的事。

依靠AD7768和AD7768-4能力实现的新ADC子系统已经问世。它可以凭借数字化能力实现更宽的带宽、比以往更高的精度,提供多通道中的保真度和同步采样。它还具有解决散热难题的工具,可平衡高动态范围模块化系统设计中的动态范围、输入带宽和电流消耗。

可重配置散热尺寸、软件可编程测量带宽

AD7768可适应测量场景。散热、更小的空间以及缺少主动式冷却都是模块化仪器仪表的限制,而AD7768采用内置操作模式,提供快速、中速和节能调节。对于给定的输入带宽,用户可决定功耗高低,从而减少模块内的热量。一个例子就是在51.2 kHz的输入带宽内进行数字化。这类带宽常用于FFT式分析,因为它在FFT输出中提供整数仓大小。AD7768采用砖墙数字滤波器帧,需要输入带宽。低纹波通带和陡峭的过渡带结合频率超过51.2 kHz时的全衰减,意味着奈奎斯特频率附近不会出现折返。对于AD7768,用户可以选择快速或中速工作模式。该决策必须权衡电流消耗和动态范围,具体取决于系统限制哪个因素。下面我们看看具体情况:

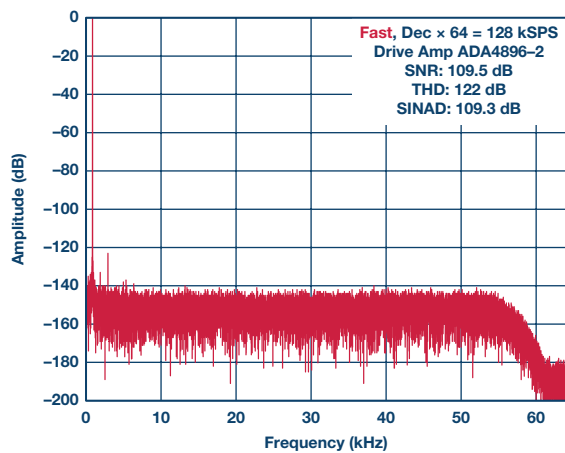


图1 数字化50 kHz输入带宽。快速模式性能，FFT表示采用ADA4896-2驱动的性能。（AD7768为快速模式，dec × 64得到输出速率为128 kSPS）预充电模拟输入缓冲器开启。

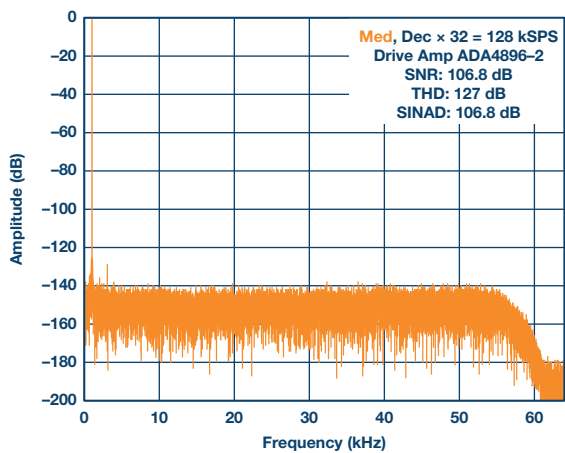


图2 数字化50 kHz输入带宽。中速模式性能，FFT表示采用ADA4896-2驱动的性能。（AD7768为中速模式，dec × 32得到输出速率为128 kSPS）预充电模拟输入缓冲器开启。

这里展示了动态范围和电流消耗的权衡，使用下列基本设置：MCLK = 32.768 MHz，低纹波通带滤波器（“砖墙”），每种模式128 kSPS数据速率，采用1 kHz输入正弦波数字化50 kHz输入带宽，满量程以下-0.5 dB。图1和图2显示了ADC性能对比：模拟输入正弦波的一个出色的低失真数字版本。中速模式可降低电流消耗，但牺牲噪声和3 dB动态范围。

表1. 数字化并创建51.2 kHz带宽的FFT。选择最高的动态范围或最低的电流消耗。

功耗模式	±0.005 dB 带宽(kHz)	动态范围 ¹ (输入短路) dB	SNR (dB) 1 kHz -0.5 dB 正弦波	THD (dB)	电流消耗 ADC全部 8通道 ² (mA)
快速	51.2	111	109.5	<-120 dB	113
中速	51.2	108	107.8	<-120 dB	70

¹ 注意，某些供应商将此数字表示为SNR（短路输入噪声）。AD7768采用完整正弦波进行测试，实施真SNR所需的完整基准范围。
² 包括预充电模拟输入缓冲器。预充电缓冲器降低模拟输入电流以及输入幅度，使模拟输入更易于驱动前置的驱动器放大器。开启预充电缓冲器后，AD7768可提供失真性能上的独特优势。

在一个经典的51.2 kHz测量带宽实例中，用户可以选择降低电流，或最大化ADC的动态范围。不仅功率调节适用于ADC，此外还有一些针对ADC前的驱动器放大器电路的连锁效应。如图3所示，子系统还包括一个驱动器放大器，通常带有信号调理，用于抗混叠。

可选择功耗不同的放大器匹配各种功耗模式。此表表明，以后可扩展快速模式的最初设计，用于中速或节能模式，且基本尺寸不变，但电流消耗降低。

表2. 将ADC功耗模式应用到有效的驱动器放大器解决方案中。

功耗模式	放大器	放大器电流 8通道差分输入(mA)	注释
快速	ADA4896-2	48	噪声和失真的最佳平衡
	ADA4807-2	16	降低电流消耗，牺牲失真（快速）
中速	ADA4807-2	16	额外偏斜和GBW对比ADA4805 低电流消耗、高噪声；FFT性能请参见图4
	ADA4940-1	10	全差分放大器，单端至差分或差分输入/输出；FFT性能请参见图5
	ADA4805-2	10	相比ADA4807-2具有更低的电流、压摆率和GBW
经济	ADA4940-1	10	全差分放大器，单端至差分或差分输入/输出
	ADA4807-2	16	额外偏斜和GBW，低电流消耗
	ADA4805-2	10	相比ADA4807-2具有更低的电流、压摆率和GBW
	ADA4084	9	预充电开启时使用——高性能、低电流消耗组合

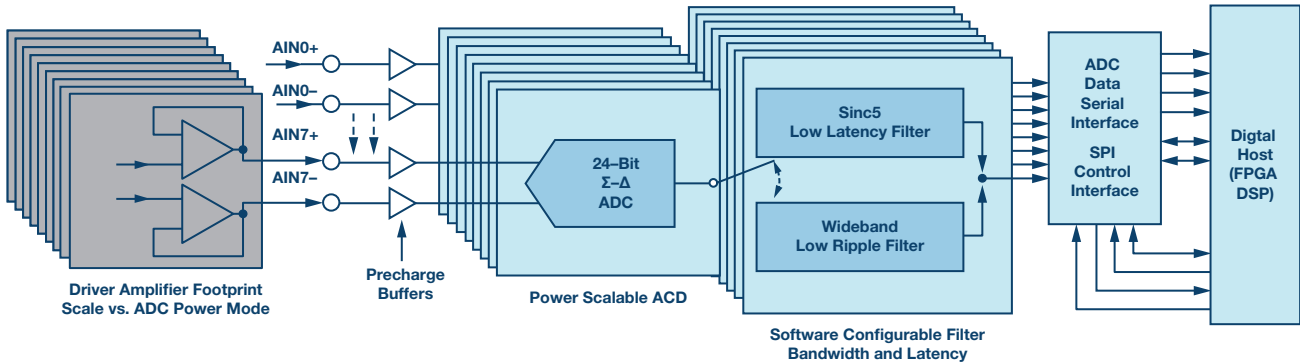


图3. ADC子系统功耗调节：驱动器放大器尺寸面积上可重新安装功耗更低的放大器，配合ADC功耗调节。

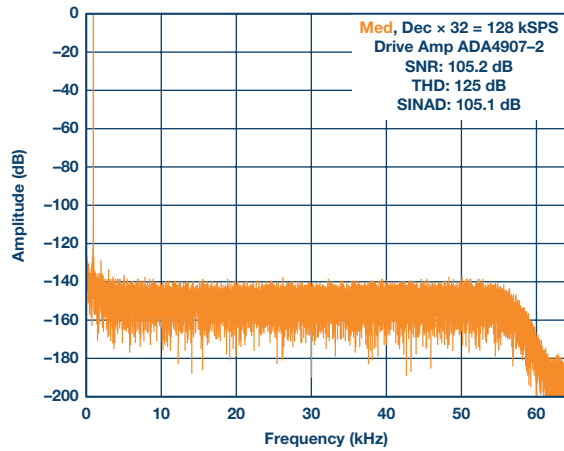


图4. 中速模式性能, FFT显示ADA4807-2驱动ADC预充电模拟输入缓冲器开启时的性能。

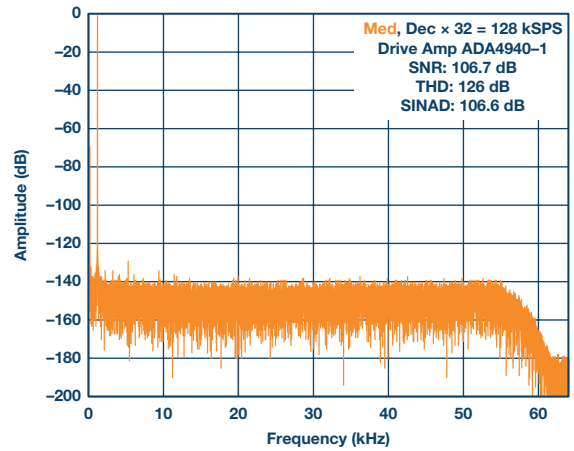


图5. 中速模式性能, FFT显示ADA4940-1驱动ADC预充电模拟输入缓冲器开启时的性能。

调节至中速模式的较低功耗放大器有助于进一步降低电流消耗。中速模式下使用ADA4807-2或ADA4940-1的性能以图4和图5表示, 其中在50 kHz输入带宽范围内数字化交流或直流。

调谐和调节测量子系统功耗的能力具有两个优势。首先, 灵活的嵌入式功耗调节允许随时灵活改善测量范围或测量持续时间(例如, 模块是否由电池供电)。其次, 可以提供创建基础平台设计的能力, 该平台可设置和适配特定的测量带宽和性能点, 以便开发定制型仪器仪表, 应对确切的最终客户测量挑战。

软件可配置输入带宽和延迟——将其应用到一组通道

除了使用AD7768调节ADC电流消耗和动态范围外, 还有可配置滤波, 能适配测量解决方案。砖墙、低纹波滤波器能很好地提供宽频率范围内的增益精度。其缺点是具有较长的积分/均值时间。因此, AD7768的群延迟相对较大, 在看到模拟输入的数字版本以前会存在34个数据周期的延迟。为了提供相对时间轴,

当工作在250 kSPS的快速模式时, 每一个数据转换周期为4 μ s, 因此群延迟为136 μ s。在控制环路中, 或快速响应比频率范围内的增益精度更重要的应用中, 可能无法容忍这一缺点。使用sinc5滤波器可以实现这些高动态范围测量。相对于宽带滤波器, 该路径可降低10倍的群延迟。

AD7768一个有用的功能是, 允许用户在通道中混合使用各种类型的滤波器。每一个ADC都可被分配给两组通道之一。之后, 每组都可被分配给两个滤波器之一, 并从六个可用的抽取速率中选择一个进行设置。这项功能可让八个ADC完成不同的测量类型, 并允许通过软件设置进行配置, 如同每个ADC都是独立的。一个示例场景是, 监控重要工业资产时, 用户可能希望测量4 mA至20 mA发送器或电压输出发送器的直流输出, 同时在另一个模拟输入通道上测量振动传感器。可以读取发送器的直流响应, 并馈入控制环路, 同时在另一个同步通道上测量振动。混合使用输入带宽和延迟的能力是为工业设置创建定制型高价值仪器仪表的基础: 一个仪器仪表具有两种功能, 即运行流程变量并对工厂振动信息进行积分, 两者在一个系统上同时完成。

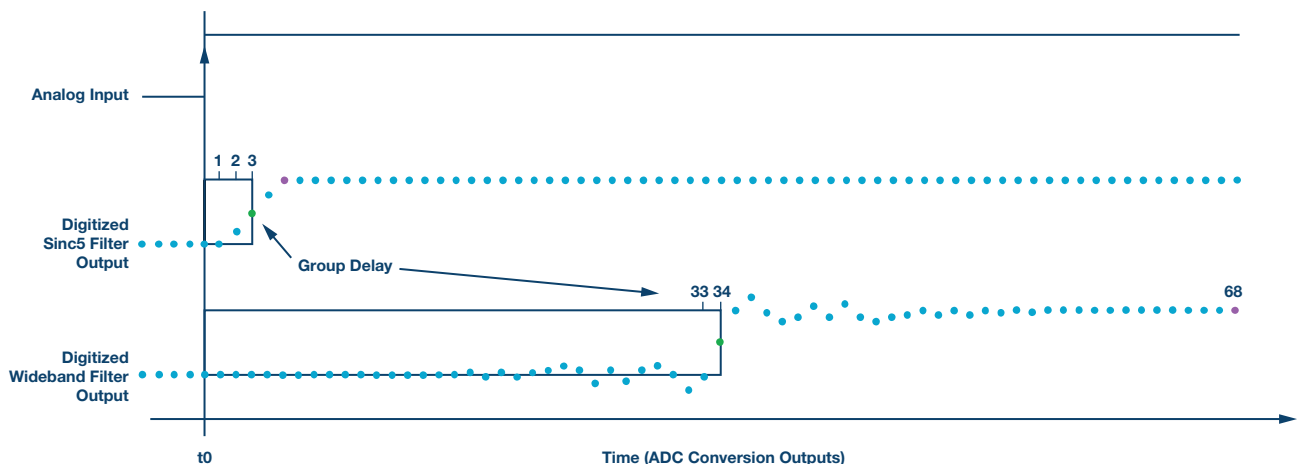


图6. sinc5滤波器与宽带滤波器的群延迟对比。Sinc5针对模拟输入提供快速响应, 适合环路延迟必须最小化的控制环路应用。绿点表示群延迟时刻的样本, 粉点表示每一个滤波器的最终建立值。

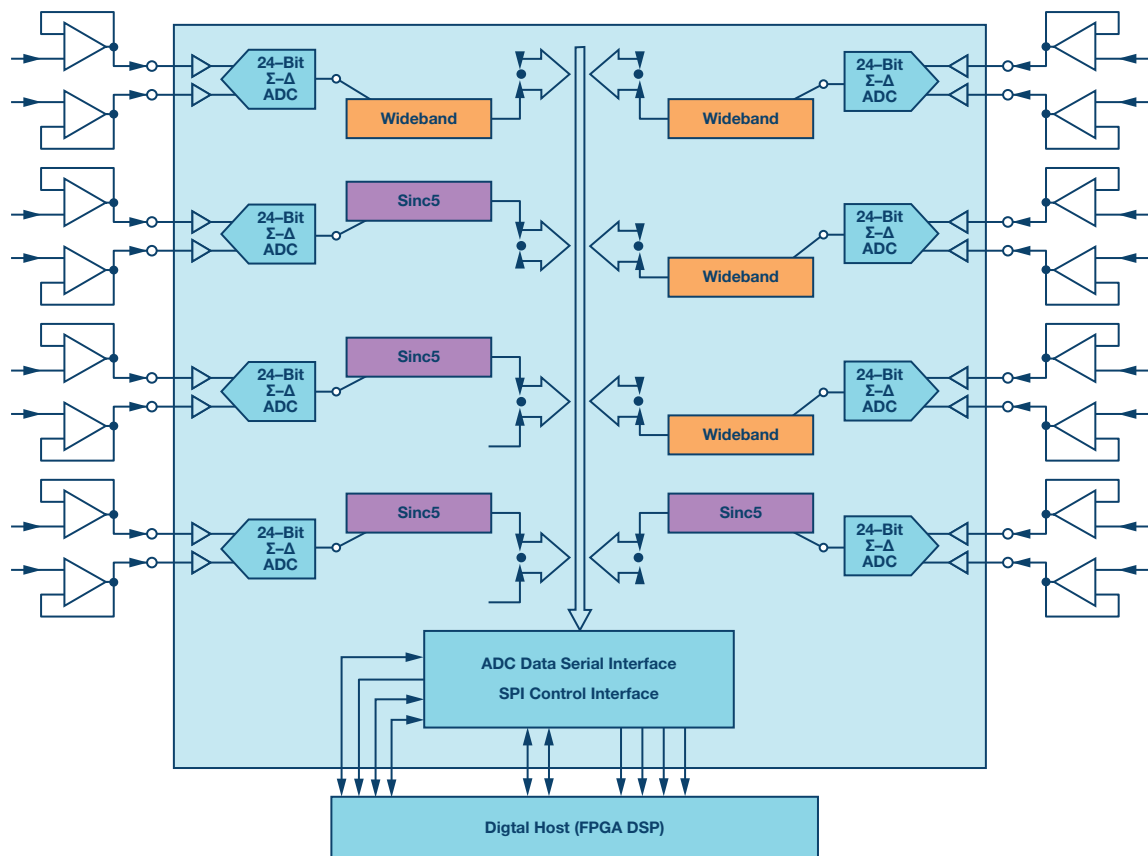


图7. 为不同类型的滤波器配置不同的ADC通道。两个群：A为宽带，B为sinc。各群的抽取速率还可通过SPI配置。

高性能、可扩展高速度以及低功耗成就现代尺寸和使用场景

大型固定仪器仪表正逐渐转换为更具移动性、更灵活的设备。它们能为各种行业、市场和应用的开发和创新提供高价值潜力。面对如此具有挑战性的动态范围、输入带宽和电流消耗，使用高级ADC有助于缓解这些难题，并为设计人员提供更强大的工具。

作者简介

Michael Clifford是爱尔兰利默里克市ADI公司线性和精密技术应用团队成员。他于2004年加入ADI，专注于精密模数转换器产品，尤其是在精密直流和交流测量中使用 Σ - Δ 拓扑的产品。他毕业于科克大学(UCC)，获得电气与电子工程学士学位。

在线支持社区

访问ADI在线支持社区，与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。



请访问 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
深圳市福田区中心区
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
北京市海淀区西小口路 66 号
中关村东升科技园
B-6 号楼 A 座一层
邮编: 100191
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

©2016 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. TA14849sc-0-B/16

analog.com/cn

