

通过一种更简单的新方法 为信号链系统创建电源解决方案

Joseph Rommel Viernes, 应用开发工程师

Vincent Gregorio, 应用开发工程师

Anthony Serquiña, 高级应用开发工程师

摘要

信号链系统将物理世界中的模拟数据连接到处理数据的数字世界。然而，为信号链系统供电会是一项挑战，因为电源不可以降低系统的整体性能。线性稳压器可以防止性能降低，但代价是功率损耗增加，因此效率降低。另一方面，开关稳压器可显著提高效率，但其开关特性会引入噪声，从而影响信号链系统的性能。借助ADI公司的**信号链电源(SCP)硬件评估平台**和配套软件工具**SCP Configurator**，无论有无电源应用经验，信号链硬件工程师都能简单直观地为其信号链系统设计电源。

什么是信号链电源(SCP)平台？

SCP平台是硬件和软件的结合，可应对为信号链系统开发电源时遇到的挑战。它旨在指导系统设计工程师为其仪器仪表、测试测量、工业自动化精密信号链应用提供优异且完整的电源解决方案。SCP硬件是一组评估板，其在性能、尺寸和成本方面取得了良好的平衡。该平台的配套软件SCP Configurator为信号链工程师提供建议，帮助他们选择最适合其应用的电源树。SCP平台硬件和SCP Configurator的结合为设计工程师提供了一种快速开发信号链电源解决方案的方法。

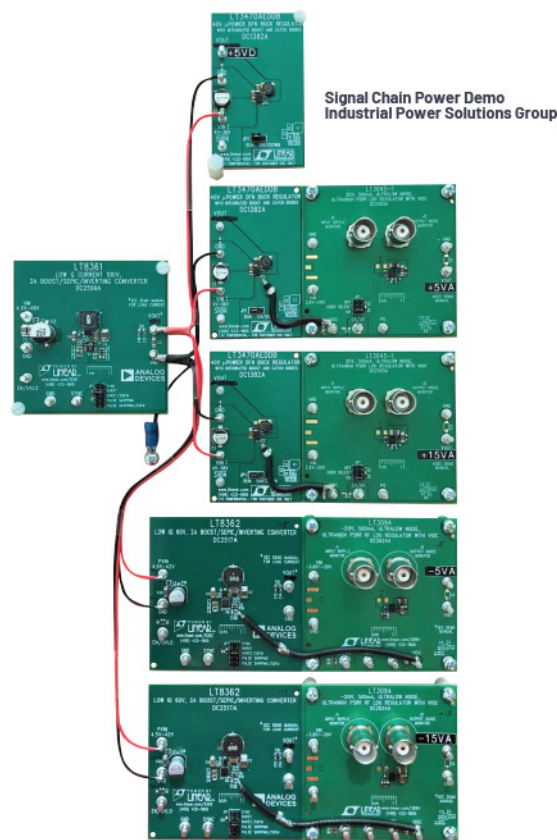


图1. 为信号链开发电源解决方案的传统方法之一是连接多个演示板。另一种方法是使用多个台式电源。这两种方法都会耗费大量时间，尤其是在优化解决方案时。

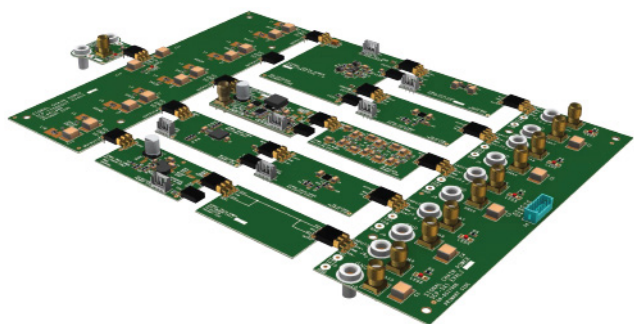


图2. 使用SCP平台硬件的电源解决方案示例

信号链电源(SCP)硬件评估平台

我们从数千款Power by Linear™产品中，挑选出了一小部分可用于该硬件方案的产品列表。这些产品已在许多信号链应用中使用，在此列表中进行挑选可简化电源产品的选择。它支持多种电源配置，可满足精密信号链的大部分电源要求，信号链可以采用升压、降压、升降压、反相和双输出升压/反相拓扑结构。该平台还包括一系列可用作后置稳压器以提高系统噪声性能的正负LDO稳压器。

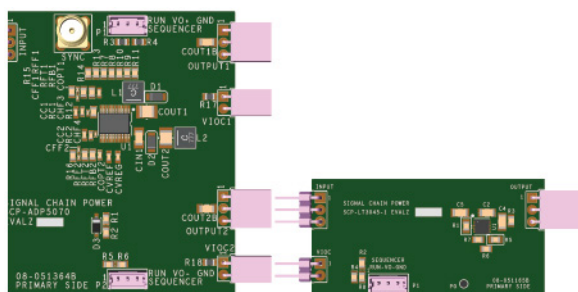


图3. SCP-ADP5070-EVAL2双通道DC-DC转换器（左）和SCP-LT3045-1-EVAL2 LDO稳压器（右）

硬件平台中的电路板使用标准尺寸，外形很小，附带的输入和输出接头具有预定的极性。这些引脚接头的位置定义明确，支持创建多种板组合。电路板设计的这些方面有助于快速测试不同的电路板配置及其性能，同时保持小而简单的工作空间。

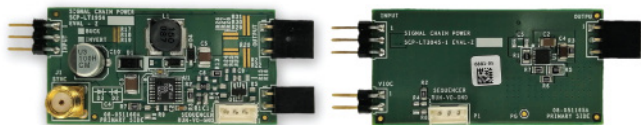


图4. 虽然拓扑结构不同，但LT1956降压转换器（左）和LT3045-1 LDO稳压器（右）具有相同的电路板尺寸

除供电外，SCP硬件还支持其他多种功能和特性。电路板在可能需要修改的器件上设计有超大的0805焊盘。这些器件包括反馈、补偿、频率设置、软启动、运行和VIOC等。这使得返工和设计调整更加方便。一些SCP开关稳压器支持频率同步。使用SCP板上提供的SMA连接器，可以通过该板馈送外部时钟。推荐值和配置设置可以在analog.com上每种板的产品页面上找到。

SCP硬件还集成了跟踪功能，可通过输入到输出控制电压(VIOC)控制为线性后置稳压器供电的开关前置稳压器。VIOC引脚是此跟踪功能的输出，其驱动前置稳压器反馈(FB)引脚以将LDO稳压器输入电压保持在 $V_{OUT} + V_{VIOC}$ 。该功能可用于最大限度地降低LDO稳压器的功耗，同时维持其PSRR性能。使用此功能可提高整体效率。

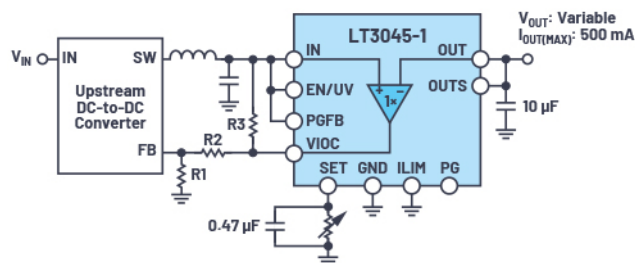


图5. 在LT3045-1 LDO稳压器上实现VIOC功能的示例

所有SCP开关稳压器和LDO板都经过配置，以便在系统需要以某种顺序上电和/或关断时，用户可以正确地控制每个电源轨的时序。用户可以从系统发送数字高或低电平信号，以使能或禁用各电源模块。也可以使用电源时序控制器和监控器（如LTC2928）来实现此功能。电路板有一个专用接头，用于监视输出并将其设置为所需的电源序列。

SCP硬件平台还包含板配件，包括1×2分线板、1×5分线板、5×1重整板、通板、滤板、单输入板、单输出板。

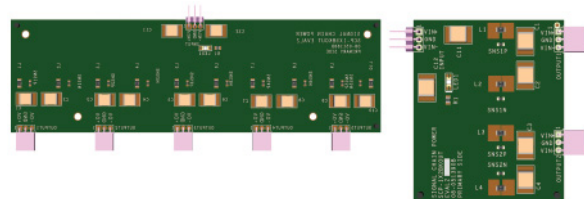


图6. 分线板可用于将单个输入电压分成多个轨

1×2和1×5分线板可用来创建多个并行电压输出轨。每个输出轨上都添加了电流检测和输出滤波功能。

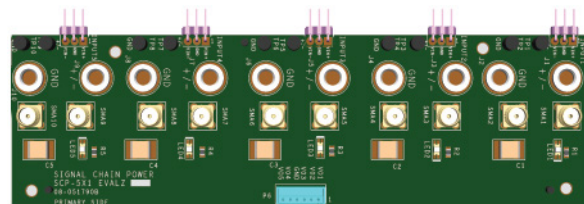


图7. 5×1重整板将多个电源轨组合成单个连接器分线板

5×1重整板将多输出轨组合成单个引出端OUT连接器，通过SMA连接器提供额外的滤波、电流检测、功率和信号测量，并提供了香蕉插口以用于标准输出测量和表征。

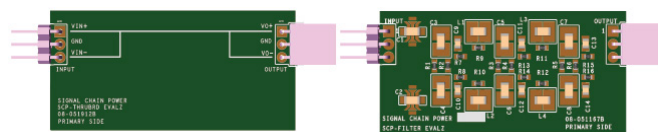


图8. 通板（左）和滤板（右）

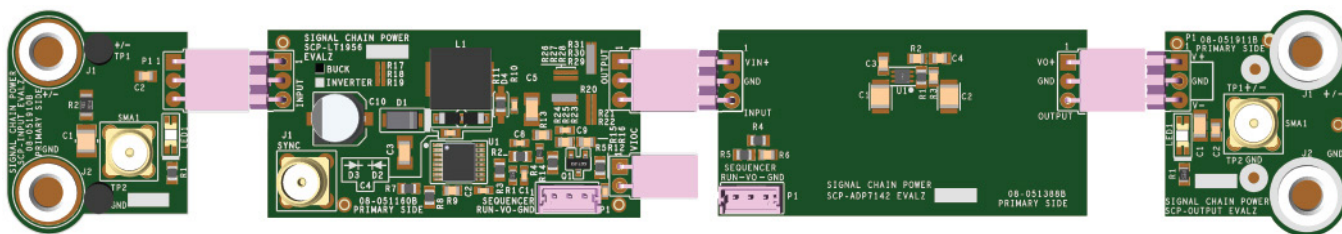


图9. 使用开关稳压器板、LDO板、输入和输出板的电源配置示例

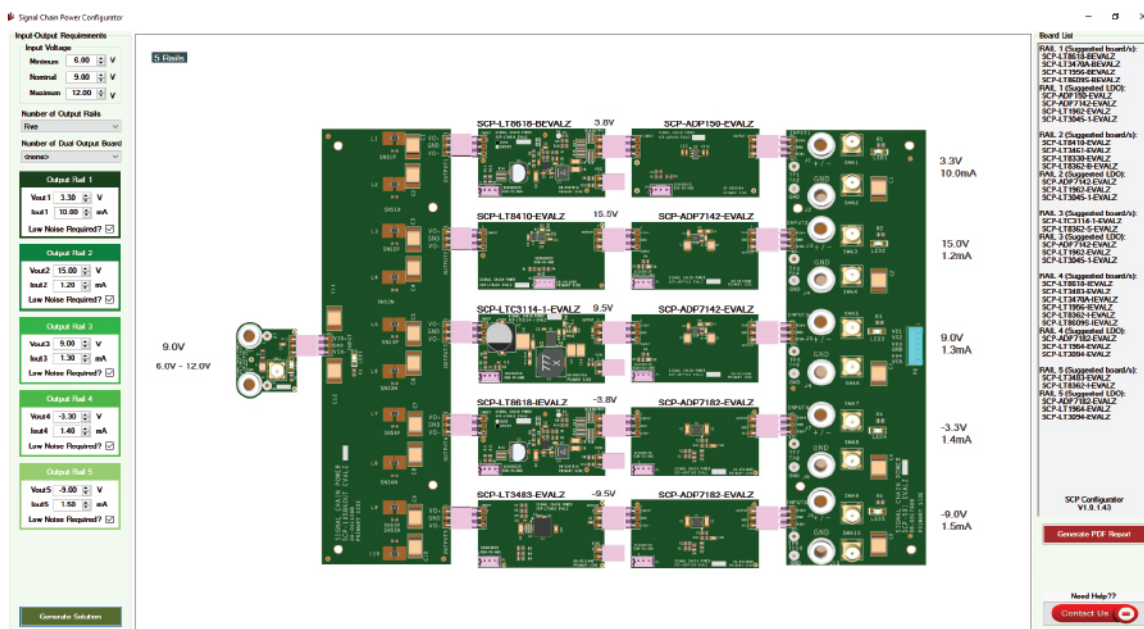


图10. SCP Configurator软件，图中生成的解决方案具有五个输出轨

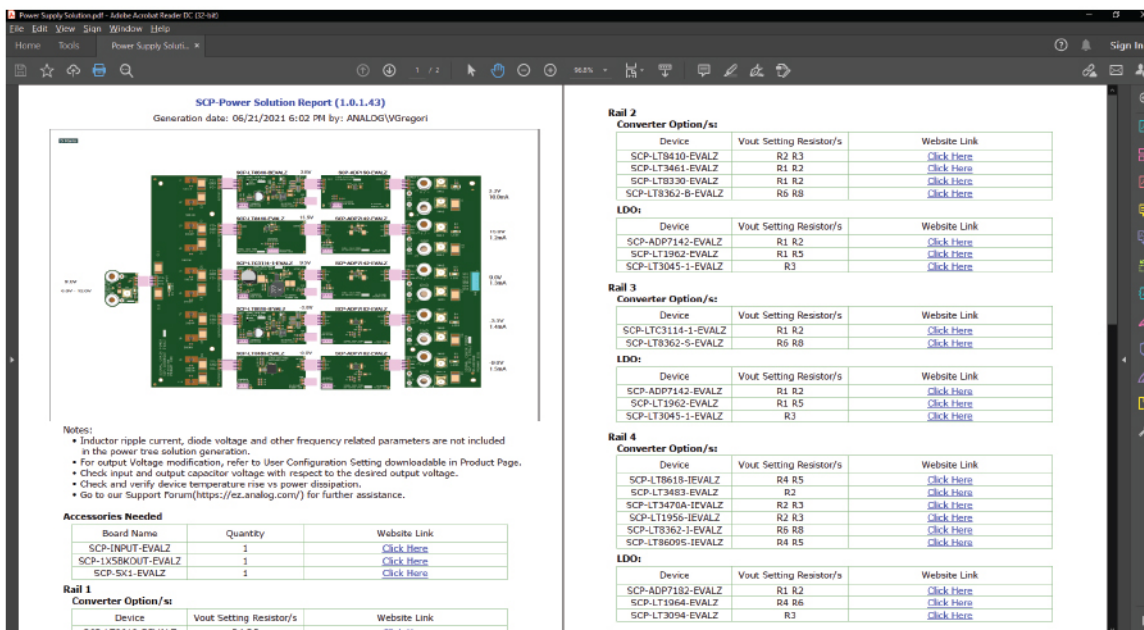


图11. 生成的PDF格式解决方案报告

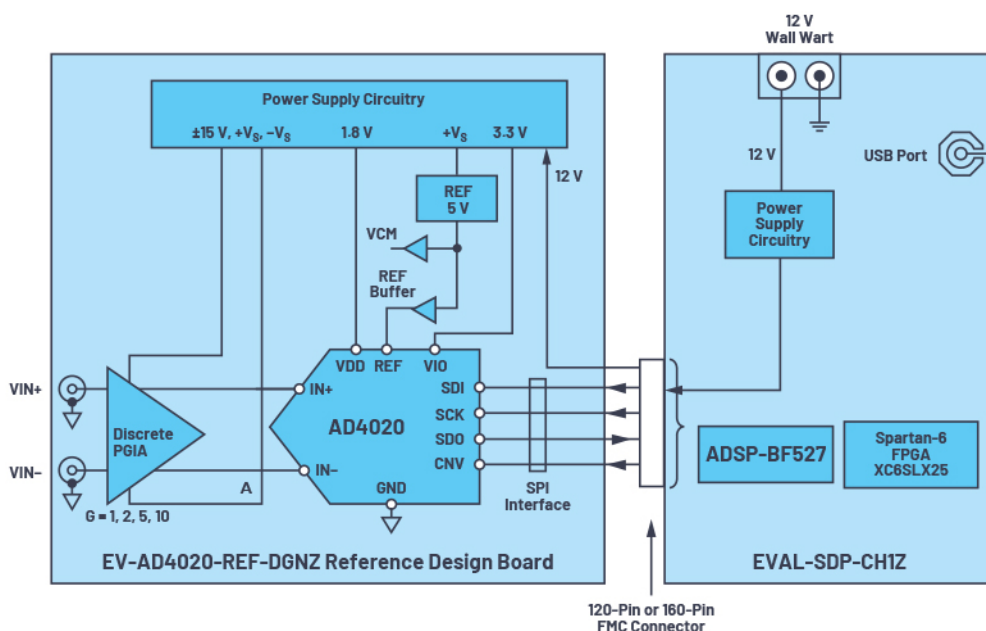


图12. CN0513的系统框图，其将用于评估SCP硬件的噪声性能

通板用作垫片，以平衡相邻电源轨产生的间隙。滤板也可用作垫片，当需要额外的无源滤波以获得更好的系统噪声性能时可以使用。滤板支持使用RC、LC、直通电容、铁氧体磁珠和其他引脚网络配置。

单输入和输出板可用于单电源轨评估。它们还有多种接口选项，例如香蕉插口、采集器或SMA，以用于表征输入和输出特性。

利用SCP硬件平台，系统设计人员可以轻松创建和设计完整的电源解决方案，并快速评估信号链系统的性能。SCP电源板的即插即用配置还实现了快速简便的电源系统优化。当设计优化完成并准备好集成到最终设计中时，所有工程资料都可以在analog.com下载。

信号链电源(SCP)Configurator

SCP Configurator是SCP系列硬件评估板的配套软件工具。它有一个简单直观的图形用户界面(GUI)，无论有无电源设计经验，设计工程师都能快速为其信号链系统生成电源解决方案。

算法根据用户提供的要求产生电源架构的最佳构建模块。首先应确定信号链系统需要的输入电压源、输出电压和预期负载电流值。如果特定电源轨要求低噪声，则提供一个复选框并选中它。这会增加一个LDO后置稳压器以降低电源轨上的噪声。这又回到了为信号链开发电源解决方案时最具挑战性的问题：“噪声低到什么程度才算好？”

图10中的GUI显示了生成的电源解决方案结果。它提供所生成电源解决方案的图形展示，以帮助用户构建电源树并互连所有相

关的SCP硬件板系列。它还提供每个电源轨的可能替代板列表。这些替代板按输出电流能力提升的顺序来排列。

此外，GUI生成的电源解决方案可以PDF格式打印。报告包含同样的输出设计图形表示和每个电源轨的电路板建议列表。报告中增加的内容是帮助互连电源模块所需的所有附件清单。报告还包括将用户重定向到相应电路板文档的快捷链接，例如（但不限于）电路板布局设计、物料清单(BOM)、可轻松复制并用作设计参考的原理图。

工作原理

一旦完成信号链系统的定制电源架构，就可以将构建模块拼接在一起创建硬件测试平台，并对整个信号链系统进行性能评估。为了展示SCP平台如何简化信号链电源解决方案的设计和评估过程，我们将使用该平台来为AD4020差分 SAR ADC设计电源解决方案。在本例中，SCP平台将为CN0513供电，后者是一款使用AD4020的低漂移、高精度数据采集解决方案。

SAR ADC需要一个1.8 V电源(VDD)和一个用于输入/输出接口(VIO)的数字电源。VIO电源轨可以处理1.71 V至5.5 V的输入。在本演示中，VIO输入电压设置为3.3 V。可编程增益仪表放大器(PGIA)分别为电源引脚+V_S和-V_S使用两个电压轨。

为了开始使用该平台，SCP Configurator需要一个输入电压要求来为系统生成电源解决方案。我们使用9 V的标称输入电压。

图13. SCP Configurator的输入电压要求部分

SCP Configurator还使用系统的电压和电流要求。在本演示中，这些将是1.8 V VDD电源轨、3.3 V VIO电源轨以及PGIA双电源轨的+5.5 V和-1.0 V。这些输入的电流要求可以从器件的数据手册中获得，如表1所示。PGIA输入级使用两个ADA4627-1 JFET运算放大器，每个最大消耗7.8 mA电流。因此，最大电流为15.6 mA。考虑到PGIA的其他器件，需要增加一定的电流，导致+V_s和-V_s轨的最大电流为20 mA。这些将被放入GUI中，以便生成采用SCP平台硬件的电源解决方案。还有一个复选框，指示电源轨是否有低噪声要求。对于本演示，所有电压轨都有低噪声要求。

表1. AD4020电源要求

电源轨	轨电压	最大电流
VDD	1.80 V	1.10 mA
VIO	3.30 V	0.30 mA
+V _s	5.50 V	20.0 mA
-V _s	-1.00 V	20.0 mA

Output Rail	Vout	Iout	Low Noise Required?
Output Rail 1	5.50 V	20.00 mA	☒
Output Rail 2	-1.00 V	20.00 mA	☒
Output Rail 3	1.80 V	1.10 mA	☒
Output Rail 4	3.30 V	0.30 mA	☒

图14. SCP Configurator的电源轨要求部分

SCP Configurator生成的电源解决方案如图15所示。还有一个提示，建议对1.8 V和3.3 V输出轨仅使用LDO稳压器。这很重要，因为这对于优化电源解决方案很有用。其背后的原因是，当SCP Configurator生成完整的电源树时，可以根据硬件的外形尺寸轻松更改此电源树。这样就能更快地实施对电源解决方案的变更。

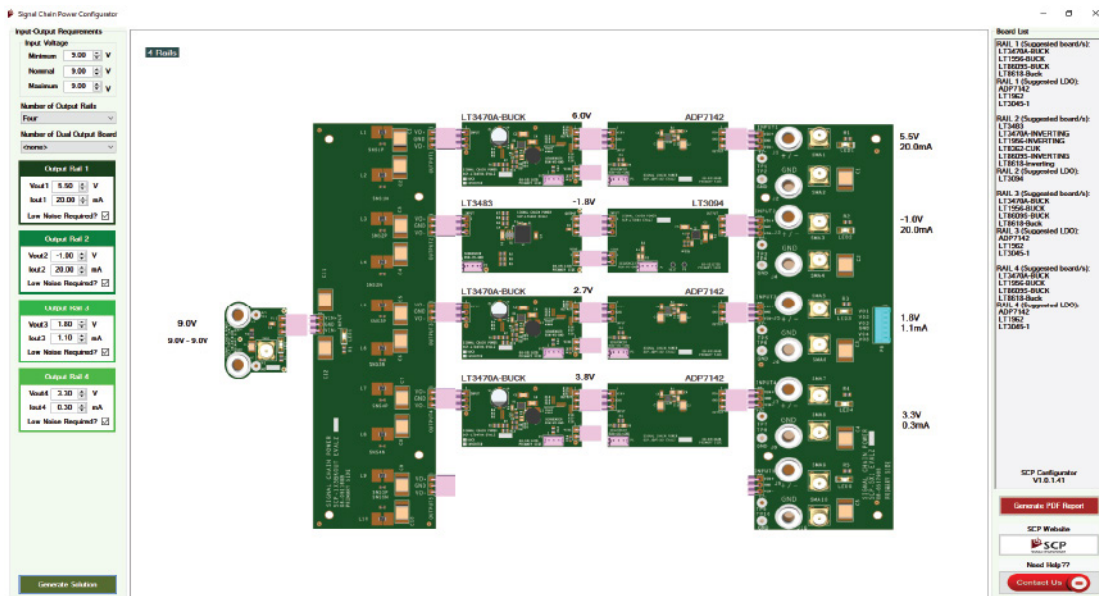


图15. SCP Configurator根据图13和图14所示要求生成的电源解决方案

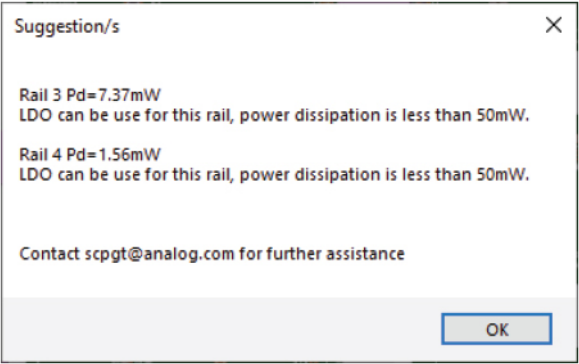


图16. 建议对电源轨3和4 (1.80 V和3.30 V) 仅使用LDO稳压器的提示

有两种方法可以确定对电源噪声的容限。第一种方法是了解并量化信号处理负载对电源噪声的敏感度¹，这很繁琐且复杂。第二种方法是一种优化且实用的方法，即运行快速系统性能评估，这就要用到SCP硬件平台的即插即用系统。

为了衡量硬件的性能，我们获得了CN0513噪声指标。来自波形发生器的1 kHz正弦波用作评估板的输入，检查ADC采样的正弦波的等效FFT。此过程首先使用板载电源完成，以用作AD4020性能的参考。然后，将SCP平台作为外部电源连接到评估板。对每个正电源轨检查三次：使用SCP Configurator的建议，仅使用开关稳压器板，仅使用LDO板。另一方面，对负电源轨仅使用默认建议进行测试，因为输出电压要求低于负开关稳压器板的最小输出电压，并且负LDO稳压器无法连接到输入正电压。

这些不同测试展示了电源管理IC的不同组合对SAR ADC性能的影响。表2、表3和表4显示了不同电源轨的ADC噪声参数。

分析

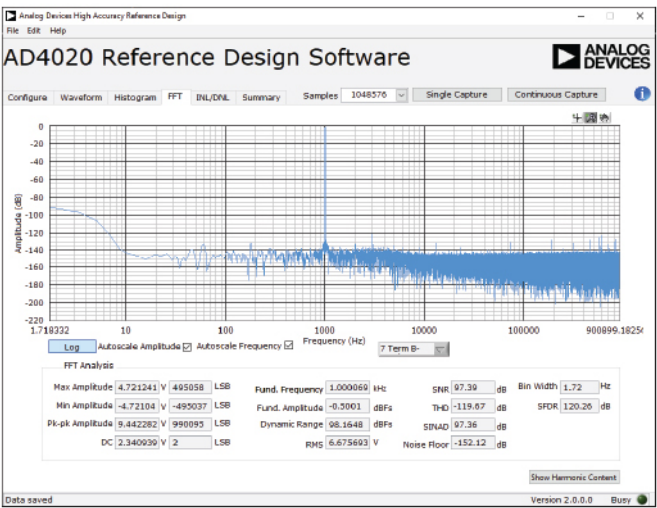


图17. 使用SCP平台作为外部电源的CN0513的噪声测量

表2. 正电源轨(+V_S = 5.5 V)

参数	开关稳压器 + LDO	仅开关稳压器	仅LDO
动态范围	98.165 dB	98.434 dB	98.362 dB
无杂散动态范围(SFDR)	120.26 dB	120.07 dB	120.4 dB
信噪比(SNR)	97.39 dB	97.66 dB	97.59 dB
总谐波失真(THD)	-119.67 dB	-119.5 dB	-119.76 dB
信纳比(SINAD)	97.36 dB	97.63 dB	97.56 dB

表3. AD4020电源轨(VDD = 1.8 V)

参数	开关稳压器 + LDO	仅开关稳压器	仅LDO
动态范围	98.165 dB	98.301 dB	98.347 dB
SFDR	120.26 dB	119.46 dB	119.55 dB
SNR	97.39 dB	97.53 dB	97.57 dB
THD	-119.67 dB	-118.75 dB	-118.97 dB
SINAD	97.36 dB	97.49 dB	97.54 dB

表4. 数字电源轨(VIO = 3.3 V)

参数	开关稳压器 + LDO	仅开关稳压器	仅LDO
动态范围	98.165 dB	98.119 dB	98.152 dB
SFDR	120.26 dB	120.65 dB	120.16 dB
SNR	97.39 dB	97.34 dB	97.38 dB
THD	-119.67 dB	-120.12 dB	-119.69 dB
SINAD	97.36 dB	97.32 dB	97.35 dB

从表2、表3和表4可以看出，SCP硬件板的不同配置之间的噪声指标相当。对于5.5 V正电源轨，仅使用开关稳压器板或LDO板本身是一种可能的选择，因为已经证明，它相对于同时使用LDO和开关稳压器板的配置有所改善。对于1.8 V AD4020电源轨，在三种配置中，仅使用LDO板的配置产生了最高的动态范围、SNR、SINAD和最低的THD。然而，其SFDR低于开关稳压器和LDO板的组合配置。3.3 V数字电源轨的数据表明，所有配置都可以使用，因为对于每个指标，不同配置的测量结果都非常好。不同电源轨的数据是可以相互比拟的，但测量值的这些差异可能会对应用性能产生很大影响。

对于使用不同SCP配置的噪声指标的这些测量，如果使用单独的演示板来进行，将需要更长时间。电源解决方案为信号链供电，噪声指标的差异会对信号链产生巨大影响，因此拥有一个能够减少确定系统最优电源解决方案所需时间和精力平台是很有帮助的。当考虑噪声指标时，该平台也表现良好，这可以帮助设计人员了解电源解决方案的其他方面，例如效率和、成本和解决方案尺寸。

结论

当设计和评估电源解决方案时，需要考虑很多因素，而且需要时间来评估其性能。本文通过测量不同电源轨配置下CN0513的噪声指标来展示信号链电源(SCP)平台。如果使用传统方法，这项任务可能需要大量时间。[SCP硬件评估平台](#)和[SCP Configurator工具](#)可以消解电源解决方案设计和评估中的许多挑战，任何专业水平的信号链系统工程师都能从中受益。

参考资料

¹ Pablo Perez, Jr.和Patrick Erry Pasaquian。“[优化信号链的电源系统—第1部分：多少电源噪声可以接受？](#)”模拟对话，第55卷第1期，2021年3月。

作者简介

Joseph Rommel Viernes是ADI菲律宾公司的一名电源应用工程师。他于2018年加入ADI公司。他先后在Emerson Network Power、Phihong Technology、Power Integrations等公司以及现在的ADI公司工作，拥有超过16年的电源设计经验。他的工作侧重于工业和通信电源系统应用。他毕业于菲律宾马尼拉德拉萨大学，获电子工程学士学位。联系方式：joseph.viernes@analog.com。

Vincent Gregorio是ADI菲律宾公司的一名应用开发工程师。他2020年毕业于菲律宾大学（位于菲律宾奎松市迪里曼），获电子和通信工程学士学位。他的工作侧重于工业电力系统应用。联系方式：vincent.gregorio@analog.com。

Anthony Serquina是ADI菲律宾公司的高级应用开发工程师。他毕业于菲律宾碧瑶市圣路易斯大学，获电子和通信工程学士学位。他在电力电子领域拥有超过14年的经验，包括电源管理IC开发以及AC-DC和DC-DC前端电源转换。他于2018年11月加入ADI公司，目前负责支持工业应用的电源管理需求。他在ADI信号链电源(SCP)硬件和软件平台的开发中发挥了重要作用。联系方式：anthony.serquina@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

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ez.analog.com/cn

