

## 引言

自动测试设备 (ATE) 机架包含各种仪器卡，可用于测试半导体。一个示例是电压-电流 (VI) 源卡。VI 卡的功能是提供精确稳定的电压和电流源，这些源对于测试半导体器件的电气特性至关重要。在测试过程中，VI 卡通常连接到被测器件 (DUT)，而该卡提供的电压和电流用于激励 DUT 并使用模数转换器 (ADC) 测量响应。然后，可以分析这些测量结果以确定器件的电气性能，并确定任何潜在缺陷。

VI 卡专为各种应用而设计，具有高精度、高分辨率、快速响应时间等特性，并具有可编程电压和电流范围。某些 VI 卡还包括数据采集和处理功能等附加功能，以便进行更高级的测试和分析。

VI 卡包含多个子系统通道，如图 1 所示。更多的 VI 通道可实现 DUT 并行测试，同时减少测试时间和成本。

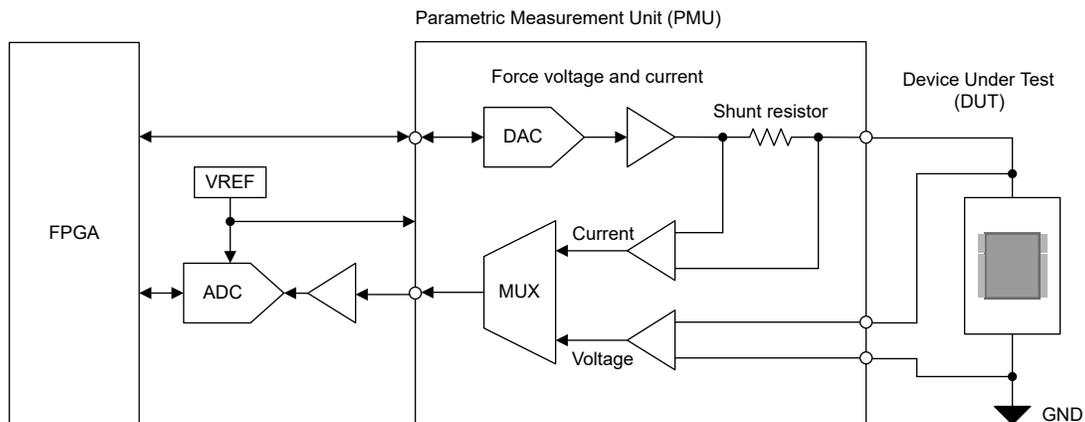


图 1. ATE 简化框图中的引脚电子子系统

## 用于引脚电子产品的 ADC

参数测量单元 (PMU) 会为 DUT 生成激励 (电压和电流), 并具有模拟信号链来检测来自 DUT 的电压和电流。PMU 可以是单独的元件, 也可以集成到应用特定集成电路 (ASIC) 中。精密 ADC 会将 PMU 的模拟测量输出数字化, 以确保测试结果可重复且一致, 这对于半导体行业的质量控制和制造工艺至关重要。

**ADS9817** 是一款基于 18 位逐次逼近寄存器 (SAR) 架构的八通道数据采集 (DAQ) 系统。ADS9817 的每个通道都具有一个完整的模拟前端, 其中包含过压输入钳位、 $1\text{M}\Omega$  输入阻抗、独立的可编程增益放大器 (PGA)、可编程低通滤波器 (LPF) 和 ADC 输入驱动器。ADC 还具有一个低漂移精密基准以及一个用于驱动 ADC 的缓冲器。

ADS9817 具有用户可编程的模拟输入范围, 支持与 PMU 的模拟测量输出直接连接。这减少了 PMU 输出和 ADC 输入之间额外放大器产生的误差。

在给定的温度范围内, 引脚电子子系统的测量精度取决于 PMU 和 ADC 误差的热漂移。散热器可用于减少 PMU 和 ADC 的温度变化。ADC 的测量精度可使用总体未调误差 (TUE) 进行计算, 如表 1 所示。为了提高精度, PMU 和 ADC 可以共享一个共同的基准电压, 如图 2 所示。可以使用 VI 卡上的校准电路校准测量中的偏移和增益误差, 以提高精度。

**表 1. ADS9817 在各种工作条件下的测量精度**

条件	INL (ppm)	偏移量误差 (ppm)	增益误差 (ppm)	TUE (ppm)	精度
25°C 时的 TUE	9.5	25	305	306	0.0306%
校准后 25°C 时的 TUE	9.5	0	0	9.5	0.0009%
校准后 25°C $\pm$ 5°C 时的 TUE	9.5	2.5	5	11	0.0011%

引脚电子子系统可以使用多路复用器或开关将多个 PMU 输出连接到一个 ADC 通道, 如图 2 所示。这样可以增加 VI 卡上引脚电子器件的通道数。采样率和模拟输入带宽必须足够高, 以便准确捕获 PMU 产生的快速变化信号, 这可能导致测量中出现显著误差。

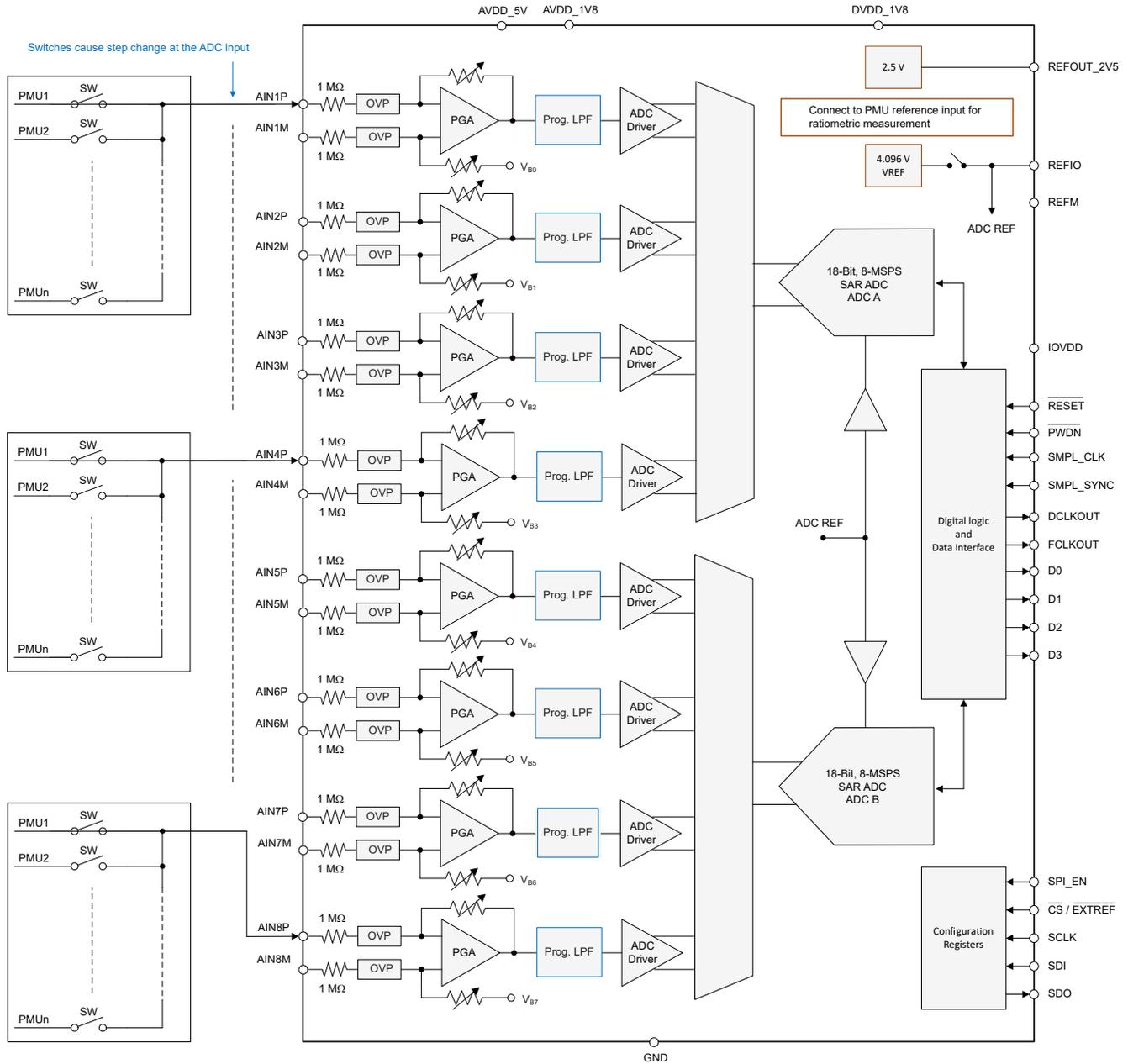


图 2. 引脚电子产品中的多路复用 PMU 输出

ADS9817 具有每通道 2MSPS 采样率以及高达 400kHz 的用户可选模拟输入带宽，如图 3 和图 4 所示。凭借宽模拟输入带宽，ADS9817 可以对 ADC 模拟输入端快速变化的信号进行采样，如图 5 和图 6 所示。

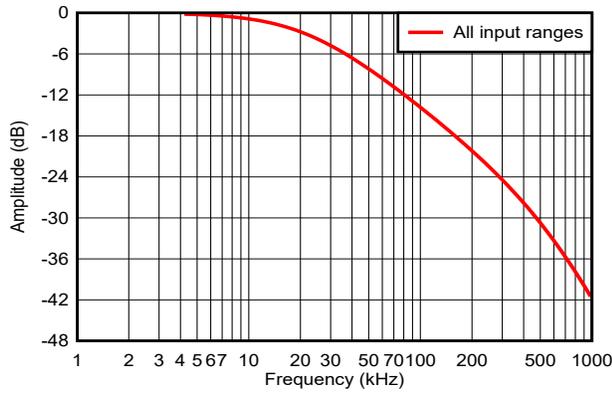


图 3. 输入范围内的低噪声 LPF 频率响应

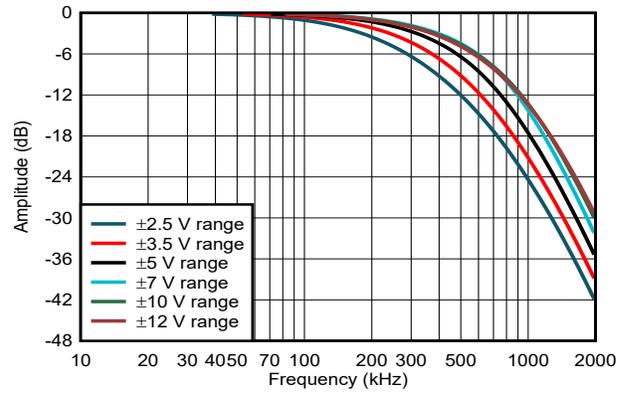


图 4. 输入范围内的宽带宽 LPF 频率响应

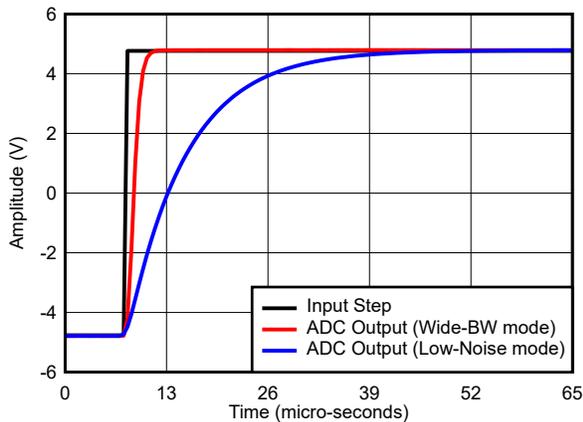


图 5.  $\pm 5\text{V}$  范围内 ADS9817 模拟输入上双极步进的稳定时间

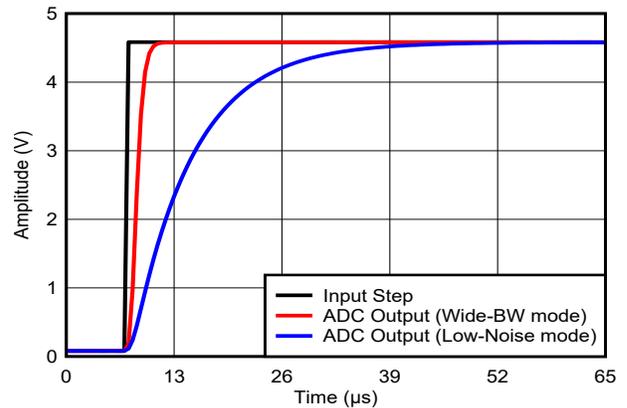


图 6.  $\pm 5\text{V}$  范围内 ADS9817 模拟输入上单极步进的稳定时间

数据传输必须快速可靠，并具有低延迟，以便将测量数据实时传输到现场可编程栅阵列 (FPGA)，从而尽可能缩短 DUT 测试的延迟。ADS9817 采用具有 FPGA 的源同步接口，此接口针对高速数据传输进行了优化。ADS9817 输出数据和数据时钟，从而消除与 SPI 相关的延迟。这简化了用于高速 ADC 数据接口的 FPGA 上的时序闭合。ADS9817 支持与 1.2V 至 1.8V IO 电平兼容的数字接口，因此无需外部逻辑电平转换器和相关的传播延迟。

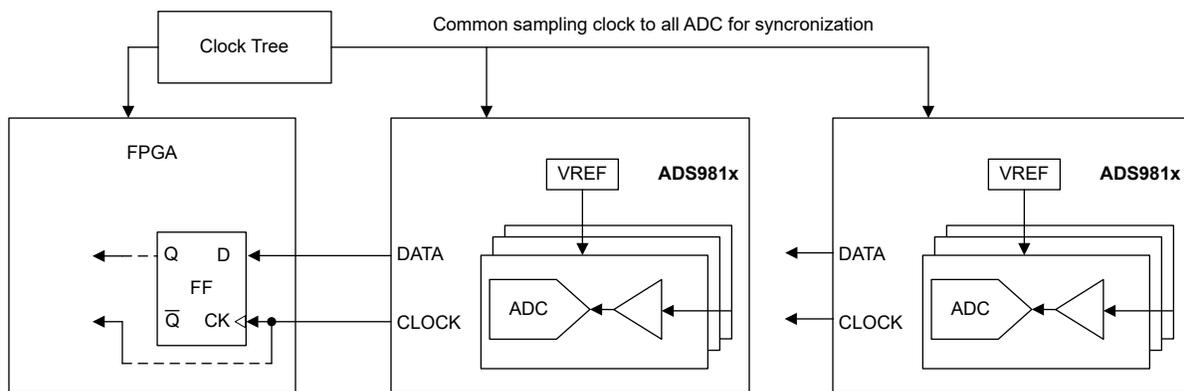


图 7. 具有 FPGA 的源同步高速数据接口

可使用 8 通道 ADS9817 实现高通数 VI 卡，该器件可直接与 PMU 的模拟输出和 FPGA 的数字输入相连。

## 重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司