

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。
欲获得更多信息和技术支持, 请拨打 4006-100-006 或
访问 www.analog.com/zh/circuits。

连接/参考器件	
AD5522	集成 16 位电平设置 DAC 的四参数测量单元
AD7685	16 位、250 kSPS PulSAR® ADC
ADR435	5 V 超低噪声 XFET® 基准电压源
ADG1209	低电容、4 通道差分多路复用器
ADG412	四通道单刀单掷开关

采用 PMU AD5522 及 16 位 ADC AD7685 的 ATE 应用参数测量单元和支持器件

电路功能与优势

本电路由一个四通道参数测量单元(PMU)和支持器件组成, 可用于最少四个受测器件(DUT)通道。PMU 通道通常由数个 DUT 通道共用。虽然 AD5522 高度集成并能提供四通道的完整 PMU 解决方案, 但仍然至少需要一个外部基准电压源和一个 ADC 才能构成 ATE 信号链。该基准电压源和 ADC 通常可由多个 PMU 封装共用。为进一步提高灵活性, 可以增加外部开关, 通过扩展 AD5522 可驱动 DUT 电容范围来扩充 PMU 的能力。

电路描述

四通道 PMU AD5522 可为 DUT 提供强制函数和测量函数, 但 PMU 外部需要进行数字化处理。这可以通过下述方法实现:

- 每个 PMU 通道均有一个专用的 ADC, 从而可提供最快的吞吐速率和结果。
- 多个通道可共用一个 ADC。图 1 中, 四个 PMU 通道共用一个 ADC AD7685。在一些应用中, 可能有更多通道共用一个 ADC, 例如 8 个或 16 个 PMU 通道。

利用各 MEASOUTx 引脚的内部禁用功能, 可以实现多个通道共用一个 ADC。这就要求对 PMU 寄存器执行写入命令, 以使能/禁用相应的开关。如果选择这种方法, 则应注意, 一次只能选择一个 MEASOUTx 通道。

或者, 可利用外部 4:1 多路复用器来控制测量通道选择。以这种方式, 可以使能所有四个 MEASOUTx 路径, 由多路复用器选择测量通道。类似地, 采用 8:1 或 16:1 多路复用器, 可实现更多测量路径共享一个 ADC。多路复用器的选择将取

决于所用的 ADC 及其输入电压范围。对于双极性输入 ADC, ADG1404/ADG1204 系列器件将是理想之选; 若采用单电源, 则 ADG706 和 ADG708 更合适。除开关阻抗外, MEASOUTx 路径的输出阻抗通常为 60 Ω。因此, 应考虑使用 ADA4898-1 等 ADC 缓冲器来驱动 ADC (图中未显示缓冲器)。

16 位、250 kSPS ADC AD7685 能够处理 MEASOUTx 路径的 0 V 至 4.5 V 输出范围, 所以适合本应用。此外, 如果希望升级路径, 速度更快但尺寸相同的其它 ADC (例如 16 位、500 kSPS AD7686) 也是颇具吸引力的选择。

如果需要 20 V 输出范围, 则 AD5522 要求使用一个 5 V 基准电压源。选择 5 V XFET 基准电压源 ADR435 的原因在于, 它具有低温度系数 (A 级为 10 ppm/°C; B 级为 3 ppm/°C)、低噪声 (8 μV 峰峰值, 0.1 Hz 至 10 Hz) 以及能够驱动多个 PMU 通道 (30 mA 源电流, 20 mA 吸电流) 特性。

一些应用要求 PMU 能够驱动各种大小的 DUT 电容, 尤其在 PMU 与电源引脚相连, 或者 PMU 用作器件电源, 且存在 DUT 的去耦/旁路电容的应用中。这种情况下, 将一个外部开关而不是固定电容与 CCOMP 引脚相连, 可使附加 CCOMP 电容得以接通或断开, 从而优化各种容性负载条件下的建立时间和稳定性。本电路所选的开关为四通道 SPST 开关 ADG412, 其导通电阻小于 50 Ω。由于大多数多路复用器一次只允许接通多个通道中的一个通道, 所以才选用四通道 SPST 开关, 而不是多路复用器。利用四通道开关, 各漏极可以连在一起, 源极则可以与各补偿电容相连, 从而提供 $2^4 - 1$ 种可能的 CCOMP 组合。

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)

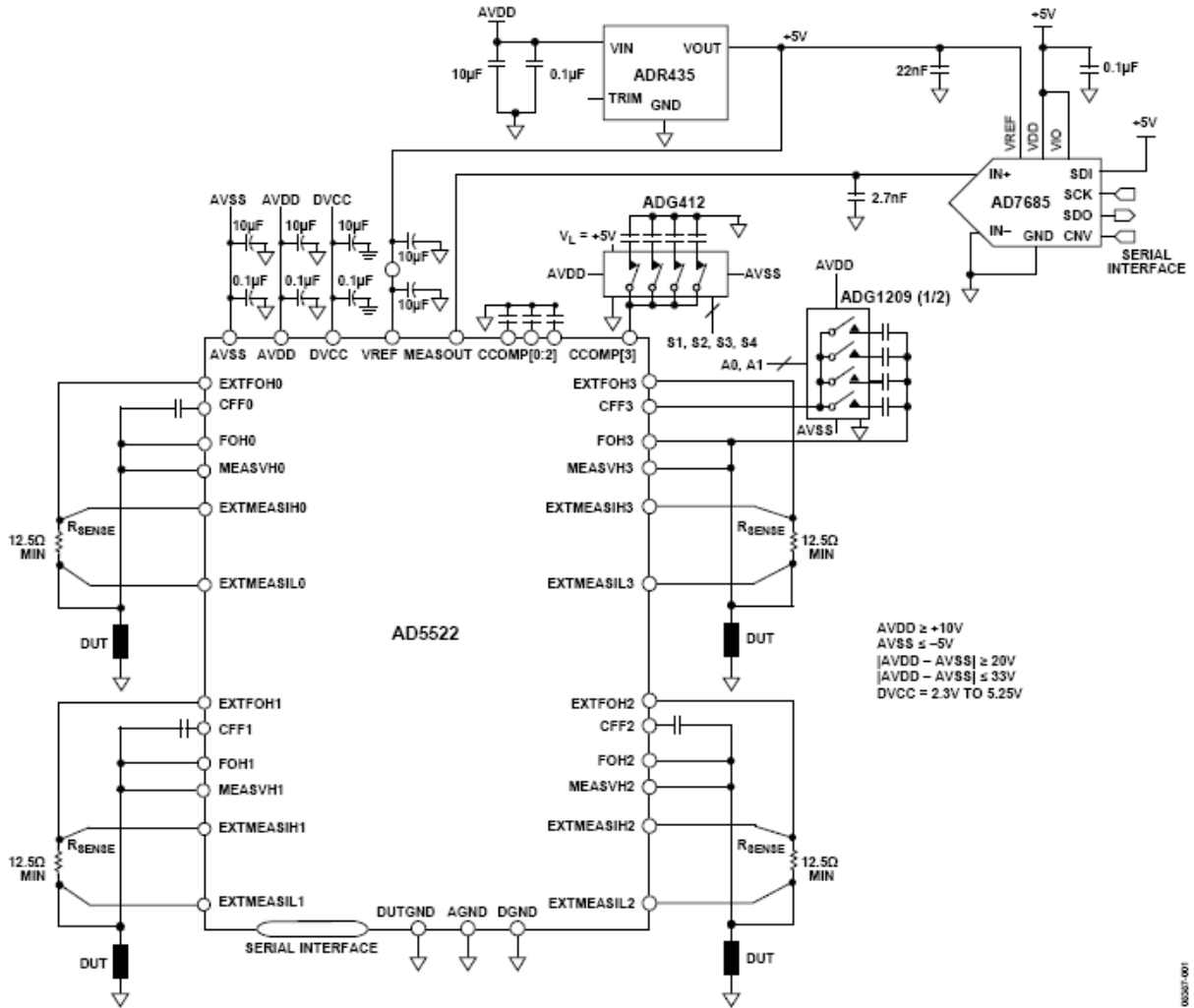


图1. 参数测量单元及支持器件（原理示意图）

同样，本电路采用差分多路复用器ADG1209，以适应与CFF_x引脚相连、范围更宽的前馈电容，从而使AD5522能够驱动更宽范围的DUT电容。所用多路复用器的串联电阻应使得 $1/(2\pi \times R_{ON} \times C_{DUT}) > 100 \text{ kHz}$ 。本例中，ADG1209用于切换AD5522的两个通道。

开关和电容将发生与AD5522 FOH引脚的电压范围相同的电压偏移。因此，开关和电容的额定电压应考虑这一点。CFF电容可以具有10%或以下的公差，这一额外变量会直接影响建立时间，特别是在低电流的测量电流模式下。所选的CCOMP电容公差应不大于5%。表1列出了不同负载电容下补偿电容CCOMP和CFF的建议标称值。

表 1. 建议的补偿电容选择

C _{LOAD}	CCOMP	CFF
≤1 nF	100 pF	220 pF
≤10 nF	100 pF	1 nF
≤100 nF	C _{LOAD} /100	C _{LOAD} /10

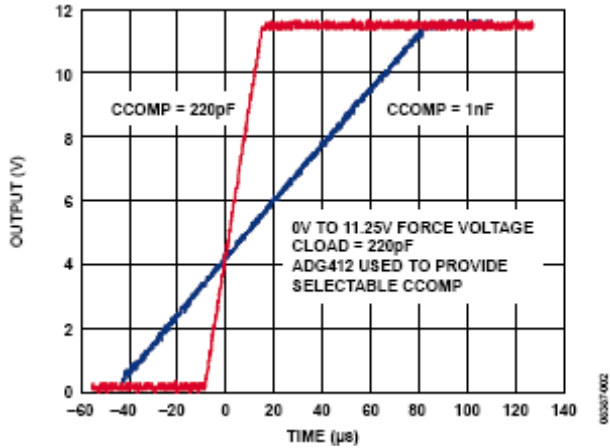


图2.不同CCOMP 值对应的输出电压步进响应（强制电压步进为 11.25 V，负载为 220 pF，使用 ADG412 SPST 开关）

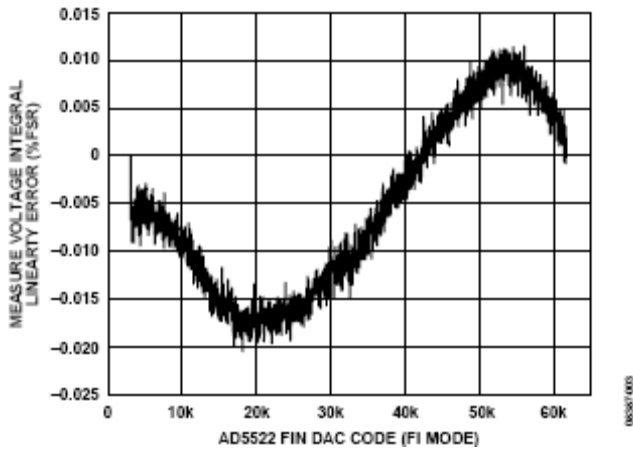


图3.积分线性性能（使用 AD7685 测量 FIMV 误差，FI 范围 = ±2 mA，测量输出增益 = 0.2）

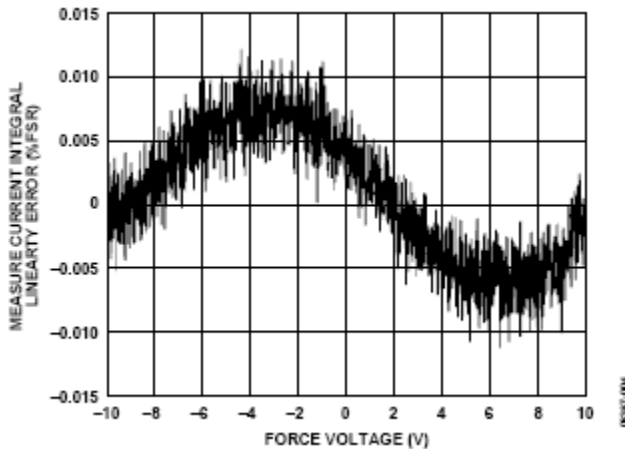


图4.积分线性性能（使用 AD7685 测量 FVMI 误差，FV 范围 = ±10 V，2 mA 范围，5.6 kΩ 负载）

本电路必须构建在具有较大面积接地层的多层电路板上。为实现最佳性能，必须采用适当的布局、接地和去耦技术（请参考教程MT-031—“实现数据转换器的接地并解开AGND和DGND的迷团”，以及教程MT-101—“去耦技术”）。请注意，图1为原理示意图，并未显示所有必需的去耦。

精心考虑电源和接地回路布局有助于确保达到额定性能。安装 AD5522 所用的印刷电路板(PCB)应采用模拟部分与数字部分分离设计，并限制在电路板的一定区域内。如果 AD5522 所在系统中有多个器件要求 AGND 至 DGND 连接，则只能在一个点上连接。星形接地点尽可能靠近该器件。

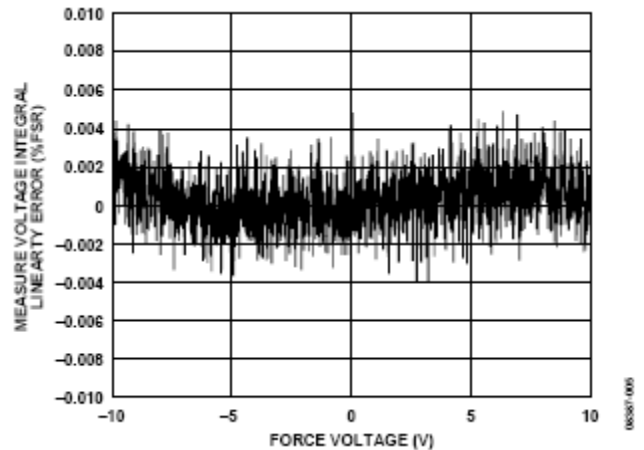


图5.积分线性性能（使用 AD7685 测量 FVMV 误差，FV 范围 = ±10 V，测量输出增益 = 0.2）

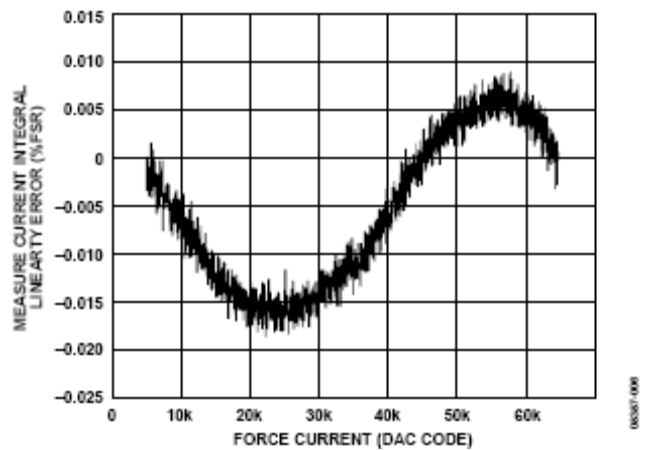


图6.积分线性性能（使用 AD7685 测量 FIMI 误差，FI 范围 = ±2 mA，测量输出增益 = 0.2）

对于具有多个引脚（ AV_{SS} 和 AV_{DD} ）的电源，建议将这些引脚连在一起，并且每个电源仅去耦一次。

AD5522 应具有足够大的 $10\ \mu\text{F}$ 电源去耦电容，与每个电源上的 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容并联，并且尽可能靠近封装，最好是正对着该器件。 $10\ \mu\text{F}$ 电容为钽珠型电容。 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容应具有低有效串联电阻(ESR)和低有效串联电感(ESL)——高频时提供低阻抗接地路径的普通陶瓷型电容通常就是如此，能够处理内部逻辑开关所引起的瞬态电流。

应避免在该器件下方布设数字线路，否则会将噪声耦合至该器件。不过，可以将模拟接地层放在AD5522 下方，以避免噪声耦合（此做法仅适用于焊盘朝上的封装）。AD5522 的电源线路应采用尽可能宽的走线，以提供低阻抗路径，并减小电源线路上的突波效应。快速开关数字信号应利用数字地屏蔽起来，以免向电路板上的其它器件辐射噪声，并且绝不应靠近参考输入。必须将所有 V_{REF} 线路上的噪声降至最低。

应避免数字信号与模拟信号交叠。电路板相反两侧上的走线应彼此垂直，以减小电路板的馈通效应。像所有薄型封装一样，必须避免弯曲封装，并且在组装过程中必须避免封装表面上出现点负载。

另外请注意，AD5522 的裸露焊盘与负电源 AV_{SS} 相连。

常见变化

PMU电路并非始终需使用AD5522 的 $20\ \text{V}$ 完整输出范围，许多应用只需要其中的一部分。例如，用户使用 $2.5\ \text{V}$ 基准电压源ADR421可以实现 $\pm 5.6\ \text{V}$ 的标称输出电压范围，利用片内OFFSET DAC可进一步调整该范围，以适应DUT要求。（更多信息请参考AD5522 数据手册。）另外，能够使用较低供电轨也是额外的优势，特别是以每通道 $80\ \text{mA}$ 完整电流范围工作时，这有助于降低AD5522 的功耗。

按 ADC 通道划分 PMU 测量通道有多种方式，多个 PMU 通道也可以共用一个 ADC 通道（有时以 8:1 或 16:1 的比率）。另外，也可以使用片内 MEASOUT 禁用功能或模拟多路复用器来实现。多路复用器会增加测量路径的串联电阻；因此，ADC 输入端之前可能需要缓冲。

其它变化包括使用能够处理双极性信号范围的 ADC，或者采样速率更快的 ADC。

进一步阅读

[Automatic Test Equipment \(ATE\)](#).

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

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

[Voltage Reference Wizard Design Tool](#).

数据手册和评估板

[AD5522 Data Sheet](#).

[AD5522 Evaluation Board](#).

[AD7685 Data Sheet](#).

[AD7685 Evaluation Board](#).

[ADG1209 Data Sheet](#).

[ADG412 Data Sheet](#).

[ADR435 Data Sheet](#).

修订历史

7/09—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.