

Sveinn Jia

ADS8910 简介

ADS8910B 是单通道，采样速率高达 1Mbps 的 18 位 SAR ADC，内部集成 reference buffer 和 LDO，可以有效提高 ADC 的精度以及简化外围电路设计。该器件广泛用于测试与测量，医疗成像，高精度高速数据采集系统中。更多的 SAR ADC 器件请参考 [TI 官网](#)。

本文主要讨论该器件为什么需要输入驱动电路，以及如何设计输入驱动电路。

为什么需要输入驱动电路

ADC 驱动电路的作用和优势有很多，本小节主要从采样速率的角度来解释为什么需要添加驱动电路，后面章节介绍驱动电路的设计以及其他优势。

SAR ADC 主要是靠内部的采样和保持电路实现将输入的模拟信号保持在一个固定电平值上，并且确保在转换的过程中，信号不会发生变化。示意简图如下。更多 SAR ADC 相关知识，请参考 [TI 高精度实验室](#) 系列培训视频。

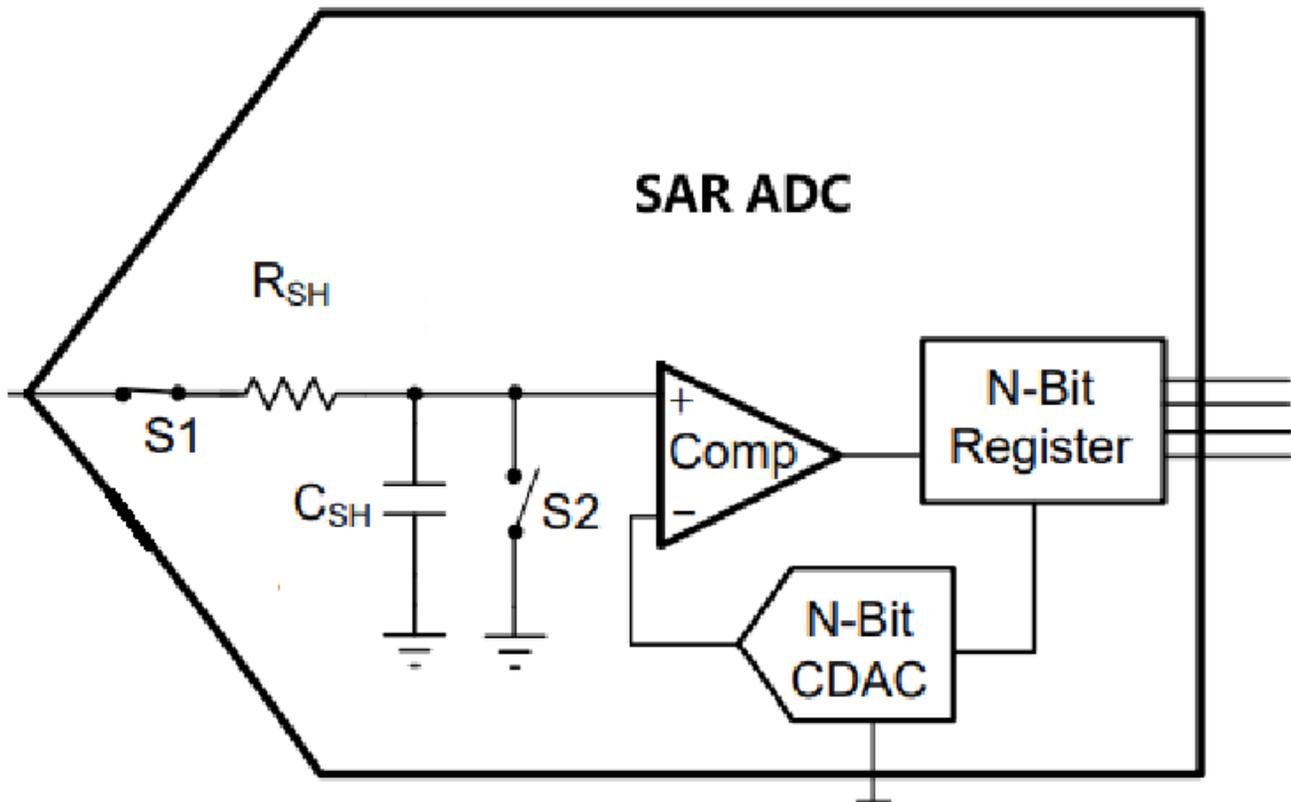


图 1. SAR ADC 的典型输入结构

假设我们设计系统的采样速率是 1Mbps, 输入信号源等效阻抗 5K Ω , VREF =5V, ADS8910B 相关参数, 查阅手册如下: CSH=60pF, 采样时间 T_{acq} =300ns, 转换时间 T_{conv} = 640ns, RSH=50 Ω

为保证采样精度, 信号源必须使采样电容在 ADC 采集时间内充电至输入信号的 1/2LSB 误差内。根据电容的充电公式

$$V_{cap}(t) = V_{in} \times \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right) \quad (1)$$

则充电时间约为 3.95 μ s 该时间 \gg 300ns, 这会导致 ADC 采样误差很大。实际上根据计算, 300ns 的充电时间只能充到输入信号的 63.21%。下图是使用 [Analog Engineer's Calculator](#) 计算的结果。

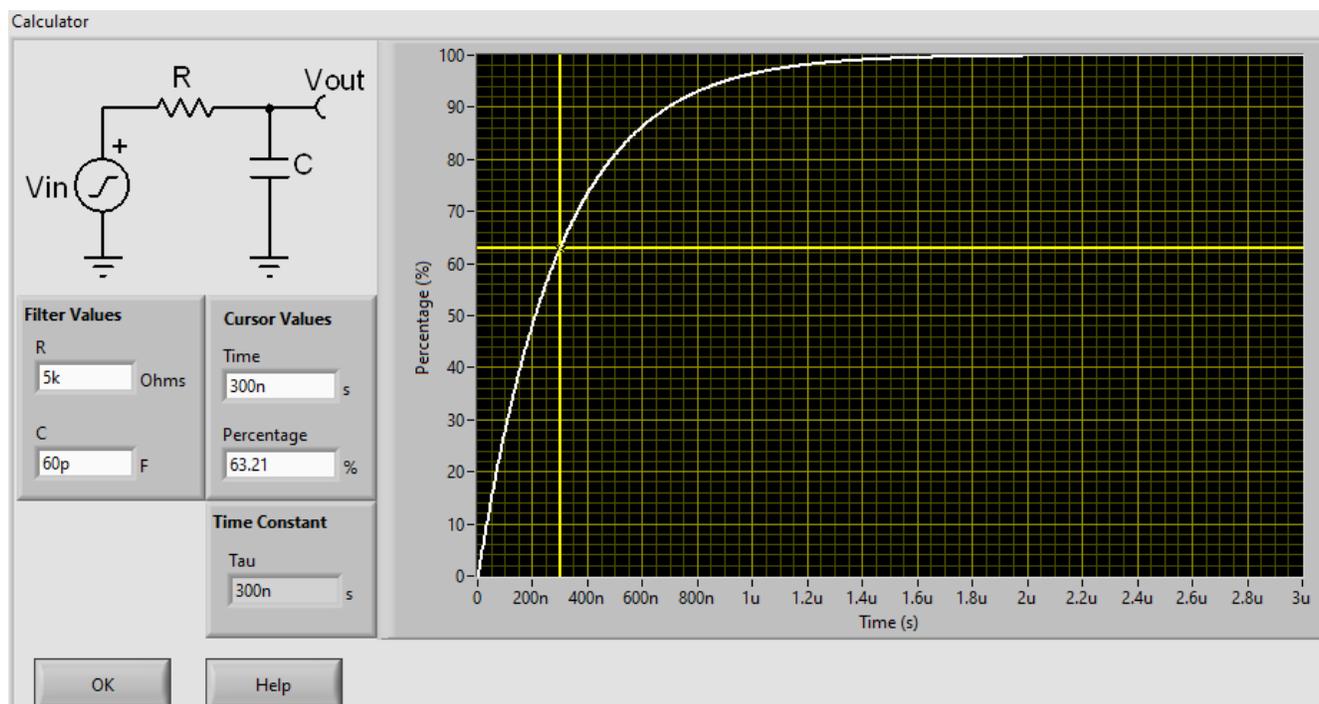


图 2. 未添加运放作为驱动电路时, 采样时间内的采样精度

如果我们添加运放作为 buffer, 可以有效降低信号源的输出阻抗到 1 Ω 以下, 我们以 1 Ω 为例, 则充电时间为大约为 16ns, 该时间远远低于 300ns, 不会在采集期间引入过量误差。

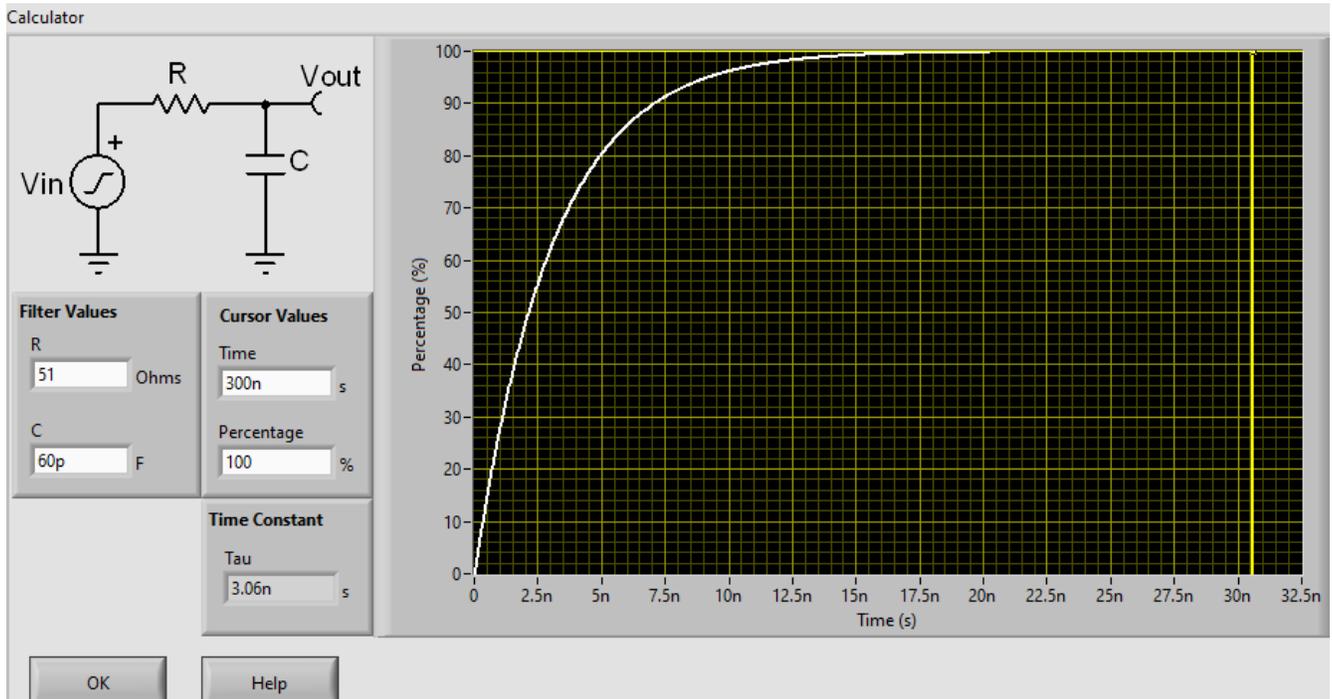


图 3. 添加运放作为驱动电路时，采样时间内的采样精度

ADC 驱动电路的作用以及 ADC 驱动电路的关键器件选型

运放是最通用的 ADC 驱动电路，该电路可以提供高输入阻抗，低输出阻抗，隔离信号源和 ADC，有效抑制噪声耦合以及提升信号完整性。同时在运放输出端添加低通 RC 滤波器，可以有效避免信号混叠现象 (Anti-Aliasing) 的发生。

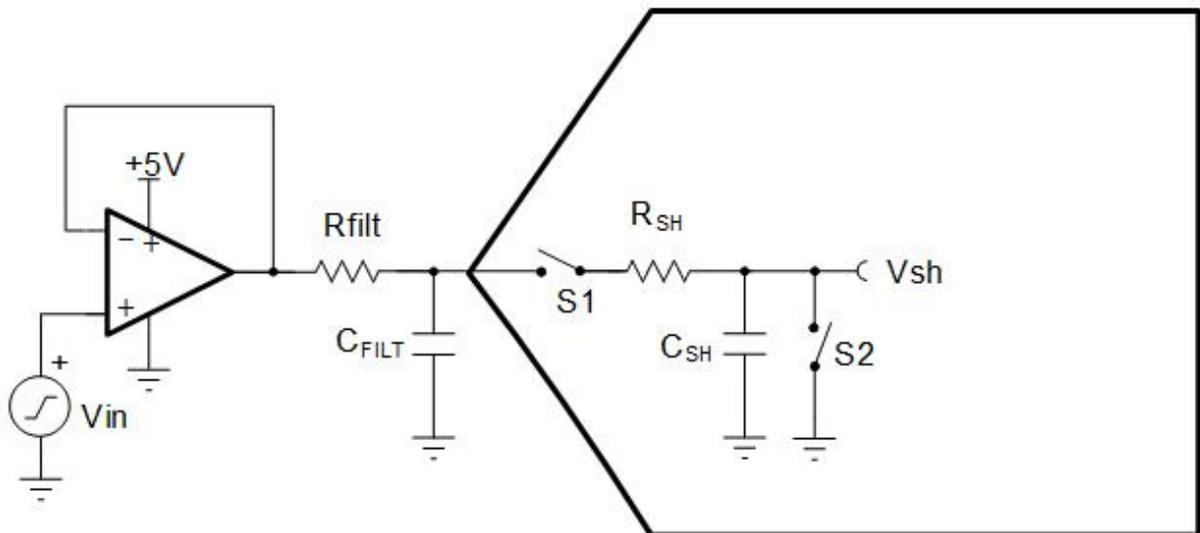


图 4. SAR ADC 典型驱动电路

运放的选取高度依赖于输入信号的类型，以及对系统精度的要求。但仍有以下通用的关键指标需要被满足。

- 单位增益带宽积至少大于 4 倍的输出 RC 滤波器的截至频率。
- 运放的总的 THD 至少比 ADC 自身的 THD 低 10dB 以上。
- 运放的噪声比 ADC 本体噪声低 10dB

- 建立时间要确认能在 300ns 的采集窗口内。

关于噪声以及 THD 的计算可以参考 [ADS8910B datasheet](#) 以及 [TI 高精度实验室系列培训视频](#)。

TI 推荐使用 [OPAX625](#) 作为 ADS8910B 的输入驱动。OPAX625 可以充分的满足以上的要求，通带噪声仅有 2.5 nV/√Hz, 压摆率高达 115V/us. 运放输出端的 RC 滤波器选型可参考如下：

C_{Filt} 一般取值为 20 倍左右的 C_{SH} , 如果该值过大会影响 THD 的性能，降低相位裕量。如果该电容值过小，则没办法充当电荷桶 (Charge Bucket) 的作用，同时无法有效滤除噪声。

R_{Filt} 对于 ADS8910B 一般不超过 20 欧姆。该电阻的添加可以有效提高放大器的稳定性，如果该值过大，可能会增大 THD。

R_{Filt} 与 C_{Filt} 组成的低通滤波器，截至频率一般为采样频率的 5-10 倍，这样可以有效滤除高频干扰，防止混叠效应。

下图是基于以上参数选型，使用 [TINA-TI](#) 进行噪声分析的结果，可以看到，基于以上设计，噪声大约为 1.7uV_{RMS}, 通过 ADS8910B 信噪比计算, ADS8910B 本体噪声大约为 13uV_{RMS}. 满足驱动电路比 ADC 本体噪声低 10dB 的要求。

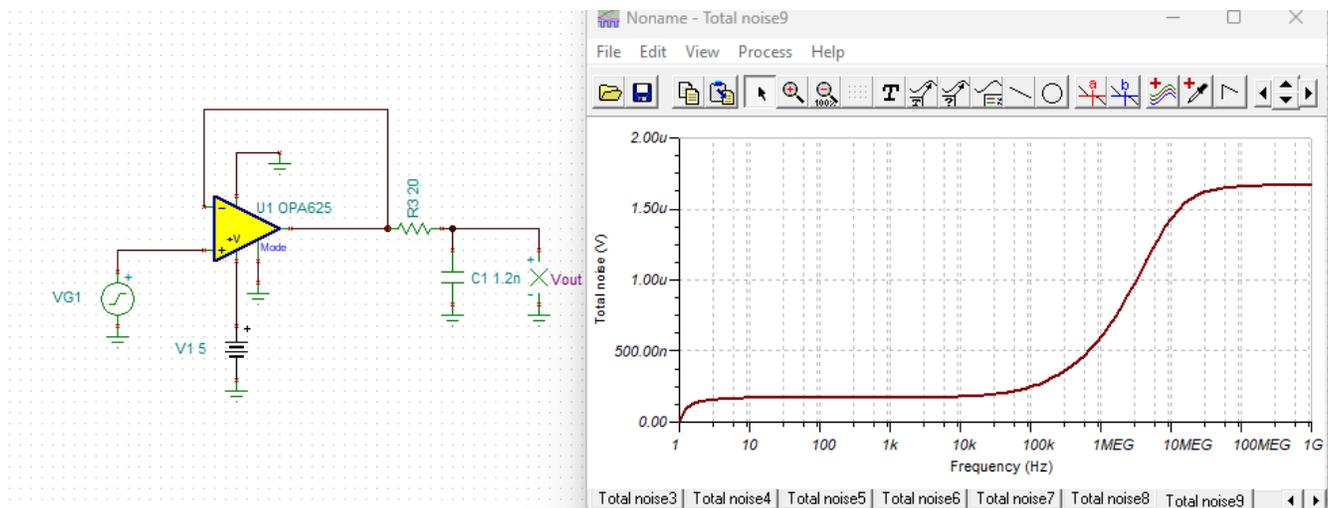


图 5. 使用 TINA 进行 OPA625 分析噪声结果

小结

本文重点讨论了 ADS8910B 为什么需要驱动电路，以及如何设计驱动电路。

参考文献

- Texas Instruments, [ADS891xB 18-Bit, High-Speed SAR ADCs With Integrated Reference Buffer and Enhanced Performance Features datasheet \(Rev. B\)](#), data sheet.
- Texas Instruments, [ADC Driver Ref Design Optimizing THD, Noise, and SNR for High Dynamic Range, Reference design](#).
- Texas Instruments, [OPAx625 High-Bandwidth, High-Precision, Low THD+N, 16-Bit and 18-Bit Analog-to-Digital Converter \(ADC\) Drivers datasheet \(Rev. A\)](#), data sheet.

重要通知和免责声明

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。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
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司