

Technical Article

通过选择低噪声电压基准来提高 X 射线图像分辨率



Jackson Wightman

提高 X 射线图像分辨率的一种较为有效的方法是，通过精心设计数据采集部分来降低前端产生的噪声。一种设计方法是在数据采集电路中使用低噪声串联电压基准，这样可降低噪声，从而实现分辨率更高的图像。

在本文中，我将介绍选择 REF54 或 REF70 等低噪声电压基准如何能改善最终的 X 射线图像分辨率。（为了区分定制集成电路和 X 射线系统的前端，提及的任何“前端”均指包含定制集成电路、电压基准和其他器件的 X 射线系统部分，使用的“模拟前端 (AFE)”均指定制集成电路。）

X 射线成像操作和系统设计概述

在 X 射线系统中，AFE 接收来自 X 射线面板的生成信号。AFE 是一种专门设计的集成电路，其中数据采集在前端进行。X 射线系统包括多个 AFE，这些 AFE 专用于 X 射线系统，而且共用一个电压基准。

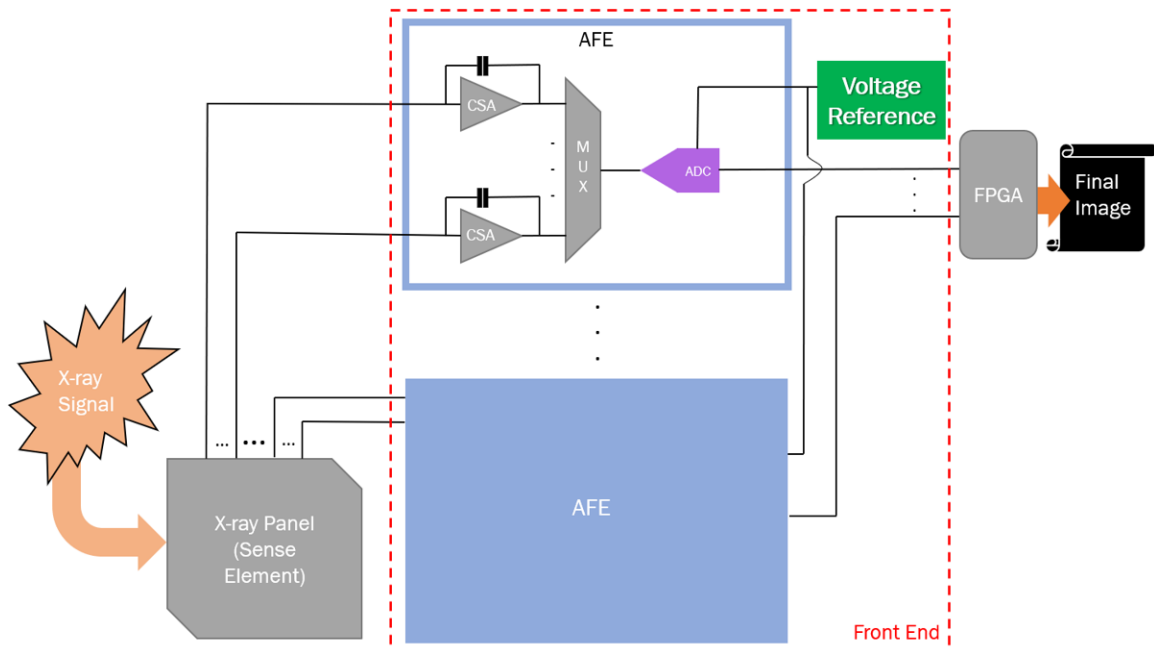


图 1. X 射线系统前端的简化方框图

AFE 通过使用电荷加法放大器将来自 X 射线面板的电荷转换为电压。然后，该电压馈入多路复用器，该多路复用器向模数转换器 (ADC) 提供一个模拟信号。AFE 中的 ADC 使用外部精密电压基准来提供精确的数据转换。

一旦前端得到数字信号，数字减影射线摄影技术可帮助提高图像质量。该技术比较含有患者和不含患者的两种扫描图像，以便消除图像缺陷。这两张图像是在短时间范围内拍摄的，因此温度变化超小；毕竟，X 射线系统处于温度受控的环境中。但是，数字减影射线摄影过程可补偿由前端的微小温度变化引起的图像差异。

为 X 射线系统实施低噪声电路的设计挑战

前端中存在的任何噪声，包括精密电压基准和 AFE 中的噪声，将通过所有通道传播并降低最终图像分辨率，从而导致图像质量低下。

选择具有超低噪声的外部精密电压基准代替内部电压基准，有助于提高图像分辨率，并减少 X 射线拍摄次数。因此，这不仅可以降低患者和医疗专业人员受到的辐射暴露，还能够缩减医疗保健成本。

表 1 定义了要考虑的一些电压基准参数。

表 1. 重要的电压基准参数

参数	说明
闪烁噪声	0.1Hz 至 10Hz 范围内的噪声
输出电压噪声	10Hz 至 1kHz 范围内的噪声
温漂	输出电压如何随温度而变化

根据数模转换器或 ADC 的位数或有效位数 (ENOB)，表 1 中的参数可直接影响电路的增益误差和信噪比 (SNR)。在 X 射线系统中，增益误差较高会导致图像质量下降。此外，电压基准的闪烁噪声会影响 ADC 的 SNR。

方程式 1 和方程式 2 可得出 ADC 的噪声和 SNR：

$$\text{Total ADC Noise (RMS)} = \sqrt{(\text{Inherent ADC Noise})^2 + (\text{Voltage Reference Noise})^2 + (\text{Buffer Noise})^2} \quad (1)$$

$$\text{SNR}_{\text{ADC}} = 20 \log\left(\frac{V_{\text{ref}}}{2\sqrt{2} \text{ Total ADC Noise}}\right) \quad (2)$$

从方程式 1 中可以看出，随着电压基准噪声的降低，总 ADC 噪声将减小。查看方程式 2 可知，降低电压基准噪声会导致 ADC 的 SNR 增加。较高的 SNR 会导致较高的 ENOB，这是提高系统分辨率所必需的。因此，电压基准噪声应该远远小于 ADC 的噪声，这一点很重要。

在许多情况下，选择 TI 的 REF70 或 REF54 等外部电压基准可以提高 ADC 的 SNR。精密电压基准具有低噪声是一个重要的考虑因素。表 2 列出了 REF70 和 REF54 串联电压基准的参数。

表 2. REF70 与 REF54 串联电压基准参数

参数	REF70	REF54
闪烁噪声	0.23ppm _{p-p}	0.45ppm _{p-p} 或 0.11ppm _{p-p} ，具有降噪电容器
输出电压噪声	0.35ppm _{rms}	0.7ppm _{rms}
温漂	2ppm/°C	0.8ppm/°C

通过选择 REF70 或 REF54 等低噪声精密电压基准来降低模拟前端中存在的噪声，将增大 ADC 中的 SNR，从而提高 X 射线系统中的图像分辨率。

结语

提高 X 射线图像的质量可以改善人们获得的医疗服务。鉴于 X 射线成像技术的广泛应用，该领域有许多机会来实现技术进步。

设计 X 射线系统时，最终目标是生成质量尽可能高的图像。虽然有很多方法可以实现这一目标，但其中最重要的是，为 X 射线系统前端设计选择理想的电压基准。此外，采用低噪声电路设计也极为重要。选择 REF54 或 REF70 等低噪声电压基准可帮助提高图像分辨率和整体图像质量。

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 © 2024，德州仪器 (TI) 公司