

Technical Article

저잡음 전압 레퍼런스를 선택하여 X선 이미지 해상도 향상



잭슨 화이트먼

X-레이의 영상 해상도를 향상시키는 가장 효과적인 방법 중 하나는 데이터 획득 부분을 신중하게 설계하여 프런트 엔드에 존재하는 잡음을 줄이는 것입니다. 데이터 수집 회로에서 저잡음 직렬 전압 레퍼런스를 사용하는 것은 잡음을 줄이고 고해상도 이미지를 생성하기 위해 선택할 수 있는 한 가지 설계 방법입니다.

이 글에서 REF54 또는 REF70과 같은 저잡음 전압 레퍼런스를 선택하는 것이 최종 엑스레이 이미지 해상도의 향상에 어떻게 도움이 되는지 보여드리겠습니다. (맞춤형 집적 회로와 X선 시스템의 프런트 엔드를 구분하기 위해 "프런트 엔드"는 맞춤형 집적 회로, 전압 레퍼런스 및 기타 장치가 포함된 X선 시스템의 섹션을 의미하고 "아날로그 프런트 엔드(AFE)"는 맞춤형 통합 회로를 의미합니다.)

X선 영상 작업 및 시스템 설계 개요

엑스레이 시스템에서 AFE는 엑스레이 패널로부터 생성된 신호를 수신합니다. AFE는 프런트 엔드에서 데이터 수집이 이루어지는 특별히 설계된 집적 회로입니다. 엑스레이 시스템에는 모두 공통 전압 레퍼런스를 사용하는 엑스레이 시스템에 사용하도록 설계된 여러 AFE가 포함되어 있습니다.

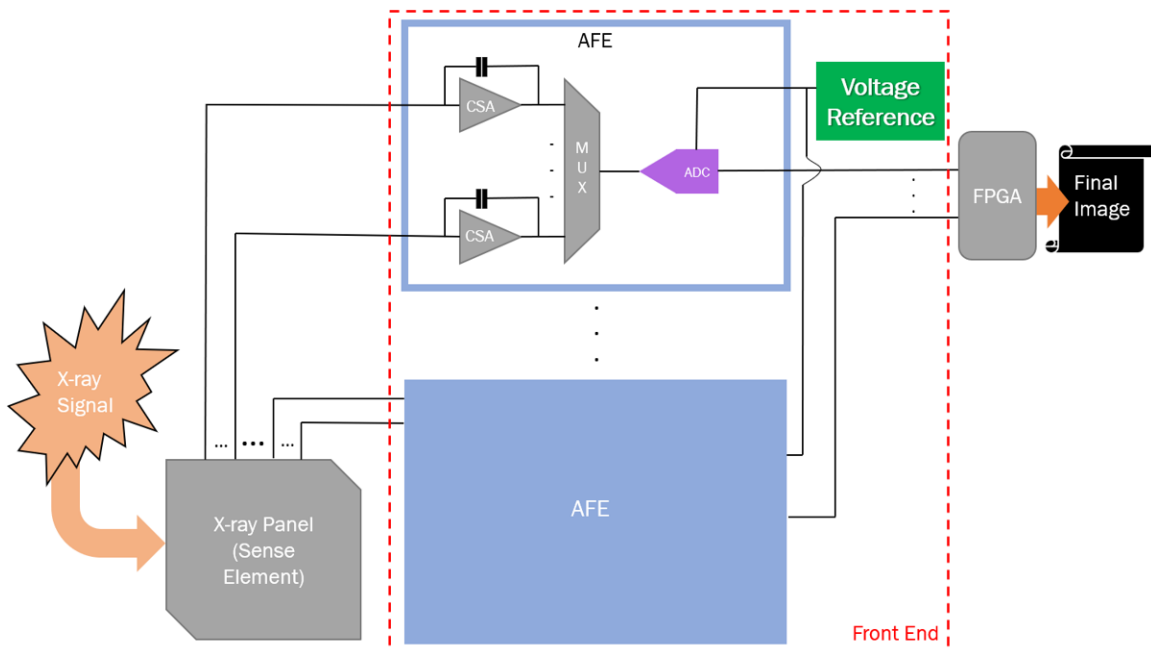


그림 1. 엑스레이 시스템 프런트 엔드의 간소화된 블록 다이어그램

AFE는 전하 가산 증폭기를 사용하여 X선 패널에서 나오는 전하를 전압으로 변환합니다. 그런 다음 이 전압은 ADC(아날로그-디지털 컨버터)에 아날로그 신호를 제공하는 멀티플렉서에 공급됩니다. AFE에 있는 ADC는 외부 정밀 전압 레퍼런스를 사용하여 정확한 데이터 변환을 제공합니다.

프런트 엔드에 디지털 신호가 있으면 디지털 공제 방사선 촬영이 영상 품질을 개선하는 데 도움이 됩니다. 디지털 공제 방사선 촬영은 환자 영상과 환자 없는 영상을 비교하여 영상의 결함을 제거합니다. 두 영상은 온도 변화가 최소화될 수 있는 짧은 시간 내에 촬영됩니다. 즉, X선 시스템은 온도 제어 환경에서 작동하는 것입니다. 그러나 디지털 공제 방사선 촬영의 과정은 프런트 엔드에서의 작은 온도 변화로 인한 영상 불일치를 보상합니다.

엑스레이 시스템을 위한 저잡음 회로 구현 시 설계상의 문제

정밀 전압 레퍼런스와 AFE를 포함하여 프런트 엔드에 존재하는 모든 잡음은 모든 채널을 통해 전파되고 최종 이미지 해상도를 낮추어 이미지 품질을 저하시킵니다.

내부 전압 레퍼런스 대신 초저잡음으로 외부 정밀 전압 레퍼런스를 선택하면 이미지 해상도를 개선하고 X선 촬영 횟수를 줄일 수 있으므로 환자와 의료진의 직업상 피폭 및 건강 관리 비용이 절감됩니다.

표 1 은(는) 몇 가지 전압 레퍼런스 매개 변수를 정의합니다.

표 1. 중요 전압 레퍼런스 매개 변수

매개변수	설명
플리커 잡음	잡음이 0.1Hz ~ 10Hz에서 발생
출력 전압 잡음	잡음이 10Hz ~ 1kHz에서 발생
온도 드리프트	온도에 따라 출력 전압이 변하는 방식

디지털-아날로그 컨버터 또는 ADC의 비트 수 또는 ENOB(유효 비트 수)에 따라 **표 1**의 매개 변수는 회로의 게인 오류 및 SNR(신호 대 잡음 비율)에 직접 영향을 줄 수 있습니다. X선 시스템에서 게인 오류가 높을수록 영상 품질이 저하됩니다. 또한 전압 레퍼런스의 플리커 잡음은 ADC의 SNR에 영향을 미칩니다.

방정식 1 및 **방정식 2** ADC의 잡음 및 SNR을 보여줍니다.

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

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

방정식 1에서 전압 레퍼런스의 잡음이 줄어들면 총 ADC 잡음이 줄어드는 것을 확인할 수 있습니다. **방정식 2**을(를) 보면 전압 레퍼런스 잡음을 줄이면 ADC의 SNR이 증가한다는 것을 알 수 있습니다. SNR이 높을수록 ENOB가 더 높아지는데, 이는 시스템 해상도를 높이는 데 필요합니다. 따라서 전압 레퍼런스 잡음이 ADC 잡음보다 훨씬 낮은 것이 중요합니다.

많은 경우 TI의 REF70 또는 REF54와 같은 외부 전압 레퍼런스를 선택할 경우 ADC의 SNR을 개선할 수 있습니다. 저잡음의 정밀 전압 레퍼런스는 필수적인 고려 사항이 될 것입니다. **표 2**에는 REF70 및 REF54 직렬 전압 레퍼런스의 매개 변수가 나열되어 있습니다.

표 2. REF70 대 REF54 직렬 전압 레퍼런스 매개 변수

매개변수	REF70	REF54
플리커 잡음	0.23ppm _{p-p}	잡음 감소 커패시터가 있는 0.45ppm _{p-p} 또는 0.11ppm _{p-p}
출력 전압 잡음	0.35ppm _{rms}	0.7ppm _{rms}
온도 드리프트:	2ppm/°C	0.8ppm/°C

REF70 또는 REF54와 같은 저잡음 정밀 전압 레퍼런스를 선택하여 아날로그 프런트 엔드에 존재하는 잡음을 낮추면 ADC의 SNR이 높아져 X선 시스템에서 이미지 해상도를 향상시킬 수 있습니다.

마무리

X선 영상의 품질을 높이면 사람들이 받는 의료 서비스가 향상됩니다. X선 영상 기술이 광범위하게 사용됨에 따라, 이 분야의 기술 발전에 많은 기회가 발생하고 있습니다.

X선 시스템을 설계할 때 궁극적인 목표는 가능한 최상의 영상을 생성하는 것입니다. 이를 달성하는 방법은 여러 가지가 있지만, 가장 중요한 것은 엑스레이 시스템의 프론트 엔드 설계에 가장 적합한 전압 레퍼런스를 선택하는 것입니다. 또한 저잡음 회로 설계가 매우 중요합니다. REF54 또는 REF70과 같은 저잡음 전압 레퍼런스를 선택하면 이미지 해상도와 전체 이미지 품질을 향상시킬 수 있습니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안, 규정 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 ti.com에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated