

Application Note

전압 감지 애플리케이션을 위한 차동, 단일 종단 고정 게인 및 비율 측정 출력을 지원하는 절연 증폭기



Alexandra Torres

추상

텍사스 인스트루먼트에서 차동 출력, 단일 종단 고정 게인 출력 및 단일 종단 비율 측정 출력 옵션을 갖춘 절연 AC 및 DC 전압 감지 증폭기의 새로운 포트폴리오인 AMC0xxxD/S/R 제품군을 소개합니다.

목차

1 머리말.....	2
2 차동, 단일 종단 고정 게인 및 비율 측정 출력 개요.....	2
2.1 차동 출력을 지원하는 절연 증폭기.....	2
2.2 단일 종단, 고정 게인 출력을 지원하는 절연 증폭기.....	3
2.3 단일 종단, 비율 측정 출력을 지원하는 절연 증폭기.....	5
3 애플리케이션 예시.....	8
3.1 제품 선택 트리.....	8
4 요약.....	9
5 참고 자료.....	9

상표

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

1 머리말

여러 차량용 시스템 및 산업용 시스템은 혹독한 환경에서 고전압에서 작동하므로 고성능 절연 전압 센서 설계는 시스템 효율성과 장기적인 안정성을 유지하는 데 매우 중요합니다. 올바른 절연 증폭기를 선택하려면 시스템 정확도, PCB 공간, 장치가 구현되는 시스템의 비용 등 많은 고려 사항이 필요합니다. 성능 요구 사항을 충족하면서 설계 크기와 비용이 감소하여 정확도가 향상된 시스템을 설계하기 위해 텍사스 인스트루먼트에서는 차동 출력, 단일 중단 고정 게인 및 비율 측정 출력 옵션을 갖춘 새로운 절연 AC 및 DC 전압 감지 증폭기 포트폴리오인 AMC0xxxD/S/R 제품군을 출시합니다.

2 차동, 단일 중단 고정 게인 및 비율 측정 출력 개요

2.1 차동 출력을 지원하는 절연 증폭기

차동 출력 증폭기는 높은 정확도, 잡음 내성이 필요한 시스템에 널리 필요하며 신호 무결성을 위해 설계되었습니다. 차동 출력 증폭기는 양극과 음극 출력의 두 가지 출력을 제공합니다. 이는 크기는 같지만 위상은 반대입니다. 두 개의 동일하게 균형 잡힌 출력 신호를 사용하는 차동 출력 증폭기는 신호 저하 없이 접지 이동을 처리할 수 있어 고정밀 및 고성능 애플리케이션을 위해 설계된 차동 출력 증폭기입니다. 증폭기가 접지 시프트에 대한 민감하지 않기 때문에 이러한 장치는 신호 무결성을 유지하면서 먼 거리에서 출력 신호를 라우팅할 수 있습니다.

차동 출력 증폭기와 함께 몇 가지 설계 고려 사항이 있습니다. 이러한 고려 사항 중 하나는 PCB 레이아웃입니다. PCB 레이아웃이 불량하면 증폭기의 정확한 공통 모드 출력 전압을 유지할 수 있는 능력이 저하될 수 있습니다. 차동 증폭기가 인버팅 및 비인버팅 경로에 모두 의존하므로 출력 오류를 최소화하기 위해 두 출력 라인에 동일한 PCB 트레이스 길이를 확인하여 대칭을 유지하는 것이 필수적입니다. 차동 출력 증폭기를 ADC(아날로그-디지털 컨버터)로 구성하기 위한 다양한 설계 옵션이 있습니다. **그림 2-1**에서 보듯이 옵션 1은 차동 출력 증폭기를 차동 입력 ADC에 직접 인터페이스하는 구성입니다. 하지만 MSP430과 C2000과 같은 프로세서에는 단일 중단 입력 ADC가 내장되어 있습니다. 이러한 고려 사항은 차동 신호에서 단일 중단 신호로 변환하여 ADC와 직접 상호 작용해야 할 필요성을 생각하기 때문입니다. 단일 중단 입력 ADC로 출력하는 가장 좋은 설계는 **그림 2-1**의 옵션 2와 같이 차동 중단 출력으로 변환한 것입니다.

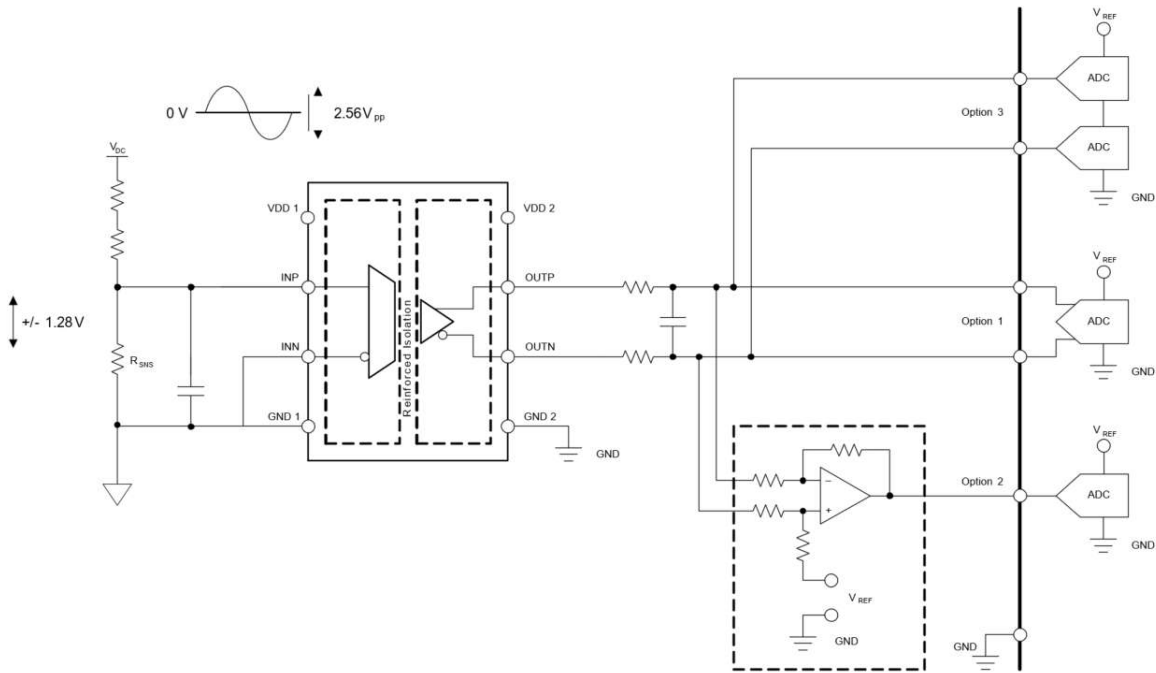


그림 2-1. 차동 출력 구성

이 구성에서는 추가 증폭기를 도입하여 차동 신호를 ADC로 직접 출력하는 단일 중단 신호로 변환할 수 있습니다. 차동-단일 중단 출력 단계의 상호 작용에 대한 자세한 내용은 [± 250mV 입력 범위 및 단일 중단 출력 전압을 지원하는 절연 전류 감지 회로](#), 아날로그 엔지니어의 회로를 참조하십시오. 또 다른 설계는 **그림 2-1**의 옵션 3에서 표시된 것처럼 두 개의 단일 중단 입력 ADC를 사용하여 MCU의 값을 뺍니다. 그러나 옵션 3은 복잡 오류의 단점과 추가 ADC가 필요하므로 이 옵션이 덜 매력적입니다.

2.2 단일 중단, 고정 게인 출력을 지원하는 절연 증폭기

새 제품군은 차동 출력의 이점을 얻을 수 없는 소형 설계를 위한 대체 장치를 제공합니다. 차동 증폭기와 단일 중단 출력 증폭기의 차이는 주로 이러한 증폭기가 잡음, 출력 신호 및 설계 특성을 처리하는 방식으로 요약할 수 있습니다. 새로운 장치제품군에서는 고정 게인을 지원하는 단일 중단 증폭기와 비율 측정 게인을 지원하는 단일 중단 증폭기의 두 가지 옵션을 소개합니다.

단일 중단 고정 게인 증폭기는 사용 편의성과 비용 효율성을 위해 널리 필요합니다. 단일 중단 고정 게인 증폭기는 증폭기의 입력 전압에 비례하는 단일 중단 신호를 출력할 수 있습니다. 이 장치는 단일 중단 입력 ADC와 직접 상호 작용하도록 설계되었기 때문에 이전에 [그림 2-1](#)에서 참조한 것과 같이 추가 차동-단일 중단 증폭기 변환 단계는 더 이상 필요하지 않습니다. 따라서 이 설계는 더 적은 부품을 필요로 하므로 설계 크기가 작아지고 BOM 비용이 낮아져 컴팩트한 시스템에 적합하게 설계되었습니다.

단일 중단 고정 게인 장치에 대한 설계 고려 사항 중 하나는 장치의 접지 잡음 감도입니다. 접지 전위에 대한 변동은 신호에 잡음이나 오류를 도입하여 출력 신호에 왜곡을 가져올 수 있으며, 적절한 접지 및 부품 선택을 통해 제거할 수 있습니다. 고려하지 않을 경우, 이로 인해 신호 대 잡음 비율이 감소하고 전체 성능이 저하될 수 있습니다. 또 다른 설계 고려 사항은 장치의 레퍼런스(REFIN) 핀에 적용되는 전압이며, 장치의 핀아웃은 [그림 2-4](#)에 나와 있습니다. [그림 2-2](#)에서는 입력 전압 범위가 0~2.25V인 단일 중단 고정 게인 출력 장치인 AMC0x11S 장치의 입력-출력 전송 특성을 보여줍니다.

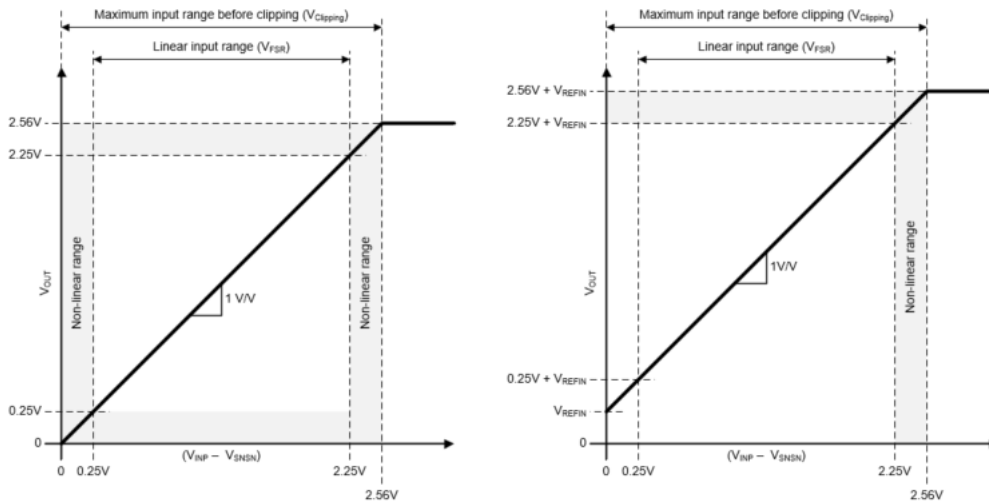


그림 2-2. AMC0x11S의 입력-출력 전송 특성

왼쪽 이미지는 REFIN이 GND2로 단락되는 사례를 보여줍니다. 오른쪽 이미지는 $V_{REFIN} = 250\text{mV}$ 일 때를 보여줍니다. $\geq 250\text{mV}$ 전압을 REFIN에 공급하면 선형 입력 전압 범위가 0V로 확장됩니다. 출력 버퍼는 선형 작동을 위해 최소 250mV 헤드룸이 필요합니다. 따라서 REFIN이 GND2로 단락되면 이 장치는 0V에 가까운 입력 전압에 대한 비선형 동작을 보여줍니다. AMC0x11S 장치의 출력 전압에 대한 방정식은 다음과 같습니다.

AMC0x11S의 출력 전압:

$$V_{OUT} = (V_{INP} - V_{SNSN}) + V_{REFIN} \tag{1}$$

입력 전압 범위가 ±1V인 단일 종단 고정 게인 장치인 AMC0x30S 장치의 경우 출력은 입력 전압(V_{IN})에 정비례하며, 여기서 $REFIN$ 을 GND2라고 합니다. 출력은 다음 방정식으로 정의할 수 있습니다.

AMC0x30S의 출력 전압:

$$V_{OUT} = (V_{INP} - V_{SNSN}) + V_{REFIN} \tag{2}$$

그림 2-3 에는 AMC0x30S 장치의 입력-출력 전송 특성이 나와 있습니다. 입력 전압이 -1V 미만 및 +1V 미만인 경우 장치의 출력은 계속 입력을 따르지만 선형성 성능이 저하됩니다.

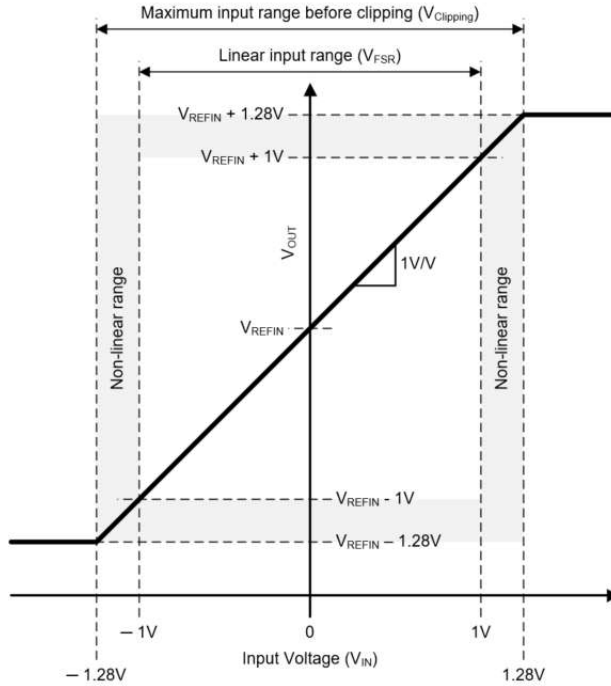


그림 2-3. AMC0x30S의 입력-출력 전송 특성

2.3 단일 종단, 비율 측정 출력을 지원하는 절연 증폭기

이 신제품 제품군은 고성능, 비용 효율적이고, 더 작은 시스템 크기에 대한 요구를 충족하는 포괄적인 장치 포트폴리오를 제공하기 위해 비율 측정 출력을 지원하는 단일 종단 장치 옵션을 포함하고 있습니다. 신제품 제품군의 단일 종단 비율 측정 출력 장치는 ADC의 레퍼런스 전압에 비례하여 게인을 조정하도록 설계되었습니다. 고정 게인 출력의 한 가지 단점은 고정 게인이 2V 출력 스윙만 제공할 수 있다는 것입니다. 5V 아날로그 IO를 사용하는 시스템은 ADC 입력 범위의 50%만 사용할 수 있으므로 측정 시 1비트 분해능이 손실됩니다. 비율 측정 출력을 통해 증폭기가 ADC 동적 범위를 완전히 활용하여 측정 해상도를 극대화할 수 있습니다. **그림 2-4** 및 **그림 2-5**은(는) 비율 측정 장치에 대한 두 가지 구성을 나타냅니다.

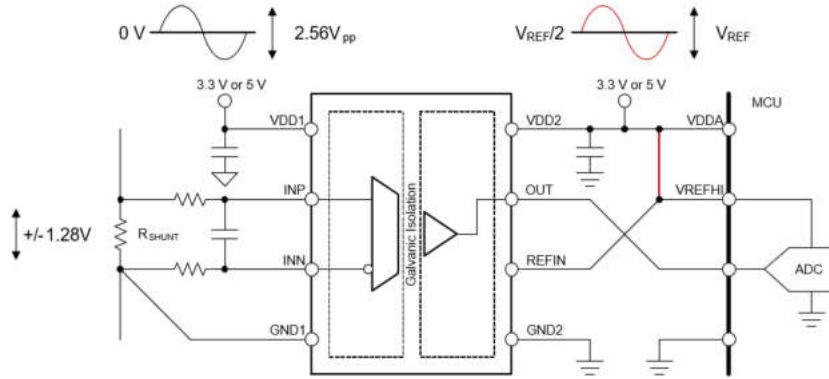


그림 2-4. 공급에서 파생된 참조

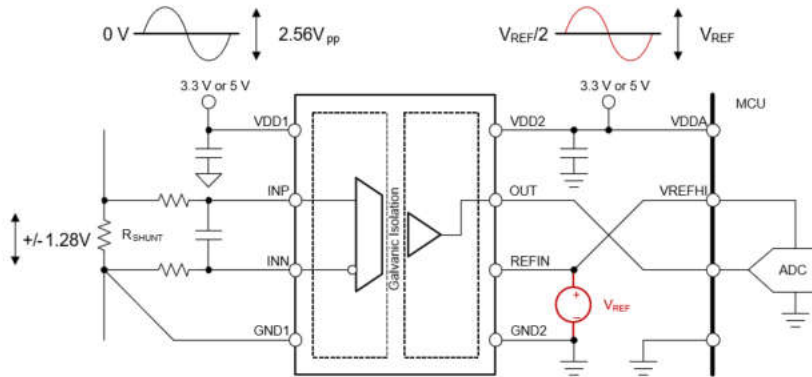


그림 2-5. 외부 참조에서 제공한 참조

전원 공급 장치 레일에서 파생된 레퍼런스 전압을 받으면 부품이 줄어들 수 있으므로 비용이 절감됩니다. 하지만 외부 레퍼런스에서 파생된 레퍼런스 전압을 사용하면 잡음이 낮아질 수 있습니다.

단일 종단 비율 측정 출력 장치의 설계로 인해 이 장치는 기준 전압 값에 민감하지 않고 부정확성 및 AC 장애에 내성이 있습니다. 이 장치는 향상된 분해능, 정확도 및 안정성을 달성하는 동시에 단 0.5V 종단 증폭기 단계에 차동을 추가할 필요가 없기 때문에 성능 사양을 충족하면서 PCB 공간을 덜 차지하고 BOM 비용 절감에 기여할 수 있는 비율 측정 옵션이 크게 선호되고 있습니다.

단일 종단 비율 측정 장치에 대한 설계 고려 사항 중 하나는 ADC의 입력 전압 범위입니다. 비율 측정 장치는 2.75~5.5V 레퍼런스 전압을 지원할 수 있기 때문에 비율 측정 장치는 입력 전압 범위가 3.3V 및 5V인 ADC용으로 가장 잘 설계되었습니다. 이 장치의 또 다른 설계 고려 사항은 라우팅입니다. ADC 및 증폭기의 레퍼런스 전압이 비례하기 때문에 ADC의 레퍼런스 전압을 비율 측정 장치로 라우팅해야 합니다.

그림 2-6에서는 입력 전압 범위가 ±1V인 단일 종단 비율 측정 게인 장치인 AMC0x30R의 입력 대 출력 전송 특성을 보여줍니다. 바이폴라 입력 장치는 기준 전압의 중간 지점을 중심으로 증폭기가 바이어스되기 때문에 $V_{IN} = 0$ 에서 V_{REF} 의 50%를 출력할 수 있습니다.

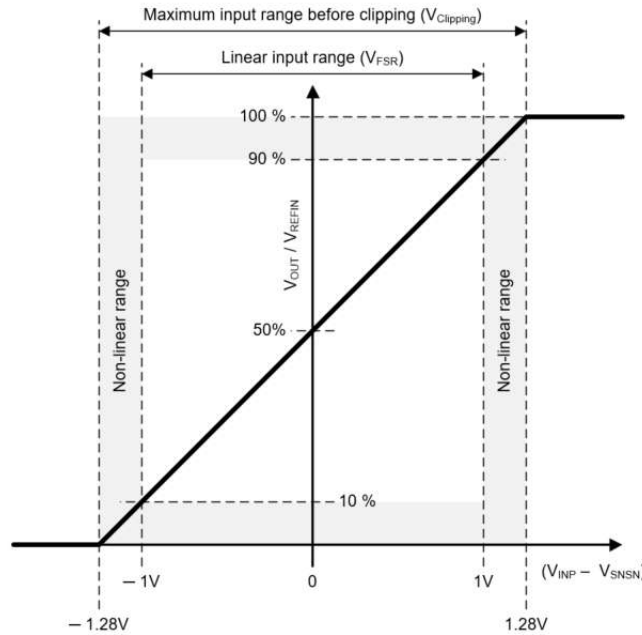


그림 2-6. AMC0x30R의 입력-출력 전송 특성

지정된 선형 입력 범위 내 입력 전압의 경우 장치가 전압을 다음 방정식으로 정의할 수 있습니다.

AMC0x30R의 출력 전압:

$$V_{OUT} = ((V_{INP} - V_{SNSN}) / V_{Clipping}) \times V_{REFIN} / 2 + V_{REFIN} / 2. \quad (3)$$

입력 전압이 -1V 미만 및 +1V 미만인 경우 장치의 출력은 계속 입력을 따르지만 선형성 성능이 저하됩니다.

입력 전압 범위가 0.13~2.25V인 단일 종단 비율 측정 장치인 AMC0x11R에는 출력 전압이 다음과 같은 방정식에 의해 정의됩니다.

AMC0x11R의 출력 전압:

$$V_{OUT} = ((V_{INP} - V_{SNSN}) / V_{Clipping}) \times V_{REFIN}. \quad (4)$$

AMC0x11S와 유사하게 AMC0x11R 장치는 0V 근처의 입력 전압에 대한 비선형 동작을 보이는데, 이는 그림 2-7에 나와 있습니다.

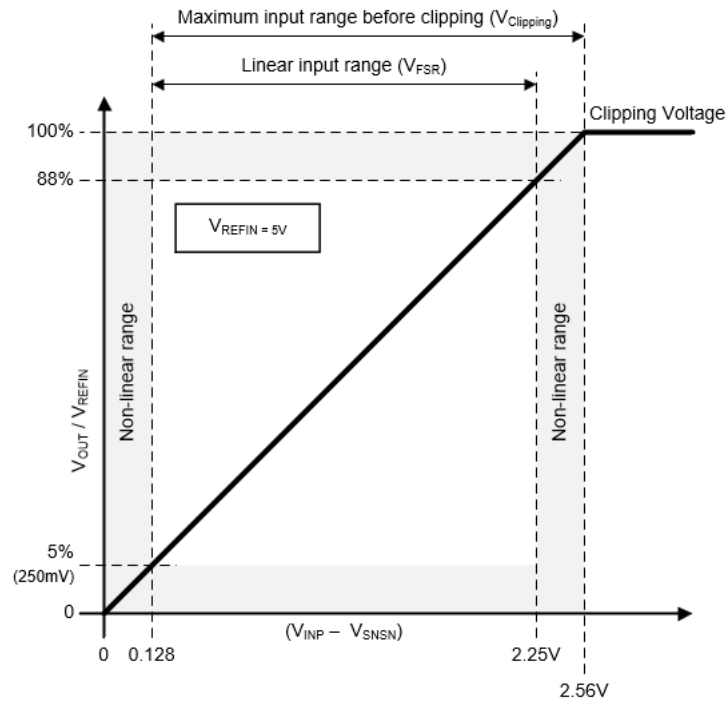


그림 2-7. AMC0x11R의 입력-출력 전송 특성

$V_{REFIN} = 5V$ 에서 선형 작동을 위한 최소 입력 전압은 128mV입니다. 출력은 레퍼런스의 5% 또는 250mV입니다. 선형 작동을 위한 최소 입력 전압은 다음 방정식을 사용하여 계산할 수 있습니다.

AMC0x11R의 선형 작동을 위한 최소 입력 전압:

$$V_{INP, MIN} = (250mV \times V_{Clipping}) / V_{REFIN} \quad (5)$$

3 애플리케이션 예시

3.1 제품 선택 트리

Isolated Voltage Sensing Selection Tree: New Device Family

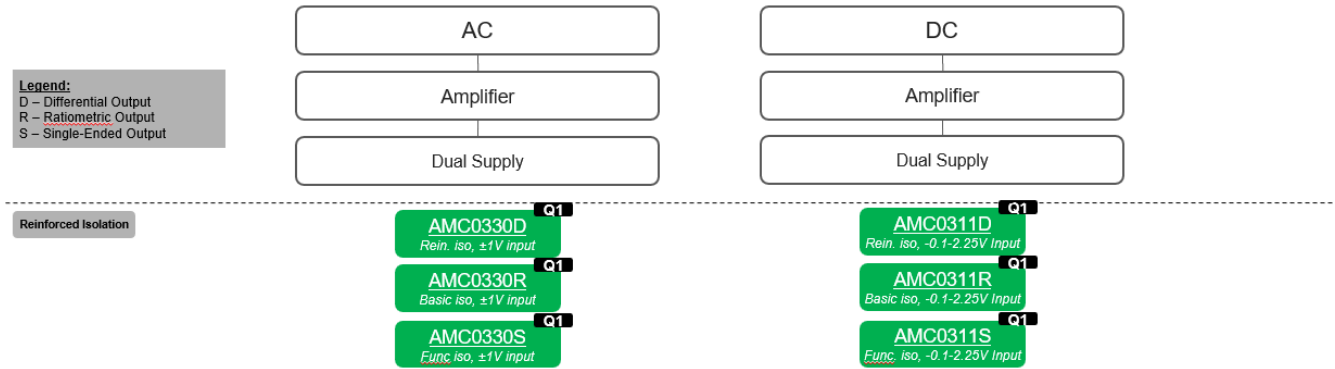


그림 3-1. 제품 선택 트리

새로운 장치 제품군에는 6가지 강화 절연 전압 감지 증폭기 옵션이 함께 제공되므로 DC 애플리케이션을 위한 0~2V 입력 전압 범위 및 AC 애플리케이션용 $\pm 1V$ 입력 전압 범위를 지원합니다. AMC0311D, AMC0311R 및 AMC0311S 장치는 단극 입력 옵션을 통해 DC 전압 감지를 지원하며, AMC0330D, AMC0330R 및 AMC0330S 장치는 그림 3-1에 나와 있는 것처럼 양극 입력 옵션을 통해 AC 전압 감지를 지원합니다. 전력 변환 및 모터 제어 토폴로지의 AC 및 DC 전압 감지 증폭기에 대한 사용 사례를 포함하여 특정 애플리케이션 사례에 대한 자세한 내용은 [절연 전압 감지를 통해 전력 변환 및 모터 제어 효율 극대화](#), 마케팅 백서를 참조하십시오.

4 요약

전압 감지 애플리케이션을 위한 절연 증폭기를 선택할 때 고려해야 할 많은 결정이 있습니다. 신제품 제품군의 장치는 차동 출력 및 단일 중단 출력 증폭기 옵션을 통해 설계 크기와 비용을 줄이면서 정확도를 높이도록 설계되었습니다.

5 참고 자료

- 텍사스 인스트루먼트, [DIYAMC-0-EVM 범용 DIY\(Do-it-Yourself\) 절연 증폭기 및 변조기 평가 모듈](#).
- 텍사스 인스트루먼트, [±250mV 입력 범위 및 단일 중단 출력을 지원하는 절연 전류 감지 회로](#), 아날로그 엔지니어의 회로.
- 텍사스 인스트루먼트, [절연 전압 감지로 전력 변환 및 모터 제어 효율 극대화](#), 마케팅 백서.
- 텍사스 인스트루먼트, [높은 신뢰도와 합리적인 가격대의 절연 기술 개발과 관련한 고전압 설계 문제의 해결](#) 마케팅 백서.

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 침해에 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.com](https://www.ti.com)에서 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 제안했을 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