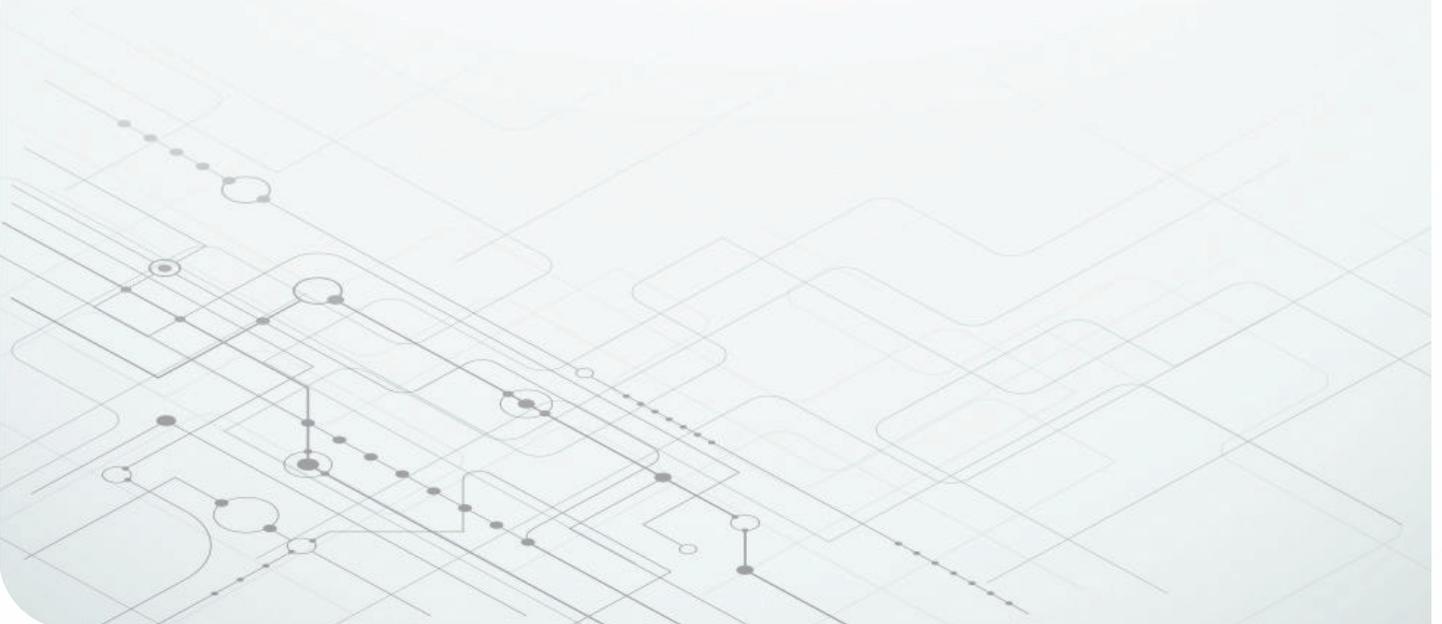


절연 전압 감지를 통해 전력 변환 및 모터 제어 효율 극대화



Kia Rahbar
Product Marketing Manager
TI's Isolated Converters



차량용 및 산업용 애플리케이션에 걸쳐 더 많은 재생 가능한 에너지를 하베스팅해야 하는 수요가 증가함에 따라 작고, 효율적이며, 정확하고, 비용 효율적인 전력 컨버터 및 모터 컨트롤러에 대한 필요성이 전례 없는 속도로 증가하고 있습니다.

고전압을 측정하기 위한 정확한 절연 전압 감지는 전기 공학적으로 중요한 과제이며, 전압은 점점 더 높아지고 있습니다. DC 전압은 400V_{DC}에서 800V_{DC}로, 그리고 최대 1,500V_{DC}까지 증가하고 있습니다. 소비자를 위한 경제성 또한 점점 더 중요해지고 있으며, 크기 최적화는 더 큰 혁신을 추구합니다. 따라서 오늘날의 요구 사항을 충족하는 정밀하고 크기에 최적화된 갈바닉 절연 전압 감지 장치가 필수가 되고 있습니다.

자동차 제조업체는 매년 더 긴 주행 거리(400마일 이상)를 지원하고 더 나은 운행 안전성을 제공하면서 경제성을 유지하는 전기 자동차(EV)를 개발하겠다는 목표를 제시합니다. 통합 절연 DC 전압 감지 장치는 온보드 충전기, DC/DC 컨버터 및 배터리 관리 시스템에서 DC 배터리 전압의 1% 미만의 정확도 오류를 제공함으로써 DC 전압 측정을 극대화하고 주행 범위를 늘릴 수 있습니다. 통합된 절연 AC 전압 감지 장치는 소형 집적 회로(IC) 내에서 단상 또는 3상 AC 그리드 전압을 정확하게 측정하여 전압 레벨의 그리드 사용을 극대화할 수 있습니다. AC 및 DC 절연 전압 감지 장치는 모두 기능 오류를 감지하고 운전자에게 알려 작동 안전을 제공할 수 있습니다. 또한 AC 및 DC 절연 전압 감지 장치는 외부 부품을 단일 IC에 통합하여 경제성을 높일 수 있으므로 설계자가 보다 에너지 효율적인 설계로 출시 기간을 단축할 수 있습니다.

스마트 에너지 인프라에서 첨단 통합을 지원하는 절연 전압 감지 장치는 DC 및 AC 충전기, 에너지 저장 시스템 및 태양광 인버터에서 비용 절감과 전력 밀도를 높일 수 있습니다. 이러한 절연 전압 감지 장치는 또한 1% 미만의 정확도 오류로 고정밀 전압 측정을 가능하게 하여 보다 정밀한 전력 공급과 더 낮은 전력 손실을 가능하게 합니다. 향상된 효율성으로 인해 비용 절감을 소비자에게 전달할 수 있습니다.

에너지 인프라 애플리케이션에는 AC 및 DC 전압 측정이 모두 필요합니다.

AC 전압 감지의 경우 정확한 절연 전압 센서를 통해 그리드 전압을 보다 정확하게 측정할 수 있습니다. 이는 역률 보정을 수행하기 위해 각 전압 간의 위상 차이를 알아야 하기 때문에 전력 컨버터에 중요합니다. 인버터 모드에서 절연 전압 센서는 부하, 그리드 또는 둘 다에 정밀한 전압 레벨을 제공합니다.

DC 전압 감지의 경우, 정확한 절연 전압 센서는 배터리를 최종 전압으로 충전할 때 정전압 단계에서 배터리 손상 없이 더 빠르게 충전할 수 있도록 도와줍니다.

그림 1에서는 전기자동차 및 에너지 인프라에서 절연 전압 감지가 발생하는 예를 보여줍니다.



그림 1. EV 및 에너지 인프라 시스템의 절연 전압 감지.

산업용 모터 드라이브 및 차량용 트랙션 인버터를 비롯한 오늘날의 모터 제어 애플리케이션에서 DC 전압 보다 정확한 측정에 대한 요구가 증가하고 있습니다. 고정밀, 소형 IC는 더 효율적인 DC 측정을 가능하게 하며, PCB(인쇄 회로 보드)에 많은 공간을 차지하지 않습니다. 이는 모터 제어 애플리케이션의 두 가지 과제입니다.

고전압 감지용 솔루션

TI에서는 시장 문제를 해결하고 더 효율적이고, 비용 효율적이며, 정확한 전력 변환 및 모터 제어 시스템을 가능하게 하는 제품 개발에 중점을 두고 있습니다. TI는 통합 고전압 레지스터 및 단일 종단 출력 장치를 포함한 2가지의 새로운 절연 전압 감지 기술을 개발했습니다.

집적 레지스터 장치

갈바닉 절연 전압 센서 증폭기 및 모듈레이터로 구성된 **AMC0380D04-Q1**, **AMC0381D10-Q1** 및 **AMC0386M10-Q1** 제품군은 고전압 저항 디바이더를 통합하여 전압을 ±1V 또는 0V~2V 레벨로 낮추기 위해 크고 비싼 외부 저항

이 필요하지 않습니다. 독립형 고전압 저항은 전압을 스텝 다운하고 시스템의 절연 등급을 유지하기 위해 최대 15개의 고전압 저항이 필요할 수 있으므로 PCB에서 많은 공간을 차지할 수 있습니다. 독립형 고전압 저항은 또한 측정 오류, 수명 드리프트 및 온도 드리프트의 중요한 원인이며, 라인 종료 보정이 필요합니다.

보드 공간을 절약하는 데 있어 AMC0380D04-Q1 ±400V_{AC} 입력 절연 증폭기인 AMC0381D10-Q1 1,000V_{DC} 입력 절연 증폭기와 AMC0386M10-Q1 ±1,000V_{AC} 입력 절연 변조기는 **그림 2**에서 보듯이 외부 고전압 저항이 필요하지 않아 시스템 수준 비용을 절감하고 솔루션 크기를 최대 50%까지 줄입니다.

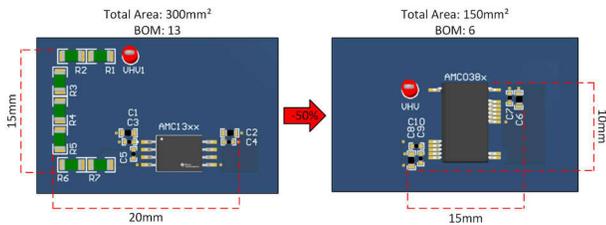


그림 2. 통합 레지스터 제품군의 통합 이점.

고 전압 저항기를 절연 전압 감지 장치에 통합하면 큰 저항 래더가 필요하지 않습니다. 또한 공장에서 AMC0380D04-Q1, AMC0381D10-Q1 및 AMC038610-Q1에 대한 내부 저항의 게인 오류를 보정하여 시스템 수준 보정이 필요하지 않게 되었으며, 이를 통해 제조 시간과 비용을 절감할 수 있습니다.

또한 이러한 장치는 정확도 향상을 통해 시스템 효율성을 높이는 데 도움이 될 수 있습니다. 통합 디바이더는 개별 저항에 비해 매우 낮은 온도와 수명 드리프트를 특징으로 하여 1% 미만의 정확도로 전압 측정을 지원합니다.

통합 저항 장치에 대한 자세한 내용은 애플리케이션 노트, **고전압 레지스터 절연 증폭기 및 모듈레이터를 사용한 향상된 정확도 및 성능**을 참조하십시오.

단일 종단 출력 장치

AMC1311과 같은 업계 표준 절연 증폭기를 사용하여 절연 전압 감지 회로를 설계할 때 일반적인 과제는 MCU(마이크로컨트롤러) 내부의 ADC(아날로그-디지털 컨버터)와 직접 인터페이스하기 위해 절연 증폭기의 차동 출력을 단일 종

단으로 변환하는 것입니다. 이는 비용이 많이 들고 추가 PCB 공간을 소비할 수 있습니다.

보드 공간을 절약하기 위해 **AMC0311R-Q1, AMC0311S-Q1, AMC0330R-Q1** 및 **AMC0330S-Q1** 장치는 일반적으로 연산 증폭기와 레퍼런스 전압으로 구성된 차동-단일 종단 변환 회로의 필요성을 제거하여 시스템 수준 비용을 절감하고 솔루션 크기를 줄이는 데 도움이 됩니다(**그림 3** 참조).

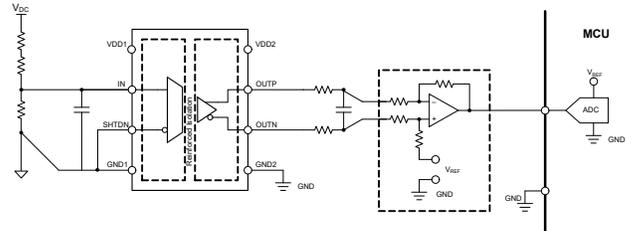


그림 3. 기존의 절연 전압 감지 토폴로지.

그림 4에서는 이러한 단일 종단 장치의 핀아웃을 보여줍니다.

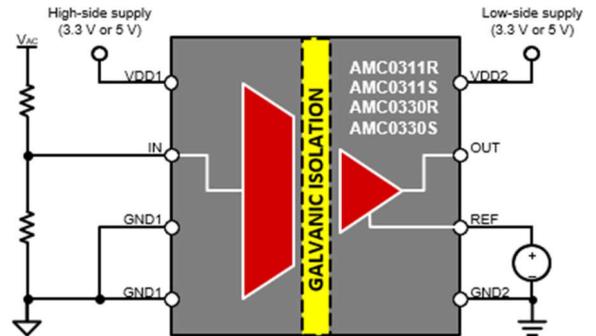


그림 4. 차동-단일 종단 연산 증폭기 통합.

AMC0311R-Q1 및 AMC0330R-Q1 장치와 함께 제공되는 보드 공간을 절약할 수 있고, 비율 측정 출력은 가변 출력 게인을 가능하게 하여, **그림 5**에 나와 있는 것처럼 MCU 내부의 ADC의 레퍼런스 전압을 따르는 절연 전압 감지 장치에서 출력 스윙을 제공합니다. 따라서 ADC의 전체 동작 범위를 사용하여 분해능 측정을 높일 수 있습니다.

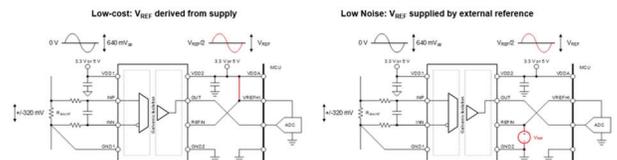


그림 5. 비율 측정 출력 절연 전압 감지.

통합 저항 장치에 대한 자세한 내용은 **전압 센서 애플리케이션을 위한 차동, 단일 종단 고정 게인 및 비율 측정 출력을 지원하는 절연 증폭기**를 참조하십시오.

통합 절연 전압 감지 사용 사례

그림 6에는 전력 변환 시스템의 표준 토폴로지가 나와 있습니다. AC 전압 감지의 경우 외부 고전압 저항기(녹색 직사각형) 없이 AMC0380D04-Q1 또는 외부 고전압 저항기(노란색 직사각형)와 함께 AMC0330D-Q1, AMC0330S-Q1 또는 AMC0330R-Q1 없이 AMC0380D04-Q1을 사용할 수 있습니다.

DC 전압 감지를 위해서는 외부 고전압 저항기(파란색 사각형) 없이 AMC0381D10-Q1 및 AMC0386M10-Q1 또는 외부 고전압 저항기(빨간색 사각형)와 함께 AMC0311D-Q1, AMC0311S-Q1 또는 AMC0311R-Q1을 사용할 수 있습니다.

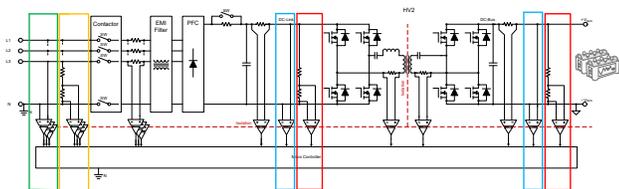


그림 6. 전력 변환 애플리케이션을 위한 절연 전압 감지.

그림 7에는 모터 제어 시스템의 표준 토폴로지가 나와 있습니다. AC 전압 감지의 경우 외부 고전압 저항기(녹색 직사각형) 없이 AMC0380D04-Q1 또는 외부 고전압 레지스터(노란색 직사각형)와 함께 AMC0330D-Q1, AMC0330S-Q1 또는 AMC0330R-Q1 없이 AMC0380D04-Q1을 사용할 수 있습니다.

DC 전압 감지를 위해 외부 고전압 저항기(파란색 직사각형) 없이 AMC0381D10-Q1 및 AMC0386M10-Q1 또는 외부 고전압 저항기(빨간색 직사각형)와 함께 AMC0311D-Q1, AMC0311S-Q1 또는 AMC0311R-Q1을 사용할 수 있습니다.

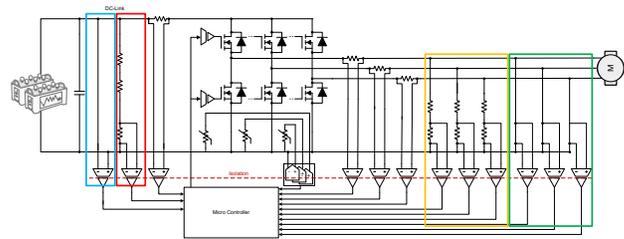


그림 7. 모터 제어 애플리케이션의 절연 전압 감지.

결론

작고 효율적이며 정확하고 비용 효율적인 전력 컨버터 및 모터 컨트롤러는 오늘날의 시장에서 매우 중요합니다. AC 전압 감지를 위한 AMC0380D04-Q1, AMC0386M10-Q1, AMC0330D-Q1, AMC0330S-Q1 및 AMC0330R-Q1 장치와 DC 전압 감지를 위한 AMC0381D-Q1, AMC038610-Q1, AMC0311D-Q1, AMC0311S-Q1 및 AMC0311R-Q1 장치는 설계 과제를 해결하여 순 방출 제로 미래의 목표를 실현하는 데 도움이 됩니다.

추가 리소스

- 고전압 센서 제품과 관련된 업데이트된 레퍼런스 설계를 확인하십시오.
 - 800V, 300kW SiC 기반 트랙션 인버터 시스템 레퍼런스 설계 ([TIDM-02014](#) 다운로드)
 - 10kW, 양방향 3상 3레벨(T형) 인버터 및 PFC 레퍼런스 설계([TIDA-01606](#) 다운로드)
- [AMC038XEVM](#) 평가 모듈 및 [DIYAMC-0-EVM](#) 평가 모듈을 주문하여 설계를 시작하세요.
- TI의 [전압 감지 솔루션](#)에 대해 자세히 알아보세요.

중요 알림: 이 문서에 기술된 텍사스 인스트루먼트의 제품과 서비스는 TI의 판매 표준 약관에 의거하여 판매됩니다. TI 제품과 서비스에 대한 최신 정보를 완전히 숙지하신 후 제품을 주문해 주시기 바랍니다. TI는 애플리케이션 지원, 고객의 애플리케이션 또는 제품 설계, 소프트웨어 성능 또는 특허권 침해에 대해 책임을 지지 않습니다. 다른 모든 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보 공개는 TI가 승인, 보증 또는 동의한 것으로 간주되지 않습니다.

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

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