

# AMC3330을 사용한 라인 간 절연 전압 측정을 위한 분할 탭 연결



Data Converters

Samiha Sharif

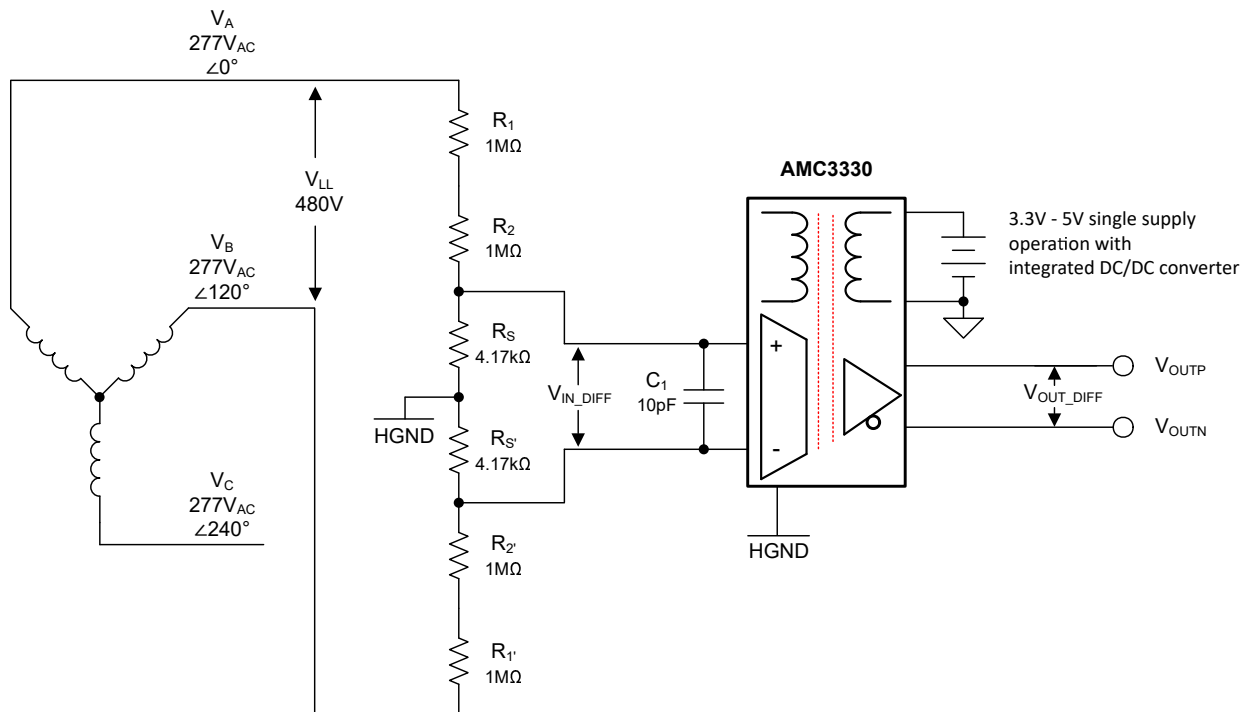
## 설계 목표

전압 소스			AMC3330 입력 전압		AMC3330 출력 전압	
$V_A$	$V_B$	결과 $V_{LL}$	$V_{IN\ DIFF, MIN}$	$V_{IN\ DIFF, MAX}$	$V_{OUT\ DIFF, MIN}$	$V_{OUT\ DIFF, MAX}$
$277V_{AC}$ $\angle 0^\circ$	$277V_{AC}$ $\angle 120^\circ$	$\pm 480\ V$	-1 V	+1 V	-2 V	+2 V

## 설계 설명

이 회로는 AMC3330 절연 증폭기와 전압 분할기 회로를 활용하여 분할 탭 라인 간 절연 전압 감지 측정을 수행합니다. 라인 간 측정은 이상이  $120^\circ$ 인  $277V_{AC}$  소스 2개 사이에서 실시됩니다. 전압 분할기 회로는 라인 간 전압을  $\pm 480V$ 에서  $\pm 1V$ 로 줄여 AMC3330의 입력 전압 범위에 일치시킵니다. AMC3330은 2V/V의 고정 게인으로  $\pm 1V$ 의 차동 신호를 측정할 수 있습니다. AMC3330은 1.2G $\Omega$ 의 차동 입력 임피던스와 2.5nA의 낮은 입력 바이어스 전류를 갖추고 있어 고전압 애플리케이션의 신호 감지에서 낮은 게인 오류와 낮은 오프셋 오류를 지원합니다.

균형 잡힌 3상 AC 전압 시스템에서 분할 탭 구성을 사용하면 2개의 라인 간 전압 측정으로 파생 방식을 통해 3개의 라인-중립 전압을 모두 측정할 수 있습니다.



## 설계 노트

1. AMC3330은 높은 입력 임피던스와 낮은 입력 바이어스 전류로 인해 전압 감지 애플리케이션에 최적이며, 두 가지 두 DC 오류를 최소화합니다. 통합된 절연 전원 공급 장치와 양극 입력 전압 범위로 인해 AMC3330은 AC 라인 간 전압 감지에 이상적입니다.
2. 원하는 입력 신호 범위에 대한 시스템의 선형 작동을 확인하십시오. 이는 **DC 전송 특성** 섹션의 시뮬레이션을 사용하여 검증됩니다.
3. 저항 분할기 회로에 사용되는 저항이 소스 입력 전압을 AMC3330 입력 전압 범위인  $\pm 1V$ 로 줄일 수 있는지 확인하십시오.
4. 저항 분할기 회로에 사용되는 저항의 작동 전류 및 전압 정격이 충분한지 확인하십시오.
5. 데이터 시트의 절대 최대 정격 표에 설명된 대로 AMC3330 입력 전류가  $\pm 10mA$  미만인지 확인하십시오.

## 설계 단계

1.  $120^\circ$  떨어져 있는 두 개의  $277V_{AC}$  소스 사이의 총 라인 간 전압( $V_{LL}$ )을 계산합니다.

$$V_{LL} = \sqrt{3} \times 277 V = 480 V$$

2. 전압 분할기 회로에 대한 AMC3330의 입력 전압에 대한 라인 간 전압의 비율을 계산합니다.

$$3. \quad Ratio = \frac{1V_{AMC3330, input}}{480 V} = 0.0020833$$

4.  $R_1, R_2, R_{1'}, R_{2'}$ 에 대해  $1M\Omega$  저항을 선택합니다. 이전 단계와 다음 전압 분할기 방정식으로 얻은 비율을 사용하여 AMC3330 입력 전압을  $\pm 1V$ 로 줄이는 데 필요한 등가 감지 저항  $R_{sense}$ 를 해석합니다.

$$0.0020833 = \frac{R_{sense}}{R_1 + R_2 + R_{1'} + R_{2'} + R_{sense}} = \frac{R_{sense}}{4 M\Omega + R_{sense}}$$

$$R_{sense} = \frac{8333.2 \Omega}{1 - 0.0020833} = 8350.6 \Omega$$

5. 분할 탭 구성에는 두 개의 등가 감지 저항인  $R_S$  및  $R_{S'}$ 가 필요합니다. [아날로그 엔지니어의 계산기](#)를 사용하여  $R_S$  및  $R_{S'}$ 에 가장 근접한 표준 값을 결정합니다.

$$R_S = R_{S'} = \frac{R_{sense}}{2} = \frac{8350.6 \Omega}{2} = 4175.3 \Omega = 4.17 k\Omega$$

6. 전력 손실이 저항의 정격을 초과하지 않도록 전압 소스에서 전압 분할기 회로를 통해 흐르는 전류를 계산합니다. 자세한 내용은 [고전압 측정의 고려 사항](#)을 참조하십시오.

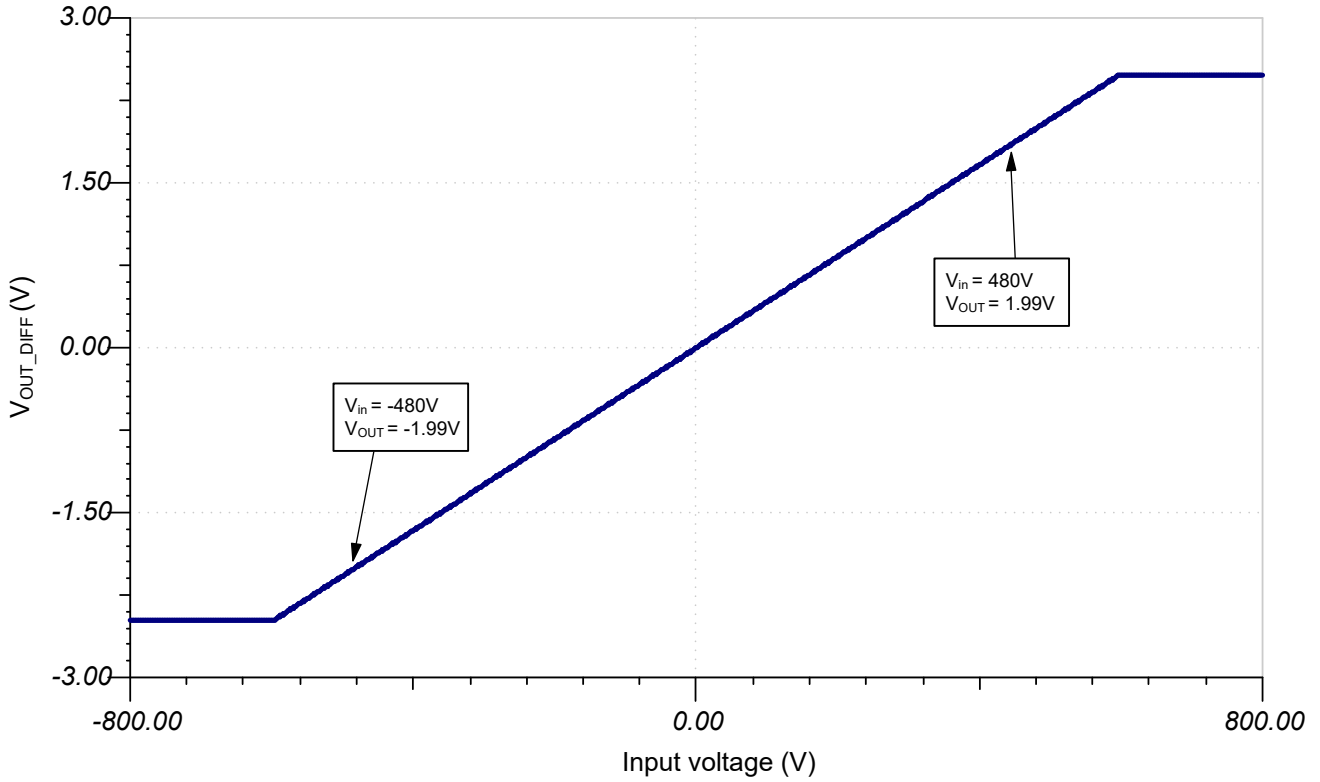
$$I_{AMC3330, input} = \frac{V}{R} = \frac{480 V}{4 \times 1 M\Omega + 2 \times 4.17 k\Omega} = 0.039 mA$$

7. 전압 분할기의 게인은 다음과 같습니다.  $\frac{1}{480}$  AMC3330의 게인은 2이며, 전송 함수 방정식을 사용하여 480V의 입력 전압에 대한 출력 전압을 계산할 수 있습니다.  $V_{OUT} = Gain \times V_{IN}$ .

$$V_{OUT} = \frac{1}{480} \times 2 \times 480 V = 2 V$$

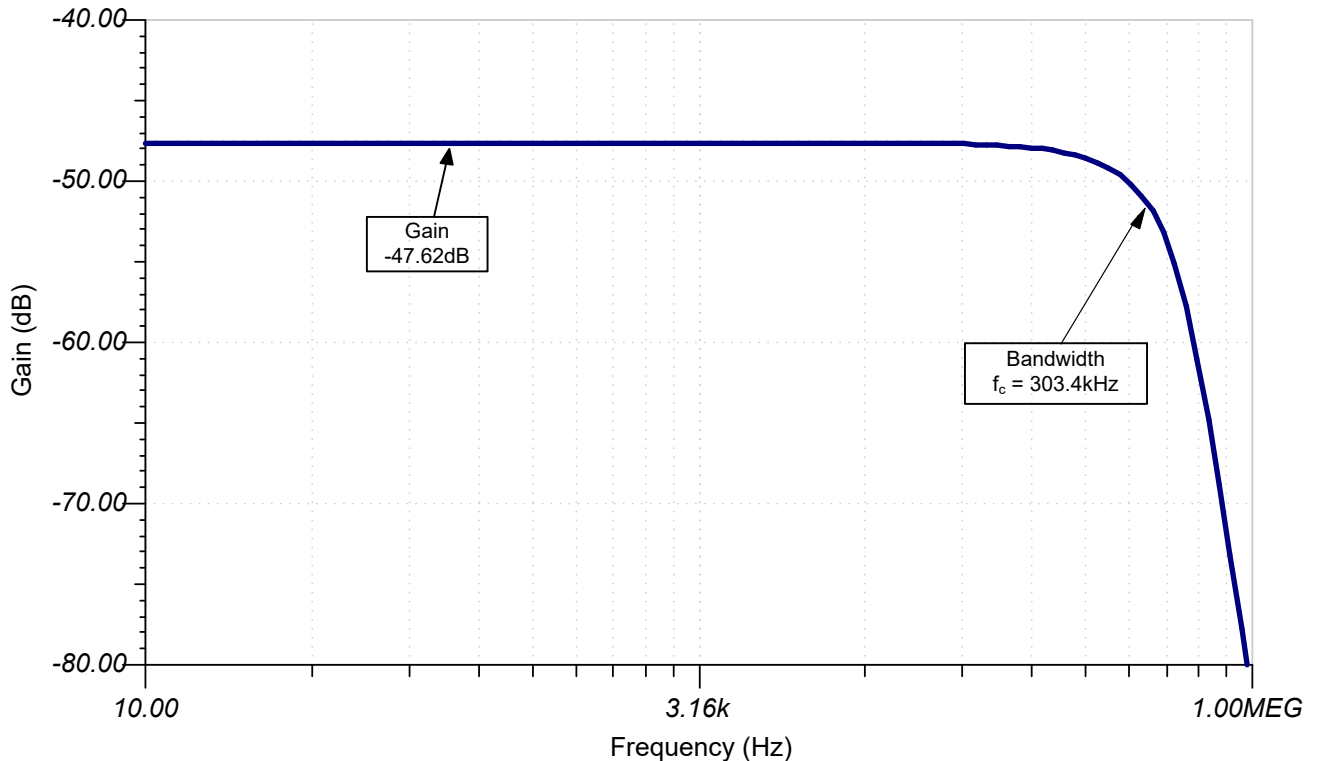
### DC 전송 특성

다음 그래프는  $\pm 800V$  입력에 대해 AMC3330의 시뮬레이션된 차동 출력을 보여줍니다. 출력 전압은 이전 페이지에서 계산한 바와 같이 480V의 입력 전압에서 약 2V입니다.



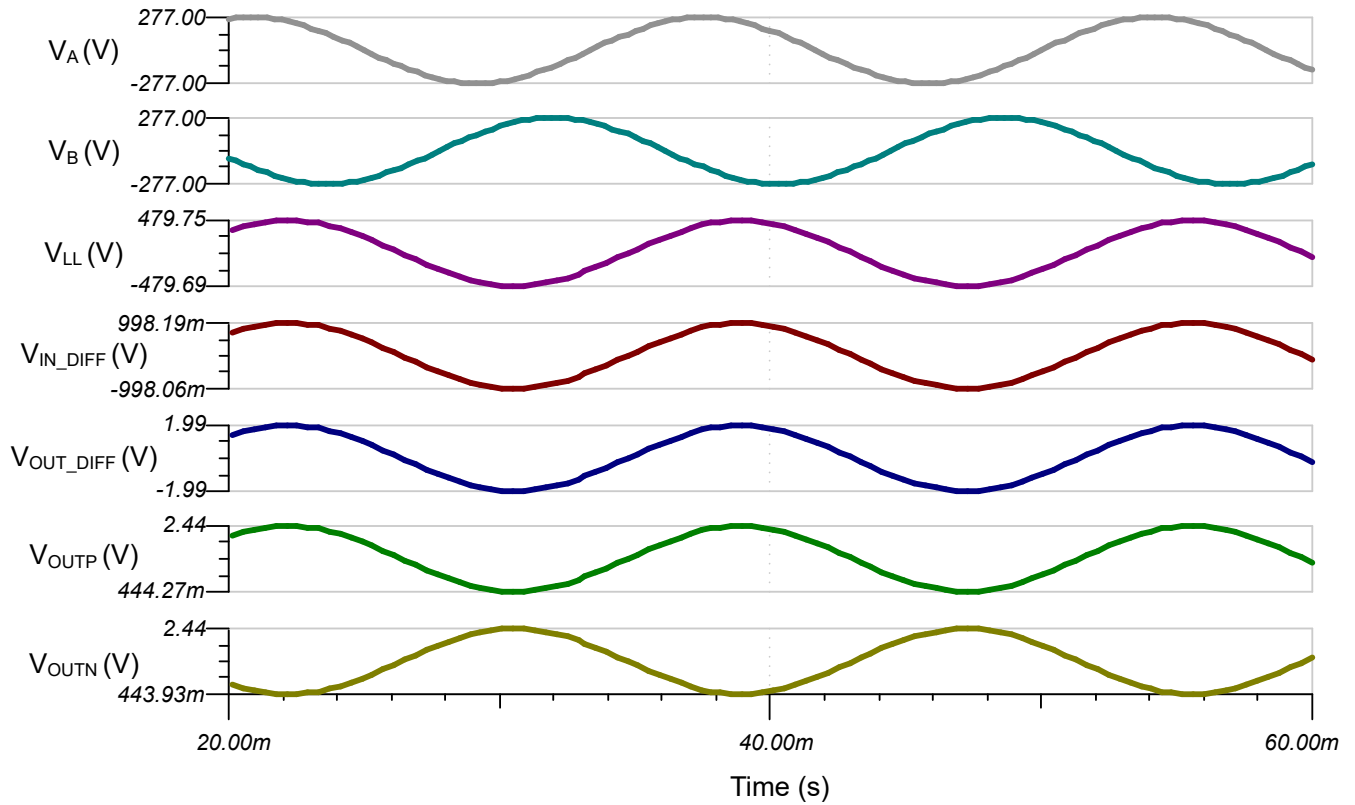
### AC 전송 특성

시뮬레이션된 게인은 -47.62dB로, 전압 분할기 및 AMC3330의 예상 게인과 거의 일치합니다.



## 시뮬레이션 결과

다음 시뮬레이션은 AMC3330의 입력 및 출력 신호를 보여줍니다.



## 설계 레퍼런스

1. [절연 증폭기 전압 감지 Excel 계산기](#)
2. [아날로그 엔지니어의 회로 안내서](#)
3. [TI Precision Labs - 연산 증폭기](#)
4. [TI Precision Labs - 아날로그-디지털 컨버터](#)

### 주요 절연 연산 증폭기 설계

AMC3330	
입력 전압 범위	±1 V
공칭 게인	2
입력 저항	0.8GΩ(일반)
작은 신호 대역폭	375 kHz
입력 오프셋 전압 및 드리프트	±0.3mV(최대), ±4 μV/°C(최대)
게인 오류 및 드리프트	±0.2%(최대), ±45ppm/°C(최대)
비선형성 및 드리프트	0.02%(최대), ±0.4ppm/°C(일반)
절연 과도 과전압	6 kV <sub>PEAK</sub>
작동 전압	1.2 kV <sub>RMS</sub>
CMTI(공통 모드 과도 내성)	85kV/μs(최소)
<a href="#">AMC3330</a>	

### 대체 절연 연산 증폭기 설계

ISO224B	
VDD1	4.5V~18 V
VDD2	4.5V~5.5 V
입력 전압 범위	±12 V
공칭 게인	1/3
V <sub>OUT</sub>	VDD2/2의 출력 공통 모드에서 차동 ±4V
입력 저항	1.25MΩ(일반)
작은 신호 대역폭	275 kHz
입력 오프셋 전압 및 드리프트	±5 mV(최대), ±15 μV/°C(최대)
게인 오류 및 드리프트	±0.3%(최대), ±35ppm/°C(최대)
비선형성 및 드리프트	0.01%(최대), ±0.1ppm/°C(일반)
절연 과도 과전압	7 kV <sub>PEAK</sub>
작동 전압	1.5 kV <sub>RMS</sub>
CMTI(공통 모드 과도 내성)	55 kV/μs(최소)
<a href="#">ISO224</a>	

## 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 © 2022, 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