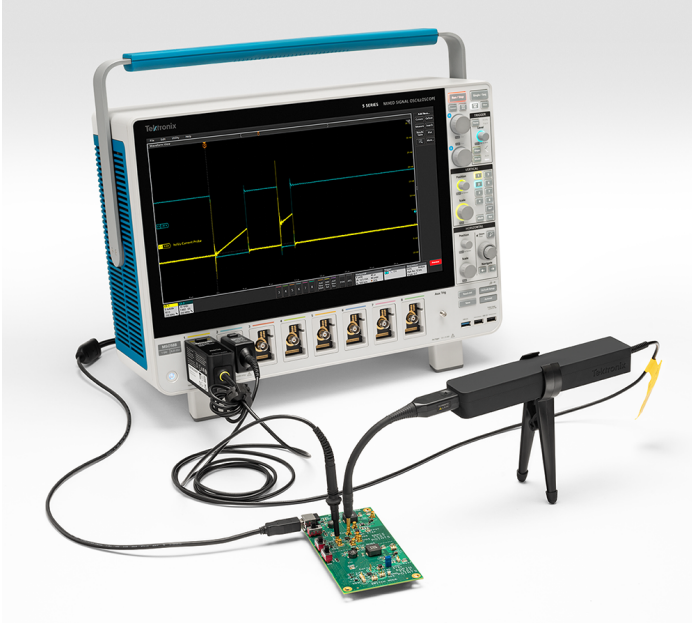


IsoVu™ 절연 전류 프로브

TICP100, TICP050, TICP025 데이터 시트



개요

TICP 제품군 IsoVu™ 절연 전류 프로브는 탁월한 대역폭, 노이즈 제거 기능, 정확도, 전류 측정의 용이성을 제공합니다.

완전한 전기적 절연으로 접지 루프를 제거하고 아주 높은 공통 모드 제거가 가능합니다. 1X 구성에서 TICP 제품군 프로브의 50Ω 입력은 4.7nV/√Hz 미만의 극도로 낮은 소음만 일으키기 때문에 선트의 정확한 측정에 이상적입니다. 프로브는 다양한 감쇠 팁을 제공해 차동 전압 범위를 확장합니다. 사용된 선트에 따라, 프로브는 저전력 모바일 디자인을 위한 마이크로암페어(μA)부터 산업 및 이동 시스템을 위한 수백 암페어에 이르기까지 다양한 범위에서 전류 측정을 실행할 수 있습니다.

주요 성능 사양 및 특징

- 프로브 팁 및 오실로스코프 간 전기적 절연
- 1GHz, 500MHz, 250MHz 등 3가지 대역폭에서 사용 가능
- 1X, 10X, 100X 프로브 팁이 사용되는 선트에 따라 폭 넓은 범위의 전류 측정 가능
- 소음 수준 4.70nV/√Hz(20MHz에서 <21μV_{RMS}) 미만
- 1MHz에서 최대 90dB CMRR
- 최대 공통 모드 전압: 1.8 kV; 오염 지수 1 환경에서 사용; 과도 전류 레벨 5kVpk 초과하지 않는 상태에서 최대
- 1.5% DC 게인 정확도
- 최신 B 모델 포함 4, 5, 6 MSO 장비와 호환 가능
- TekVPI™ 인터페이스로 오실로스코프 전면 패널 또는 프로그래밍 인터페이스에서 제어 및 프로브 구성 가능

핵심 애플리케이션

- 전류 선트 측정
- SiC 또는 GaN, FET, IGBT를 사용해 절반/전체 브리지 설계
- 이중 펄스 테스트(DPT)
- 플로팅 게이트 측정
- 전력 컨버터 설계
- 스위칭 파워 서플라이 시스템
- 안정된 상태, 대기, 켜짐 상태 전류 모니터링

팁은 측정 범위를 확장하고, 번거로움을 최소화하고, 소음을 줄입니다

TICP 제품군 프로브는 센서 기반이며 클램프가 켜진 오실로스코프 프로브로 진행하기 어렵거나 불가능한 저전류 및 고전류 측정 모두에 적합합니다. 3가지의 감쇠 팁이 있어 선트 저항 및 그 정격을 기반으로 광범위한 전류를 손쉽게 측정할 수 있습니다.

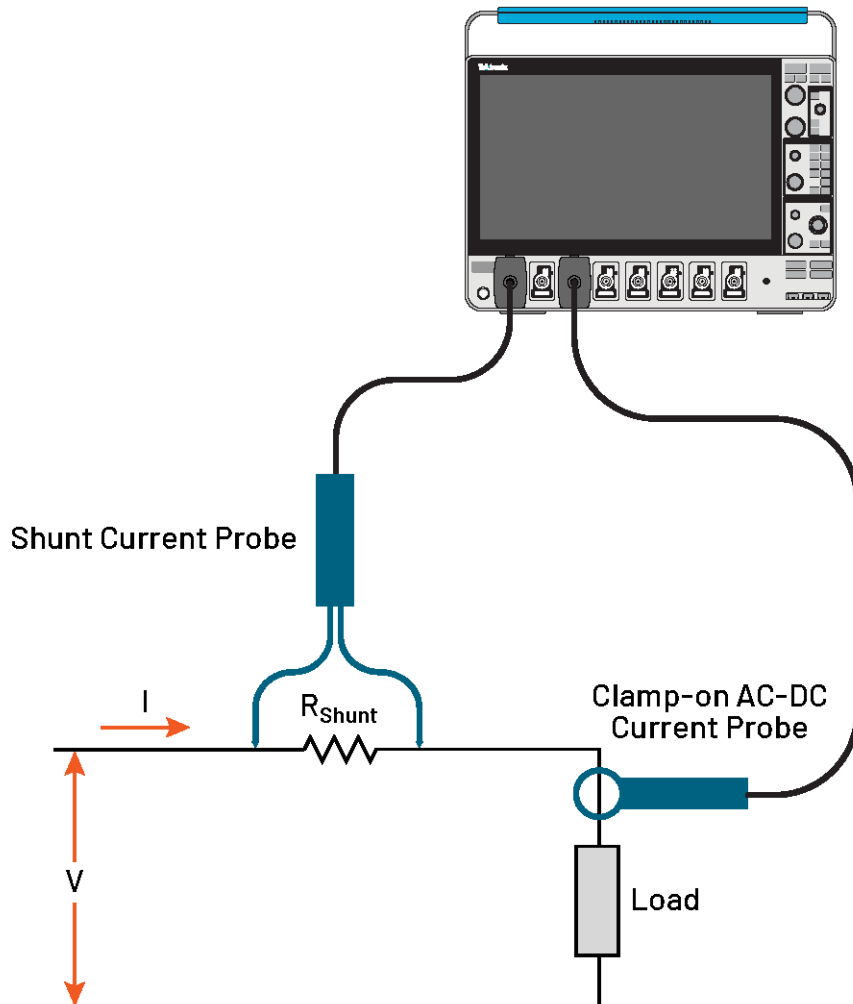
프로브는 고성능 전류 측정 기능과 더불어 편리한 연결성 역시 제공할 수 있도록 설계되었습니다. 팁은 MMCX 및 SMA 커넥터를 구비하고 있어 적절한 접지 및 절연이 가능합니다. 이는 소음 최소화, 접지 루프, 정확한 전류 측정에 중요한 요소입니다. 팁 덕분에 상업적으로 사용 가능한 대부분의 선트에 직접 연결할 수 있습니다. 하지만 적절한 어댑터를 사용하여 팁과 선트를 연결할 수도 있습니다.

프로브 팁은 고유의 리버시블 IsoConnect™ 인터페이스로 프로브 본체와 연결되어, 방향을 신경쓰지 않고 팁을 간단하게 체결할 수 있습니다. 유연성을 염두에 두고 설계된 프로브 팁은 굽힘 반지름이 작아 좁은 공간에서도 연결이 용이합니다. 표준 프로브에는 삼각 어댑터와 양각대가 포함되어 있어 시험 설정 시 배치 및 위치 잡기가 용이합니다.

전류 션트 측정

테스트 시스템에서 전류를 측정하는 두 가지 방법입니다. 첫 번째 방법은 전기 전도체 주변의 필드를 감지한 다음 이를 전류를 나타내는 신호로 변환하는 일을 포함합니다. 이 방법은 대부분의 클램프 온 방식 전류 프로브 또는 로고스키 코일에서 사용됩니다. 두 번째 방법은 옴의 법칙을 사용해 전류를 측정하는 것입니다. 정밀도 션트 레지스터 전반에 걸쳐 전압 강하를 측정하면 전류를 측정할 수 있는데, 이는 TICP 제품군 프로브에서 사용되는 방식입니다.

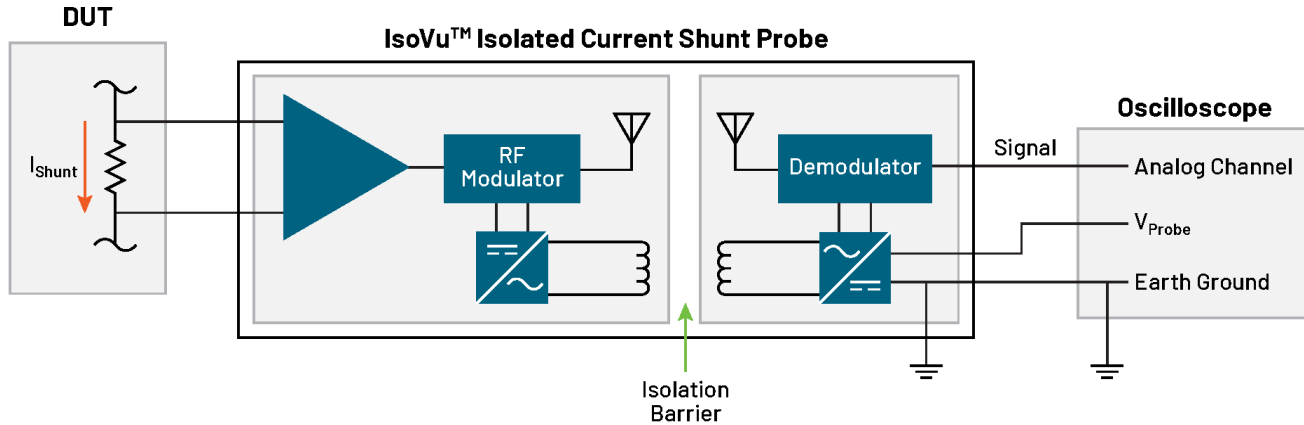
전류 션트 또는 전류 확인 레지스터(CVR)는 일반적으로 광범위한 주파수 반응을 보이며, 폭 넓은 주파수 스펙트럼에 걸쳐 AC 및 DC 전류 모두를 정확하게 측정합니다. 컴팩트한 사이즈로 기존 회로에 최소한의 공간을 차지하면서 손쉽게 결합될 수 있습니다. 션트 레지스터는 PCB 내에 설계되어야 하기에 전압 강하가 일어나기는 하지만, 센서 기반 전류 측정과 비교했을 때 높은 정확도, 최소한의 왜곡, 낮은 간섭 등 몇 가지 중요한 장점을 지닙니다.



절연으로 플로팅 측정이 가능하며 획기적으로 낮은 수준의 소음만 발생

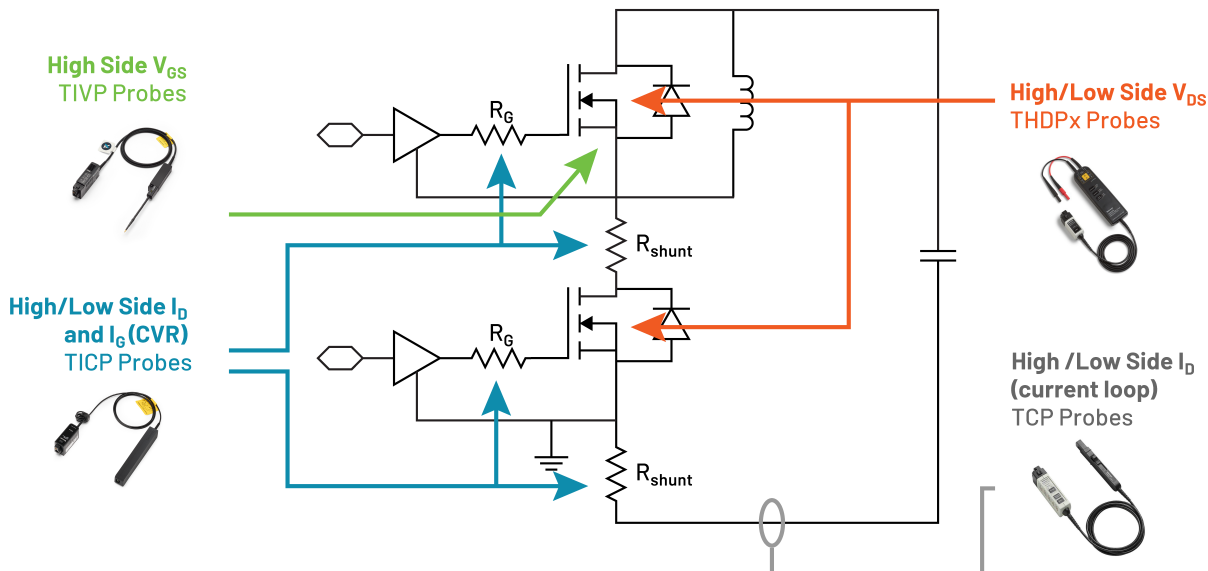
TICP 시리즈 IsoVu 절연 전류 프로브를 사용하면 기존의 한계를 넘어 오실로스코프에서 보다 정확하고 다양한 전류 측정을 할 수 있습니다

변압기, 로고스키, 홀 효과 전류 프로브와 달리, TICP 전류 프로브는 고성능 셉트 또는 CVR와 함께 사용될 경우 DC부터 수백 MHz에 이르기까지 다양한 범위에서 측정을 할 수 있습니다. 프로브 팁 및 오실로스코프 사이의 완전한 RF 절연으로 접지 루프가 제거되며 1MHz에서 최대 90dB까지 탁월한 공통 모드 제거(CMRR)가 되기 때문에 공통 모드 소음을 크게 줄일 수 있습니다. 낮은 감쇠 및 낮은 입력 임피던스(50Ω)는 셉트 전만에 걸쳐 저전압($\pm 0.5V$) 측정을 실시할 때 $4.7nV/\sqrt{Hz}$ 미만의 낮은 소음(1GHz에서 $<150\mu V$)만을 발생시킵니다.



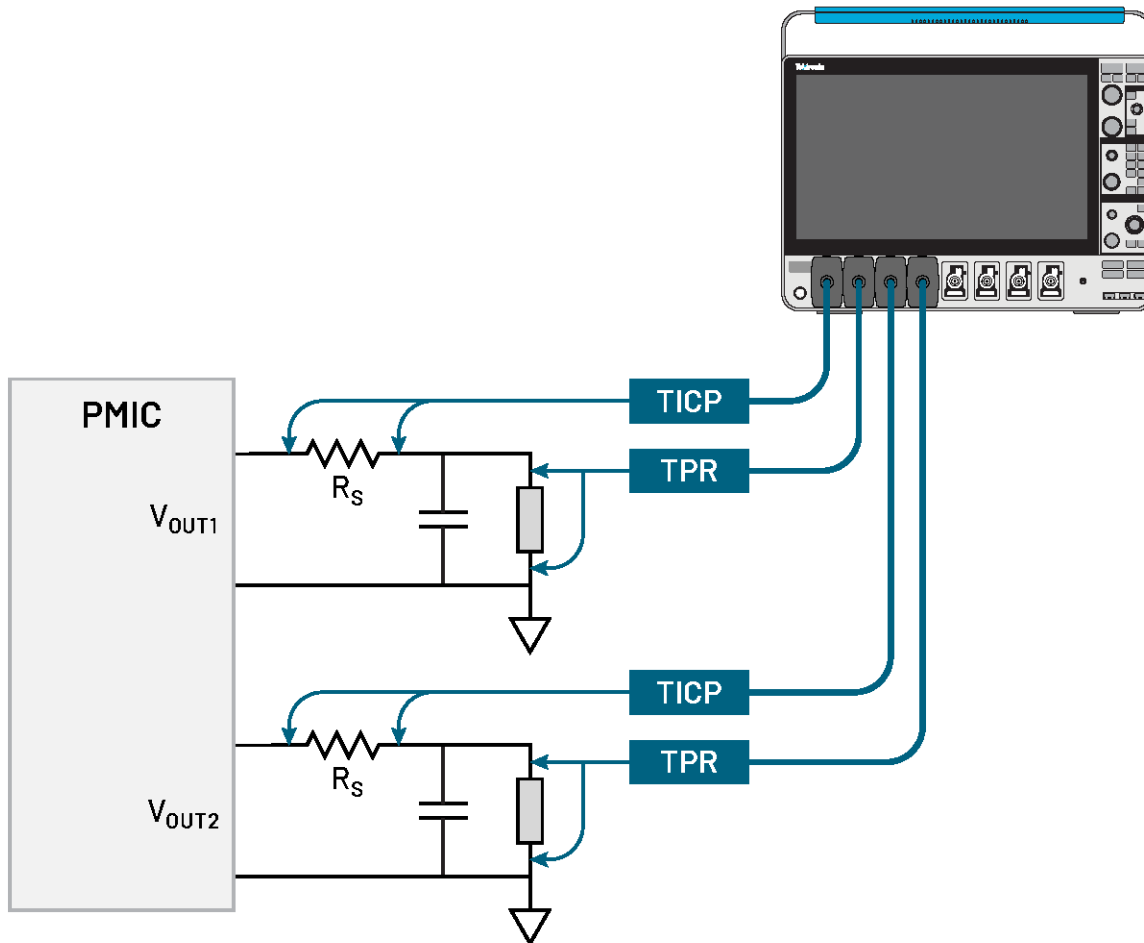
고전류 시스템에서 고품질 전류 측정

TICP 제품군 프로브는 광대역 밴드갭(WBG) 스위칭 장치의 빠른 상승 시간을 정확하게 파악하는 데 필요한 대역폭을 제공합니다. 이렇게 하면 고전력 SiC 및 GaN 전력 컨버터의 다양한 전류를 정확하게 측정할 수 있습니다. 탁월한 IsoVu™ TIVP 절연 전압 프로브를 보완하는 동시에 전류 측정 시 이와 비슷하게 획기적인 절연을 나타냅니다. 절연은 접지 루프를 제거하고 높은 쪽 전류 손실(I_d)의 정확한 측정을 가능하게 합니다.



저전력 시스템에서 저전류 측정

TICP 제품군 프로브는 특정한 시스템 활동, 대기에서 사용 상태로 전환할 때의 전류 소모량을 측정할 수 있는 대역폭을 갖추고 있습니다. 소음이 적은 아키텍처는 셉트 전반에 걸쳐 저전류를 정확하게 측정하는 데 중요합니다. TICP 제품군의 공통 모드 전압 정격은 대부분의 디퍼런셜 프로브보다 높기 때문에 보다 높은 전압의 전원 레일에서 전류 셉트 측정이 가능합니다. 6 제품군 MSO의 낮은 소음과 함께 사용하면 전반적인 시스템이 낮은 소음으로 성능을 제공해 레일 전류를 효율적으로 측정할 수 있습니다.



사양

별도 표시된 경우를 제외하고는 모든 사양은 일반적이며 모든 모델에 적용됩니다.

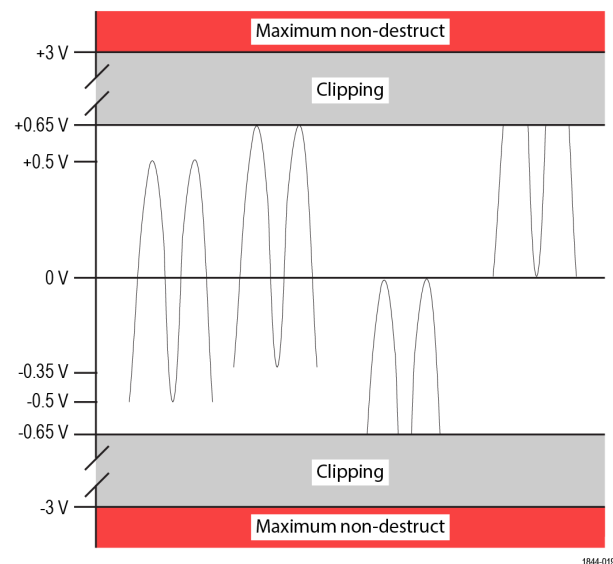
프로브 및 팁 개요

| 프로브 | TICP100 | TICP050 | TICP025 |
|-----------------|---|---------|---------|
| 대역폭 | 1GHz | 500MHz | 250MHz |
| 상승 시간 | 400ps | 700ps | 1.4ns |
| DC 게인 정확도 | $\pm 1.5\%$ | | |
| 최대 공통 모드 전압 | 1800V; 오염 지수 1 환경에서 사용; 과도 전류 레벨 $5kV_{pk}$ 초과하지 않는 상태에서 최대 | | |
| | 1300V; 오염 지수 2, 과도 전류 레벨 $5kV_{pk}$ 초과하지 않는 상태에서 최대 | | |
| | CAT III의 경우 600V; 오염 지수 2 | | |
| | CAT II의 경우 1000V; 오염 지수 2 | | |
| RMS 노이즈 스펙트럼 밀도 | 4.70nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (20MHz에서 $<21\mu V_{RMS}$) | | |
| 프로브 케이블 길이 | 2m(78인치) | | |

입력 전압 범위, 입력 임피던스

차동 입력 전압 범위 + 오프셋 범위는 최대 측정 가능 입력 전압을 벗어나지 않습니다. 예를 들어, TICPSMA의 $\pm 0.5V$ 범위에서 오프셋은 $\pm 0.15V$ 로 제한됩니다. TICP 시리즈 프로브의 $\pm 0.125V$ 범위에서는 전체 $\pm 0.5V$ 의 오프셋을 사용할 수 있습니다.

| 프로브 팁 | 차동 입력 전압 범위 | 오프셋 범위 | 최대 측정 가능 입력 전압(V_{pk}) | 최대 비손상 차동 전압 | 입력 임피던스 |
|-----------|-------------|------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| TICPSMA | $\pm 0.5V$ | $\pm 0.5V$ | 0.65V | $\pm 3V$; $3V_{RMS}$ | $50\Omega \parallel N.A.$ |
| TICPMM1 | $\pm 0.5V$ | $\pm 0.5V$ | 0.65V | $\pm 3V$; $3V_{RMS}$ | $50\Omega \parallel N.A.$ |
| TICPMM10 | $\pm 5V$ | $\pm 5V$ | 6.5V | $\pm 15V$; $15V_{RMS}$ | $500\Omega \parallel <3pF$ |
| TICPMM100 | $\pm 50V$ | $\pm 50V$ | 50V | $\pm 60V$; $60V_{RMS}$ | $5000\Omega \parallel <3pF$ |



차동 입력 전압 범위

노이즈 층(A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{nV}{\sqrt{Hz}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{shunt}}$$

| 선택 선택 | 20MHz | 250MHz | 1GHz |
|--------------|-------|--------|--------|
| 선택로 50Ω TICP | 420nA | 1.5μA | 3.0μA |
| 5Ω 선택 | 4.2μA | 14.9μA | 29.7μA |
| 1Ω 선택 | 21μA | 74.3μA | 149μA |
| 500mΩ 선택 | 42μA | 149μA | 297μA |
| 50mΩ 선택 | 420μA | 1.5mA | 3.0mA |
| 5mΩ 선택 | 4.2mA | 14.9mA | 29.7mA |
| 500μΩ 선택 | 42mA | 149mA | 297mA |
| 50μΩ 선택 | 420mA | 1.5A | 3.0A |
| 15μΩ 선택 | 1.4A | 5.0A | 9.9A |

최대 측정 가능 전류

최대치는 선택 전원 등급에 따라 다릅니다.

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{shunt}}$$

| 선택 선택 | TICPMM1 | TICPSMA | TICPMM10 | TICPMM100 |
|--------------|---------|---------|----------|-----------|
| 선택로 50Ω TICP | 13mA | | - | - |
| 5Ω 선택 | 130mA | | 1.3A | 10A |
| 1Ω 선택 | 650mA | | 6.5A | 50A |
| 500mΩ 선택 | 1.3A | | 13A | 100A |
| 50mΩ 선택 | 13A | | 130A | 1.0kA |
| 5mΩ 선택 | 130A | | 1.3kA | 10kA |
| 500μΩ 선택 | 1.3kA | | 13kA | 100kA |
| 50μΩ 선택 | 13kA | | 130kA | 1000kA |
| 15μΩ 선택 | 43.3kA | | 433.3kA | 3300kA |

프로브 범위

TICPSMA 및 TICPMM1 팁에 대해 게시된 번호입니다. 10X 또는 100X 팁의 경우, 각각 10 또는 100을 곱하십시오.

| 입력 범위 | 오프셋 범위 | RMS 노이즈 스펙트럼 밀도(V_{RMS}) | 20MHz에서 노이즈 총(V_{RMS}) |
|--------------|--------------|------------------------------|----------------------------|
| $\pm 0.5V$ | $\pm 0.15V$ | 22.9nV/ \sqrt{Hz} | 102.5 μV_{RMS} |
| $\pm 0.35V$ | $\pm 0.30V$ | 17.4nV/ \sqrt{Hz} | 77.8 μV_{RMS} |
| $\pm 0.25V$ | $\pm 0.40V$ | 15.0nV/ \sqrt{Hz} | 67.2 μV_{RMS} |
| $\pm 0.175V$ | $\pm 0.475V$ | 9.5nV/ \sqrt{Hz} | 42.4 μV_{RMS} |
| $\pm 0.125V$ | $\pm 0.5V$ | 8.7nV/ \sqrt{Hz} | 38.9 μV_{RMS} |
| $\pm 0.09V$ | $\pm 0.5V$ | 6.3nV/ \sqrt{Hz} | 28.3 μV_{RMS} |
| $\pm 0.065V$ | $\pm 0.5V$ | 5.5nV/ \sqrt{Hz} | 24.7 μV_{RMS} |
| $\pm 0.045V$ | $\pm 0.5V$ | 4.7nV/ \sqrt{Hz} | 21.2 μV_{RMS} |
| $\pm 0.03V$ | $\pm 0.5V$ | 4.7nV/ \sqrt{Hz} | 21.2 μV_{RMS} |
| $\pm 0.02V$ | $\pm 0.5V$ | 4.7nV/ \sqrt{Hz} | 21.2 μV_{RMS} |

CMRR(공통 모드 제거비)

| 프로브 팁 | DC | 1MHz | 100MHz | 250MHz | 500MHz | 1GHz |
|-----------|-------|------|--------|--------|--------|------|
| TICPSMA | 195dB | 90dB | 75dB | 50dB | 45dB | 35dB |
| TICPMM1 | 140dB | 90dB | 80dB | 70dB | 70dB | 50dB |
| TICPMM10 | 160dB | 70dB | 60dB | 60dB | 40dB | 20dB |
| TICPMM100 | 145dB | 50dB | 45dB | 30dB | 20dB | 6dB |

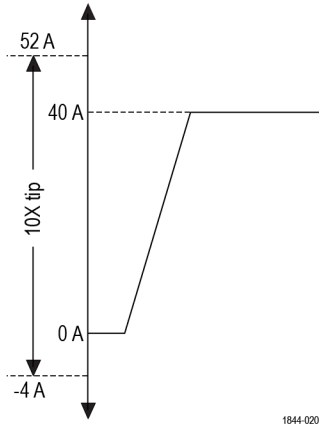
애플리케이션 예제

광대역 밴드갭(WBG) 및 PMIC 전원 무결성을 위한 애플리케이션 예제입니다.

WBG 예제(800V, 40A 표준; 0.125 Ω 셉트)

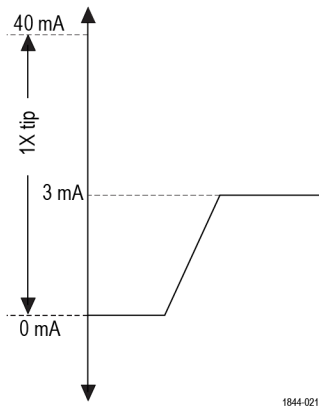
40A에서 전환되는 800V SiC 회로에서, 125m Ω 셉트는 5V 신호를 생성하게 됩니다. TICP를 사용해 이를 측정하려면 반드시 10X 팁을 사용해야 합니다. $\pm 3.5V$ 범위에는 24A의 오프셋을 적용합니다.

측정 가능한 전류 범위가 52A에서 -4A로 바뀝니다. 이러한 설정에서 250MHz 대역폭에서의 RMS 노이즈 총은 2.2mA RMS입니다



PMIC 전원 무결성(48V, 3mA 표준, 1 Ω 셉트)

48V PMIC 버스에서, 3mA의 대기 전류는 1 Ω 셉트에서 3mV의 신호를 생성합니다. 가장 민감한 $\pm 20mV$ 범위에서 1X 팁을 사용하고, 오프셋을 적용해 3mA 전류를 확인한 다음 21.2 μA 의 RMS 노이즈 총으로 0A~40mA의 과도 전류를 캡처합니다



환경 요구 사항

| 특성 | 구성 요소 | 작동 | 비작동 |
|----|----------------|------------------------------|------------------------------|
| 온도 | 보정 상자 및 프로브 헤드 | 0°C~+50°C | -20°C~+70°C |
| | 팁 케이블 및 어댑터 | -40°C~+85°C | -40°C~+85°C |
| 습도 | 보정 상자 및 프로브 헤드 | 최대 +40°C까지 5%~85% 상대 습도, | 최대 +40°C까지 5%~85% 상대 습도, |
| | 팁 케이블 및 어댑터 | 최대 +50°C까지 5%~45% 상대 습도, 비응축 | 최대 +70°C까지 5%~45% 상대 습도, 비응축 |
| 고도 | 모든 구성 요소 | 최대 3,000m(9,842피트) | 최대 12,000m(39,370피트) |

규정 컴플라이언스

| | |
|------|---|
| EMC | 유럽 연합 EMC 지침 따름(CE 표시) |
| 안전 | 유럽 연합 저전압 지침 따름(CE 표시) |
| | ANSI/UL61010-1 따름(CSA 표시) |
| | ANSI/UL61010-2-030 따름(CSA 표시) |
| | CAN/CSA C22.2 No.61010-1 인증(CSA 표시) |
| | CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 인증(CSA 표시) |
| RoHS | 유해 물질에 대한 유럽 연합 제한 따름(CE 마크) |

주문 정보

측정 요구에 맞는 장비 및 옵션을 선택합니다.

모델 개요


| 모델 | 설명 |
|-------------------------|----------------------------|
| TICP025 | 250MHz Tektronix 절연 전류 프로브 |
| TICP050 | 500MHz Tektronix 절연 전류 프로브 |
| TICP100 | 1GHz Tektronix 절연 전류 프로브 |

표준 액세서리

다음 표는 프로브와 함께 배송되는 액세서리 목록입니다.






| 액세서리 | 설명 | 부품 번호 |
|---|--|-------------|
|  | 1X 프로브 팁 케이블 및 MMCX 커넥터 | TICPMM1 |
|  | 10X 프로브 팁 케이블 및 MMCX 커넥터 | TICPMM10 |
|  | SMA 팁 어댑터 | TICPSMA |
|  | 클램프 온 페라이트 공통 모드 초크 | 276-0905-XX |
|  | 양각대는 프로브를 지지하는 데 사용됩니다. | 020-3210-XX |
|  | 1/4인치 - 20 UNC 쓰레드 액세서리용 삼각대 어댑터입니다. | 103-0508-XX |
|  | 프로브 팁 어댑터입니다. MMCX IsoVu 팁을 표준 0.100인치 간격, 0.025인치 스퀘어 핀에 장착합니다. | 131-9717-XX |

표 이어짐

| 액세서리 | 설명 | 부품 번호 |
|---|-----------------------|-------------|
|  | 품이 내장된 소프트 운반 케이스입니다. | 016-2147-XX |

권장 액세서리

다음 표에는 옵션 액세서리가 나열되어 있습니다.

| 액세서리 | 설명 | 부품 번호 |
|---|-----------------------------|-------------|
|  | 100X 프로브 팁 및 MMCX 커넥터 | TICPMM100 |
|  | MMCX 어댑터용 스퀘어 핀, 0.062인치 간격 | 131-9677-XX |
|  | MMCX-IC 그래버 리드선 | 196-3546-XX |
|  | 스퀘어 핀-IC 그래버 리드선 | 196-3547-XX |
|  | MicroCKT 그래버 | 206-0569-XX |

지원되는 오실로스코프

본 측정 시스템이 사용 가능한 텍트로닉스 오실로스코프는 다음과 같습니다.

- 4 제품군 MSO, 4 제품군 B MSO
- 5 제품군 MSO, 5 제품군 B MSO, 5 제품군 MSO LP
- 6 제품군 MSO, 6 제품군 B MSO

서비스 옵션

| | |
|-------|--|
| 기본 보증 | 1년 |
| 옵션 R3 | 수리 서비스 3년(보증 포함) |
| 옵션 R5 | 수리 서비스 5년(보증 포함) |
| 옵션 C3 | 교정 서비스 3년 |
| 옵션 C5 | 교정 서비스 5년 |
| 옵션 D1 | 교정 데이터 보고서 |
| 옵션 D3 | 교정 데이터 보고서 3년(옵션 C3 포함) |
| 옵션 D5 | 교정 데이터 보고서 5년(옵션 C5 포함) |
| 옵션 T3 | 3년 토탈 보호 플랜은 마모, 우발적 손상, ESD 또는 EOS로부터의 수리나 교체 보증 및 예방 유지 관리를 포함합니다. 5일간의 처리 시간과 고객 우선 지원 혜택을 포함합니다. |
| 옵션 T5 | 5년 토탈 보호 플랜은 마모, 우발적 손상, ESD 또는 EOS로부터의 수리나 교체 보증 및 예방 유지 관리를 포함합니다. 5일간의 처리 시간과 고객 우선 지원 혜택을 포함합니다. |

프로브와 액세서리는 오실로스코프 보증 및 서비스 제공 품목에 포함되지 않습니다. 각 프로브 및 액세서리 모델의 데이터 시트에서 보증 및 교정 약관을 참조하십시오.



Tektronix는 DEKRA의 ISO 14001:2015 및 ISO 9001:2015 인증을 받았습니다.

아세안/홍주 (65) 6356 3900
벨기에 00800 2255 4835*
중유럽, 동유럽 및 발트해 +41 52 675 3777
핀란드 +41 52 675 3777
홍콩 400 820 5835
일본 81 (120) 441 046
중동, 아시아, 북유럽 +41 52 675 3777
중국 400 820 5835
대한민국 +82 2 565 1455
스페인 00800 2255 4835*
대만 886 (2) 2656 6688

오스트리아 00800 2255 4835*
브라질 +55 (11) 3759 7627
중유럽 및 그리스 +41 52 675 3777
프랑스 00800 2255 4835*
인도 000 800 650 1835
룩셈부르크 +41 52 675 3777
네덜란드 00800 2255 4835*
폴란드 +41 52 675 3777
러시아 및 CIS +7 (495) 6647564
스웨덴 00800 2255 4835*
영국 및 아일랜드 00800 2255 4835*

발칸 반도, 이스라엘, 남아프리카 및 기타 ISE 국가 +41 52 675 3777
캐나다 1 800 833 9200
덴마크 +45 80 88 1401
독일 00800 2255 4835*
이탈리아 00800 2255 4835*
멕시코, 중앙 아메리카/남아메리카 및 카리브해 52 (55) 56 04 50 90
노르웨이 800 16098
포르투갈 80 08 12370
남아프리카 +41 52 675 3777
스위스 00800 2255 4835*
미국 1 800 833 9200

* 유럽 수신자 부담 전화. 연결되지 않을 경우 +41 52 675 3777로 문의

추가 정보. Tektronix는 애플리케이션 노트, 기술 요약 및 기타 리소스 모음을 지속적으로 폭넓게 제공함으로써 최신 기술 분야에 종사하고 있는 엔지니어에게 도움을 주고 있습니다. www.tek.com을 방문해 주십시오.

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. Tektronix 제품은 출원되었거나 출원 중인 미국 및 외국 특허에 의해 보호됩니다. 본 출판물에 있는 정보는 이전에 출판된 모든 자료를 대체합니다. 본사는 사양과 가격을 변경할 권리를 보유합니다. TEKTRONIX 및 TEK는 Tektronix, Inc.의 등록 상표입니다. 참조되는 다른 모든 상표 이름은 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다.

21 Apr 2025 51K-74063-3

tek.com

Tektronix®