MDO4000 시리즈
혼합 도메인 오실로스코프

사용 설명서

071-2922-02

Tektronix

MDO4000 시리즈
혼합 도메인 오실로스코프

사용 설명서

개정 A

www.tektronix.com

071-2922-02

Tektronix

Copyright © Tektronix. All rights reserved. 사용 계약한 소프트웨어 제품은 Tektronix나 그 계열사 또는 공급업체가 소유하며 대한민국 저작권법과 국제 조약에 의해 보호됩니다.

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.

e*Scope, iView, OpenChoice, TekSecure 및 TekVPI는 Tektronix, Inc.의 등록 상표입니다.

MagniVu 및 Wave Inspector는 Tektronix, Inc.의 상표입니다.

PictBridge는 이미지 장치에 대한 카메라 & 영상 기기 공업회 CIPA DC-001-2003 디지털 사진 솔루션 표준의 등록 상표입니다.

Tektronix 연락처

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

제품 정보, 영업, 서비스 및 기술 지원에 대한 문의:

- 북미 지역에서는 1-800-833-9200번으로 전화하시면 됩니다.
- 기타 지역에서는 www.tektronix.com에서 각 지역 담당자를 찾으실 수 있습니다.

MDO4000 시리즈 오실로스코프

보증

Tektronix는 제품이 그 재료나 공정 기술에 있어서 결함이 없음을 공인 Tektronix 유통업자로부터 제품을 구입한 날부터 3년의 기간 동안 보증합니다. 이 보증 기간 동안 제품에 결함이 있는 것으로 증명되면, Tektronix는 옵션에 따라 부품이나 공임을 청구하지 않고 결함 제품을 수리하거나, 결함 부품에 대해 교체품을 제공합니다. 이 보증에서 배터리는 제외됩니다. 보증 업무를 위해 Tektronix에서 사용하는 부품, 모듈 및 교체 제품은 신품 또는 신품의 성능에 가깝게 수리된 것일 수 있습니다. 모든 교체 부품, 모듈 및 제품은 Tektronix의 재산이 됩니다.

본 보증에 의거하여 서비스를 받으려면, 보증 기간이 만료되기 전에 Tektronix에 결함을 통지하고 서비스 실시에 필요한 적절한 준비를 해야 합니다. 고객은 결함 제품을 포장하여 Tektronix에서 지정하는 서비스 센터로 발송해야 합니다. 이때 운송 요금은 선불로 지불해야 하며 고객 구입 증명서 복사본을 동봉해야 합니다. 반송 주소지가 서비스 센터 소재 지역 내에 있는 경우 Tektronix에서는 고객에게 제품을 반송하는 운송 요금을 부담합니다. 기타 지역으로 제품을 반송하는 경우에는 고객이 모든 운송 요금, 관세, 세금 및 기타 비용을 부담합니다.

본 보증은 잘못된 사용 또는 잘못되거나 적절치 못한 유지 보수 및 수리로 인하여 발생한 모든 결함, 고장 또는 손상에 대해서는 적용되지 않습니다. Tektronix는 본 보증에 의해 가) Tektronix 공인 기술자가 아닌 사람에 의한 제품의 설치, 수리 또는 서비스로 인하여 발생한 손상의 수리, 나) 잘못된 사용 또는 호환되지 않는 장비와의 연결로 인하여 발생한 손상의 수리, 다) 타사 소모품의 사용으로 인하여 발생한 손상 또는 고장의 수리 또는 라) 개조나 통합 때문에 제품의 서비스 시간이 길어지거나 어려워진 경우에 서비스를 제공할 책임이 없습니다.

이 보증은 명시적이거나 암시적인 다른 모든 보증을 대신해 이 제품과 관련하여 Tektronix에 의해 제공됩니다. Tektronix와 판매업체는 시장성 또는 특정 목적의 적합성에 대한 어떠한 묵시적 보증도 거부합니다. 결함 제품에 대한 Tektronix의 수리 또는 교체 책임이 본 보증의 위반에 대해 고객에게 제공되는 유일한 보상입니다. Tektronix와 판매업체는 어떤 간접적이거나 특수하거나 부수적이거나 결과적인 손해에 대해 책임을 지지 않으며, 이는 Tektronix와 판매업체가 그와 같은 손해의 가능성을 사전에 통지했든 통지하지 않았든 마찬가지입니다.

[W16 – 15AUG04]

P6616, TPP0500 및 TPP1000 프로브

보증

Tektronix는 제품이 그 재료나 공정 기술에 있어서 결함이 없음을 공인 Tektronix 유통업자로부터 제품을 구입한 날부터 1년의 기간 동안 보증합니다. 이 보증 기간 동안 제품에 결함이 있는 것으로 증명되면, Tektronix는 옵션에 따라 부품이나 공임을 청구하지 않고 결함 제품을 수리하거나, 결함 부품에 대해 교체품을 제공합니다. 이 보증에서 배터리는 제외됩니다. 보증 업무를 위해 Tektronix에서 사용하는 부품, 모듈 및 교체 제품은 신품 또는 신품의 성능에 가깝게 수리된 것일 수 있습니다. 모든 교체 부품, 모듈 및 제품은 Tektronix의 재산이 됩니다.

본 보증에 의거하여 서비스를 받으려면, 보증 기간이 만료되기 전에 Tektronix에 결함을 통지하고 서비스 실시에 필요한 적절한 준비를 해야 합니다. 고객은 결함 제품을 포장하여 Tektronix에서 지정하는 서비스 센터로 발송해야 합니다. 이때 운송 요금은 선불로 지불해야 하며 고객 구입 증명서 복사본을 동봉해야 합니다. 반송 주소지가 서비스 센터 소재 지역 내에 있는 경우 Tektronix에서는 고객에게 제품을 반송하는 운송 요금을 부담합니다. 기타 지역으로 제품을 반송하는 경우에는 고객이 모든 운송 요금, 관세, 세금 및 기타 비용을 부담합니다.

본 보증은 잘못된 사용 또는 잘못되거나 적절치 못한 유지 보수 및 수리로 인하여 발생한 모든 결함, 고장 또는 손상에 대해서는 적용되지 않습니다. Tektronix는 본 보증에 의해 가) Tektronix 공인 기술자가 아닌 사람에 의한 제품의 설치, 수리 또는 서비스로 인하여 발생한 손상의 수리, 나) 잘못된 사용 또는 호환되지 않는 장비와의 연결로 인하여 발생한 손상의 수리, 다) 타사 소모품의 사용으로 인하여 발생한 손상 또는 고장의 수리 또는 라) 개조나 통합 때문에 제품의 서비스 시간이 길어지거나 어려워진 경우에 서비스를 제공할 책임이 없습니다.

이 보증은 명시적이거나 암시적인 다른 모든 보증을 대신해 이 제품과 관련하여 Tektronix에 의해 제공됩니다. Tektronix와 판매업체는 시장성 또는 특정 목적의 적합성에 대한 어떠한 묵시적 보증도 거부합니다. 결함 제품에 대한 Tektronix의 수리 또는 교체 책임이 본 보증의 위반에 대해 고객에게 제공되는 유일한 보상입니다. Tektronix와 판매업체는 어떤 간접적이거나 특수하거나 부수적이거나 결과적인 손해에 대해 책임을 지지 않으며, 이는 Tektronix와 판매업체가 그와 같은 손해의 가능성을 사전에 통지했든 통지하지 않았든 마찬가지입니다.

[W15 – 15AUG04]

목차

일반 안전 사항 요약 v
표준 준수 정보 vii
EMC 표준 준수 vii
안전 표준 준수 viii
환경 고려 사항 ix
머리말 xi
주요 기능 xii
이 설명서에서 사용하는 규약 xii
설치 1
설치 이전 1
작동 고려 사항 6
작동 위치 8
프로브 연결 9
오실로스코프 보안 10
오실로스코프 전원 켜기 11
오실로스코프 끄기 12
기능 검사 12
TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 보정 13
TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 이외의 프로브 보정 15
애플리케이션 모듈 무료 평가판 16
애플리케이션 모듈 설치 16
사용자 인터페이스 또는 키보드 언어 변경 17
날짜 및 시간 변경 18
신호 경로 보정 20
펌웨어 업그레이드 22
오실로스코프를 컴퓨터에 연결 25
오실로스코프에 USB 키보드 연결 33
장비에 익숙해지기 34
전면 패널 메뉴 및 컨트롤 34
전면 패널 커넥터 49
측면 패널 커넥터 49
후면 패널 커넥터 50
신호 획득 52
아날로그 채널 설정 52
Default Setup 사용 55
자동 설정 사용 56
획득 개념 57
아날로그 획득 모드 작동 원리 59
획득 모드, 레코드 길이 및 지연 시간 변경 59
롤 모드 사용 61
직렬 또는 병렬 버스 설정 62
디지털 채널 설정 74

MagniVu를 켜야 하는 시점과 이유 76
MagniVu 사용 76
RF 입력 설정 77
트리거 설정 83
트리거링 개념 83
트리거 유형 선택 86
트리거 선택 87
버스 트리거 90
트리거 설정 확인 94
시퀀스 트리거 사용(A(주) 및 B(지연)) 94
획득 시작 및 정지 97
RF 입력에 대한 트리거링 97
파형 또는 형적 데이터 표시 100
파형 추가 및 제거 100
화면 형태 및 지속 기능 설정 100
파형 밝기 설정 104
파형 스케일 및 위치 조절 105
입력 매개 변수 설정 106
버스 신호 위치 조정 및 레이블 지정 110
디지털 채널 위치 조정, 스케일 및 그룹화 111
디지털 채널 보기 113
화면에 주석 달기 113
트리거 주파수 보기 114
주파수 도메인 메뉴 표시 115
파형 또는 형적 데이터 분석 124
주파수 도메인에 마커 사용 124
주파수 도메인에서 자동 측정 수행 127
시간 도메인에서 자동 측정 수행 128
시간 도메인에서 자동 측정 선택 129
시간 도메인에서 자동 측정 사용자 지정 132
커서로 수동 측정 136
히스토그램 설정 140
연산 파형 사용 143
FFT 사용 144
고급 연산 사용 147
스펙트럼 연산 사용 148
기준 파형 및 형적 사용 149
긴 레코드 길이 파형 관리 151
자동 확대(Auto-magnify) 156
시간 상호 연관 다중 도메인 디스플레이 157
한계 및 마스크 테스트 161
전원 분석 166
정보 저장 및 호출 168
화면 이미지 저장 170
파형 및 형적 데이터 저장 및 호출 171

설정 및 호출 저장 174
한 번 버튼 누르기로 저장 176
드라이브, 디렉토리 및 파일 관리 177
네트워크 드라이브 마운트 178
하드 카피 인쇄 179
오실로스코프 메모리 지우기 184
애플리케이션 모듈 사용 186
부록 A: MDO4000 사양 188
부록 B: TPP0500, TPP1000 500MHz 및 1GHz 10X 패시브 프로브 정보 193
작동 정보 193
오실로스코프에 프로브 연결 193
MDO4000 시리즈 오실로스코프로 프로브 보정 193
기본 액세서리 193
옵션 액세서리 195
프로브 팁 교체 196
사양 196
성능 그래프 196
안전 사항 요약 198
부록 C: P6616 범용 로직 프로브 정보 200
제품 설명 200
오실로스코프에 프로브 연결 200
회로에 프로브 연결 201
기능 검사 201
일반적인 적용 방법 202
액세서리 203
사양 204
안전 사항 요약 205
본 설명서의 안전 용어 및 기호 205
색인

일반 안전 사항 요약

다음 안전 예방책을 확인하여 부상을 방지하고 본 제품이나 관련 제품의 손상을 예방합니다.

잠재적인 부상 위험을 방지하려면 이 제품을 지정된 대로만 사용합니다.

전문 직원만이 서비스 절차를 실시해야 합니다.

화재 또는 부상을 방지하려면

적절한 전원 코드를 사용합니다. 본 제품용으로 지정되고 사용하는 국가에 승인된 전원 코드만 사용합니다.

적절하게 연결하고 분리합니다. 전압 소스에 연결되어 있는 상태에서 프로브 또는 테스트 리드를 연결하거나 분리하지 않습니다.

적절하게 연결하고 분리합니다. 전류 프로브를 연결하거나 분리하기 전에 테스트 중인 회로의 전원을 끊습니다.

제품을 접지합니다. 본 제품은 전원 코드의 접지 도체를 통해 접지됩니다. 감전을 예방하려면 접지 도체를 접지에 연결해야 합니다. 제품의 입력이나 출력 단자에 연결하기 전에 제품이 적절히 접지되었는지 확인합니다.

모든 단자 정격을 준수합니다. 화재나 충격 위험을 피하기 위해 모든 정격과 제품의 표시를 준수합니다. 제품에 연결하기 전에 제품 설명서를 참조하여 추가 정격 정보를 확인하십시오.

프로브 기준 리드선은 접지에만 연결합니다.

공통 단자를 비롯하여 해당 단자의 최대 정격을 초과하는 단자에는 전위를 적용하지 마십시오.

전원을 끊습니다. 전원 코드를 사용하여 제품의 전원을 끊습니다. 사용자가 항상 전원 스위치에 액세스할 수 있도록 전원 코드를 차단하지 마십시오.

덮개 없이 작동하지 않습니다. 덮개나 패널을 제거한 상태로 본 제품을 작동하지 않습니다.

고장이 의심되는 제품은 작동하지 마십시오. 제품이 손상된 것으로 여겨지는 경우에는 전문요원의 검사를 받습니다.

노출된 회로를 만지지 않습니다. 전원이 공급 중일 때는 노출된 연결부와 구성품을 만지지 않습니다.

축축하고 습기가 많은 환경에서 사용하지 않습니다.

폭발 위험이 있는 장소에서 사용하지 않습니다.

제품 표면을 깨끗하고 건조하게 유지합니다.

적절히 환기합니다. 적절히 환기되도록 제품을 설치하는 자세한 내용은 설명서의 설치 지침을 참조하십시오.

이 설명서의 용어

다음 용어가 본 설명서에 나올 수 있습니다.

경고. 경고문은 부상이나 사망을 초래할 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

주의. 주의문은 본 제품 또는 기타 재산상에 피해를 줄 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

제품에 있는 기호 및 용어

다음 용어가 제품에 나올 수 있습니다.

- 위험은 표지를 읽는 즉시 영향을 받을 수 있는 부상 위험을 나타냅니다.
- 경고는 표지를 읽는 즉시 영향을 받지 않는 부상 위험을 나타냅니다.
- 주의는 제품을 포함한 재산상의 위험을 나타냅니다.

다음 기호가 제품에 나올 수 있습니다.

주의
설명서 참조

보호 접지
(어스) 단자

섀시 접지

대기 모드

표준 준수 정보

이 절에서는 장비가 준수하는 EMC(전자 환경 양립성), 안전 및 환경 표준에 대해 설명합니다.

EMC 표준 준수

EC 적합성 선언 – EMC

전자 환경 양립성에 대한 Directive 2004/108/EC의 취지에 부합합니다. 유럽 공동체의 공식 저널에 실려 있는 다음 사양에 대한 표준 준수 여부가 증명되었습니다.

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006: 측정, 제어 및 실험실용 전기 장비에 대한 EMC 요구사항[1] [2] [3] [4]

- CISPR 11:2003. 복사성 및 전도성 방출, 그룹 1, A 등급
- IEC 61000-4-2:2001. 정전기 방전 차단
- IEC 61000-4-3:2002. RF 전자기장 차단[5]
- IEC 61000-4-4:2004. 전기 고속 과도 전류/버스트 차단
- IEC 61000-4-5:2001. 전원선 서지 차단
- IEC 61000-4-6:2003. 전도된 RF 차단[6]
- IEC 61000-4-11:2004. 전압 하락과 중단 차단[7]

EN 61000-3-2:2006: AC 전원선 고조파 방출

EN 61000-3-3:1995: 전압 변화, 변동 및 깜박거림

유럽 연락처:

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom

1 본 제품은 비주거 지역에서만 사용하도록 만들어졌습니다. 주거 지역에서 사용하면 전자파 간섭이 발생할 수 있습니다.

2 이 장비를 테스트 대상에 연결할 때 이 표준에서 요구하는 레벨을 초과하는 방출이 발생할 수 있습니다.

3 위에 나열한 EMC 표준을 준수하려면 고품질 피복 인터페이스 케이블을 사용해야 합니다.

4 EUT가 과도 전류 차단 테스트에서 복구되는 데 10초보다 오래 걸리면 장비가 리부팅될 수 있습니다.

5 IEC 61000-4-3에 대하여 복사성 간섭의 영향을 받는 경우 장비는 피크 투 피크 노이즈에서 ≤ 4.0 구간 파형 변위 및 ≤ 8.0 구간 증가를 보입니다.

6 IEC 61000-4-6에 대하여 전도성 간섭의 영향을 받는 경우 장비는 피크 투 피크 노이즈에서 ≤ 1.0 구간 파형 변위 및 ≤ 2.0 구간 증가를 보입니다.

7 성능 기준 C가 70%/25사이클 전압-하락 및 0%/250사이클 전압-중단 테스트 레벨(IEC 61000-4-11)에 적용되었습니다.

호주/뉴질랜드 적합성 선언 – EMC

ACMA에 따라 다음 표준에 대해 EMC 무선 통신법 조항을 준수합니다.

- EN 61326-1:2006 및 EN 61326-2-1:2006에 따른 CISPR 11:2003. 복사성 및 전도성 방출, 그룹 1, A 등급

호주/뉴질랜드 연락처:

Baker & McKenzie
Level 27, AMP Centre
50 Bridge Street
Sydney NSW 2000, Australia

안전 표준 준수

EC 적합성 선언 – 저전압

유럽 공동체의 공식 저널에 실려 있는 다음 사양에 대한 규정 준수 여부가 증명되었습니다.

저전압 Directive 2006/95/EC

- EN 61010-1: 2001. 측정 제어 및 실험용 전기 장비에 대한 안전 요구 사항

미국 국가 공인 테스트 실험실 목록

- UL 61010-1:2004, 2nd Edition. 전기 측정 및 테스트 장비용 표준

캐나다 인증

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004. 측정, 제어 및 실험용 전기 장비에 대한 안전 요구 사항 1부

추가 표준 준수

- IEC 61010-1: 2001. 측정, 제어 및 실험용 전기 장비에 대한 안전 요구 사항

장비 유형

테스트 및 측정 장비

안전 등급

등급 1 – 접지 제품

오염 지수 설명

제품 주변 및 제품 내의 환경에서 발생할 수 있는 오염 정도를 측정합니다. 일반적으로 제품 내부 환경과 외부 환경은 동일한 것으로 간주됩니다. 제품은 해당 제품에 대한 등급이 지정된 환경에서만 사용해야 합니다.

- 오염 지수 1. 오염이 없거나 확산되지 않는 약한 오염만이 발생합니다. 이 범주에 속하는 제품은 보통 캡슐화 또는 밀봉되어 있거나 청결한 공간에 배치되어 있습니다.
- 오염 지수 2. 일반적으로 비전도성 건조 오염만이 발생합니다. 가끔 응축으로 인해 발생하는 일시적인 오염 확산이 발생할 수도 있으며, 위치는 일반적인 사무실/가정 환경입니다. 일시적인 응축 현상은 제품을 사용 중이지 않을 때만 발생합니다.
- 오염 지수 3. 응축으로 인해 전도성 오염 또는 전도성이 될 수 있는 비전도성 건조 오염이 발생하며, 위치는 온도와 습도가 모두 제어되지 않는 격리된 위치입니다. 그러나 직사 광선이나 직접적인 비바람으로부터는 보호됩니다.
- 오염 지수 4. 전도성 먼지나 눈비를 통해 지속적인 전도성 물질을 생성하는 오염 형태입니다. 보통 실외입니다.

오염 지수

오염 지수 2(IEC 61010-1에 정의됨) 참고: 실내 사용 전용 등급입니다.

설치(과전압) 범주 설명

본 제품의 단자에는 서로 다른 설치(과전압) 범주가 지정되어 있습니다. 설치 범주는 다음과 같습니다.

- 측정 범주 IV. 저전압 설치 소스에서 수행하는 측정용
- 측정 범주 III. 건물 설치에서 수행하는 측정용
- 측정 범주 II. 저전압 설치에 직접 연결된 회로에 대해 수행하는 측정용
- 설치 범주 I. MAINS에 직접 연결되지 않은 회로에 대해 수행하는 측정용

과전압 범주

과전압 범주 II(IEC 61010-1에 정의됨)

환경 고려 사항

이 절에서는 제품이 환경에 미치는 영향에 대한 정보를 제공합니다.

제품 폐기 처리

장비나 구성 요소를 재활용할 때 다음 지침을 준수하십시오.

장비 재활용: 이 장비를 생산하기 위해 천연 자원을 추출하여 사용했습니다. 제품을 잘못 폐기하면 장비에 들어 있는 물질이 환경이나 인간의 건강에 해를 끼칠 수 있습니다. 이러한 물질이 환경에 침투하는

것을 막고 천연 자원의 사용량을 줄이기 위해서는 대부분의 재료가 올바르게 재사용 또는 재활용되도록 적절한 시스템에서 이 제품을 재활용하는 것이 좋습니다.

이 기호는 본 제품이 WEEE(폐전기전자 지침) 및 배터리에 대한 Directive 2002/96/EC 및 2006/66/EC에 의거하여 적용 가능한 유럽 연합의 요구 사항을 준수함을 나타냅니다. 재활용 옵션에 대한 자세한 내용은 Tektronix 웹 사이트(www.tektronix.com)의 지원/서비스 절을 확인하십시오.

유해 물질에 대한 제한

본 제품은 모니터링 및 제어 장비로 분류되며 2002/95/EC RoHS Directive 규정의 적용을 받지 않습니다.

머리말

이 설명서에서는 다음 오실로스코프의 설치 및 작동에 대해 설명합니다.

모델	MDO4104-6	MDO4104-3	MDO4054-6	MDO4054-3	MDO4034-3	MDO4014-3
대역폭	1GHz	1GHz	500MHz	500MHz	350MHz	100MHz
아날로그 채널	4	4	4	4	4	4
디지털 채널	16	16	16	16	16	16
RF 채널	1	1	1	1	1	1
샘플 속도 (채널 1)	5GS/s	5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s
샘플 속도 (채널 2)	5GS/s	5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s
샘플 속도 (채널 4)	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s	2.5GS/s
레코드 길이 (채널 1)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
레코드 길이 (채널 2)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
레코드 길이 (채널 4)	20M	20M	20M	20M	20M	20M
RF 주파수	6GHz	3GHz	6GHz	3GHz	3GHz	3GHz

주요 기능

MDO4000 혼합 도메인 오실로스코프는 단일 장비로 아날로그, 디지털 및 RF 신호의 시간과 상호 연관된 획득을 제공합니다. 이 오실로스코프에서는 시간 및 주파수 도메인에서 동시에 보기와 측정값이 제공되므로 전자 장비의 설계 확인, 디버그 및 특성화가 쉬워집니다. 이러한 장비의 주요 기능은 다음과 같습니다.

- 주파수 도메인 측정값에 대한 전용 RF 입력 채널
- 시간 도메인 측정값에 대한 16개의 디지털 채널 및 4개의 아날로그 채널
- 단일 장비로 아날로그, 디지털 및 RF 신호의 시간과 상호 연관된 획득 제공
- 시간 및 주파수 도메인 채널에 대해 독립적으로 획득 매개 변수를 설정할 수 있는 기능
- 100MHz – 1GHz 대역폭에서 모델 사용 가능
- 모델에 따라 모든 아날로그 채널에서 2.5 또는 5GS/s의 샘플 속도 제공
- 모든 채널에서 20M 포인트의 레코드 길이
- >50,000 파형/초의 최대 파형 포착율
- 고급 트리거링 및 분석: I^2C, SPI, USB 2.0, CAN, LIN, FlexRay, RS-232, RS-422, RS-485, UART, I^2S, LJ(왼쪽 정렬), RJ(오른쪽 정렬), TDM, 이더넷, MIL-STD-1553(적합한 애플리케이션 모듈 포함) 및 병렬
- 전력 분석, 한계 및 마스크 테스트 애플리케이션 모듈 제공(옵션)

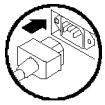
이 설명서에서 사용하는 규약

다음 아이콘은 이 설명서 전체에서 사용됩니다.

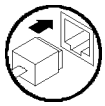
순서 단계

전면 패널 전원

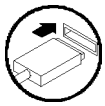
전원 연결



네트워크



USB



설치

설치 이전

오실로스코프의 포장을 풀고 기본 액세서리 목록에 있는 모든 항목을 받았는지 확인합니다. 다음 페이지에는 권장 액세서리 및 프로브, 장비 옵션 및 업그레이드가 나와 있습니다. 최신 정보는 Tektronix 웹 사이트(www.tektronix.com)에서 확인하십시오.

기본 액세서리

액세서리	설명	Tektronix 부품 번호
MDO4000 시리즈 오실로스코프 사용 설명서	영어(옵션 L0)	071-2913-XX
	프랑스어(옵션 L1)	071-2914-XX
	이탈리아어(옵션 L2)	071-2915-XX
	독일어(옵션 L3)	071-2916-XX
	스페인어(옵션 L4)	071-2917-XX
	일본어(옵션 L5)	071-2918-XX
	포르투갈어(옵션 L6)	071-2919-XX
	중국어 간체(옵션 L7)	071-2920-XX
	중국어 번체(옵션 L8)	071-2921-XX
	한국어(옵션 L9)	071-2922-XX
	러시아어(옵션 L10)	071-2923-XX
MDO4000 시리즈 오실로스코프 설명서 브라우저 CD	프로그래머 설명서 및 기술 참조 문서를 포함하는 MSO/DPO4000B 문서의 전자 버전	063-4367-XX
NI LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition 및 Tektronix OpenChoice Desktop CD	생산성, 분석 및 설명서 소프트웨어	063-3967-XX
NMI(National Metrology Institute)에 대한 추적성 및 ISO9001 품질 시스템 등록을 문서화하는 교정 인증서		——
전면 패널 오버레이	프랑스어(옵션 L1)	335-2376-XX
	이탈리아어(옵션 L2)	335-2377-XX
	독일어(옵션 L3)	335-2378-XX
	스페인어(옵션 L4)	335-2379-XX
	일본어(옵션 L5)	335-2380-XX
	포르투갈어(옵션 L6)	335-2381-XX
	중국어 간체(옵션 L7)	335-2382-XX
	중국어 번체(옵션 L8)	335-2383-XX
	한국어(옵션 L9)	335-2384-XX
	러시아어(옵션 L10)	335-2385-XX

기본 액세서리 (계속)

액세서리	설명	Tektronix 부품 번호
프로브	채널당 하나의 500MHz, 10X 패시브 프로브(100, 350 및 500MHz 모델의 경우)	TPP0500
	채널당 하나의 1GHz, 10X 패시브 프로브(1GHz 모델의 경우)	TPP1000
어댑터	N 수 - BNC 암	103-0045-00
전면 덮개	장비를 보호하는 데 도움이 되는 단단한 플라스틱 덮개	200-5130-00
전원 코드	북미(옵션 A0)	161-0348-00
	전 유럽(옵션 A1)	161-0343-00
	영국(옵션 A2)	161-0344-00
	오스트레일리아(옵션 A3)	161-0346-00
	스위스(옵션 A5)	161-0347-00
	일본(옵션 A6)	161-0342-00
	중국(옵션 A10)	161-0341-00
	인도(옵션 A11)	161-0349-00
	브라질(옵션 A12)	161-0356-00
	전원 코드 또는 AC 어댑터 없음(옵션 A99)	——
로직 프로브	하나의 16채널 로직 프로브(액세서리 포함)	P6616
프로브 및 액세서리 주머니	프로브 및 관련 액세서리를 담을 수 있는 가방	016-2030-XX

옵션 액세서리

액세서리	설명	Tektronix 부품 번호
항공 우주 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 MIL-STD-1553 시리즈 버스에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 버스 디코딩, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 디코드 표를 사용할 수 있습니다.	DPO4AERO
오디오 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 I²S, LJ(왼쪽 정렬), RJ(오른쪽 정렬) 및 TDM 오디오 버스에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 패킷 디코딩, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표를 사용할 수 있습니다.	DPO4AUDIO
자동 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 CAN 및 LIN 직렬 버스의 패킷 레벨 정보에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 패킷 디코딩, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표를 사용할 수 있습니다.	DPO4AUTO
FlexRay, CAN 및 LIN 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 FlexRay, CAN 및 LIN 버스의 패킷 레벨 정보에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 패킷 디코딩, 검색 도구, 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표 및 아이 다이어그램 분석 소프트웨어를 사용할 수 있습니다.	DPO4AUTOMAX
컴퓨터 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 RS-232, RS-422, RS-485 및 UART 직렬 버스에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 패킷 디코딩, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표를 사용할 수 있습니다.	DPO4COMP
내장 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 I²C 및 SPI 직렬 버스의 패킷 레벨 정보에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 패킷 디코딩, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표를 사용할 수 있습니다.	DPO4EMBD
이더넷 직렬 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 10BASE-T 및 100BASE-TX 버스에 대한 트리거링이 가능하며 검색 도구, 버스 보기 및 시간 소인 정보가 있는 디코드 표를 사용할 수 있습니다. **주석노트.** 100BASE-TX 의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.	DPO4ENET

옵션 액세서리 (계속)

액세서리	설명	Tektronix 부품 번호
한계 및 마스크 테스트 애플리케이션 모듈	이 모듈은 한계 테스트와 텔레콤 표준 마스크 또는 사용자 지정 마스크에 대한 테스트를 지원합니다. **주석노트.** 55Mb/s 이상의 텔레콤 표준의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다. 고속(HS) USB의 경우 1GHz 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.	DPO4LMT
전력 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 전원 품질, 스위칭 손실, 고조파, 리플, 변조, 안전 동작 영역 및 회전율(dV/dt 및 dI/dt)을 측정할 수 있습니다.	DPO4PWR
범용 직렬 버스 트리거링 및 분석 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 USB 2.0 직렬 버스의 패킷 레벨 정보에 대한 트리거링이 가능하며 디지털 신호 보기, 버스 보기, 16진수, 2진수 및 ASCII 형식의 버스 디코딩 데이터, 검색 도구 및 시간 소인 정보가 있는 패킷 디코드 표를 사용할 수 있습니다. **주석노트.** 고속(HS) USB에는 1GHz 대역폭 모델이 필요합니다.	DPO4USB
확장 비디오 애플리케이션 모듈	이 모듈을 사용하면 다양한 표준 HDTV 신호뿐만 아니라 3~4,000 라인을 사용하는 사용자 지정(비표준) 2레벨 및 3레벨 비디오 신호에 대한 트리거링이 가능합니다.	DPO4VID
고급 RF 트리거링 애플리케이션 모듈	이 모듈을 통해 펄스 폭, 타임아웃, 런트, 로직 및 시퀀스 트리거에 대한 소스로 RF 전력을 트리거링할 수 있습니다.	MDO4TRIG
NEX-HD2HEADER	채널을 Mictor 커넥터에서 0.1인치 헤더 핀으로 라우팅하는 어댑터	NEX-HD2HEADER
TEK-USB-488 어댑터	GPIB에서 USB로 연결하는 어댑터	TEK-USB-488
랙마운트 키트	랙마운트 브래킷을 추가합니다.	RMD5000
소프트 운송 케이스	장비 운반을 위한 케이스	ACD4000B
하드 운송 케이스	소프트 운송 케이스와 함께 사용하는 이동용 케이스(ACD4000B)	HCTEK54
MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 오실로스코프 프로그래머 설명서	오실로스코프의 원격 제어 명령에 대해 설명합니다. 설명서 브라우저 CD에 있는 파일을 사용하거나 www.tektronix.com/manuals에서 다운로드할 수 있습니다.	077-0510-XX

옵션 액세서리 (계속)

액세서리	설명	Tektronix 부품 번호
MDO4000 시리즈 오실로스코프 기술 참조 설명서	오실로스코프 사양 및 성능 확인 절차에 대해 설명합니다. 설명서 브라우저 CD에 있는 파일을 사용하거나 www.tektronix.com/manuals에서 다운로드할 수 있습니다.	077-0583-XX
MDO4000 시리즈 오실로스코프 서비스 설명서	MDO4000 시리즈 오실로스코프에 대한 서비스 정보	077-0585-XX
MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 애플리케이션 모듈 설치 설명서	오실로스코프에 애플리케이션 모듈을 설치하는 방법에 대해 설명합니다.	071-2136-XX
DPO3PWR 및 DPO4PWR 전원 측정 모듈 사용 설명서	영어(옵션 L0)	071-2631-XX
	프랑스어(옵션 L1)	077-0235-XX
	이탈리아어(옵션 L2)	077-0236-XX
	독일어(옵션 L3)	077-0237-XX
	스페인어(옵션 L4)	077-0238-XX
	일본어(옵션 L5)	077-0239-XX
	포르투갈어(옵션 L6)	077-0240-XX
	중국어 간체(옵션 L7)	077-0241-XX
	중국어 번체(옵션 L8)	077-0242-XX
	한국어(옵션 L9)	077-0243-XX
	러시아어(옵션 L10)	077-0244-XX
MDO4000 시리즈 오실로스코프 예외 및 보안 지침	Tektronix MD4000 시리즈 오실로스코프에서 메모리 장치를 완전 삭제하거나 제거하는 방법을 설명합니다.	077-0584-00
TekVPI 프로브	Tektronix 웹 사이트 (www.tektronix.com)에서 오실로스코프 프로브 및 액세서리 선택 도구를 확인하십시오. **주석노트.** RF 입력에서도 TekVPI 프로브의 하위 집합을 사용할 수 있습니다. 이 프로브를 사용하려면 아래 나열된 TPA-N-VPI 어댑터를 사용해야 합니다.	
TPA-N-VPI 어댑터	N 연결(RF 입력)에서 TekVPI 프로브로 연결하는 어댑터	TPA-N-VPI
TPA-BNC 어댑터	TekVPI에서 TekProbe II BNC로 연결하는 어댑터	TPA-BNC

MDO4000 시리즈 오실로스코프는 여러 가지 옵션 프로브를 지원합니다. (9페이지의 *프로브 연결* 참조) 최신 정보를 보려면 Tektronix 웹 사이트(www.tektronix.com)에서 오실로스코프 프로브 및 액세서리 선택 도구를 참조하십시오.

작동 고려 사항

MDO4000 시리즈 오실로스코프

작동 라인 주파수 및 전압 범위

Volts	Hz
100-240	50-60
115	400

주 입력 전압 범위: 100V – 240V

최대 전력 소모: 225W

무게:

5.0kg(11.0lbs), 독립 실행형 장비(전면 덮개 없음)

다리는 안쪽으로 접히고 핸들은 아래로 접힌 상태의 높이:
229mm(9.0인치)

핸들 허브 간 폭: 439mm(17.3인치)

다리 뒤에서 손잡이까지의 깊이: 147mm(5.8인치)

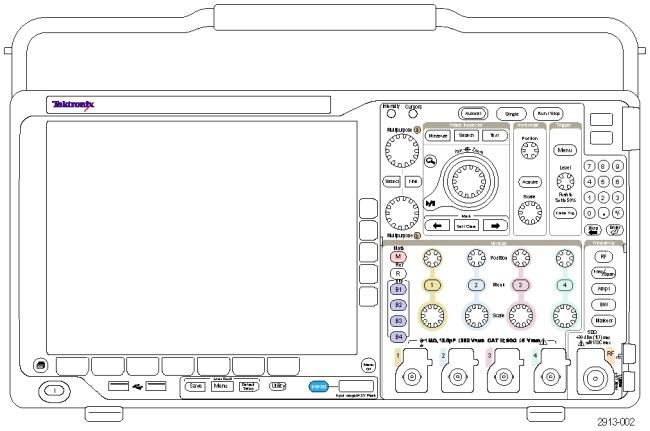
다리 뒤에서 전면 덮개까지의 깊이: 155mm(6.1인치)

온도:
작동: +0°C ~ +50°C(+32°F ~ 122°F)
비작동: -20°C ~ +60°C(-4°F ~ 140°F)

습도:
작동: 고: 40°C ~ 50°C(104°F ~ 122°F), 10% ~ 60% 상대 습도
작동: 저: 0°C ~ 40°C(32°F ~ 104°°F), 10% ~ 90% 상대 습도
비작동: 고: 40°C ~ 60°C(104°F ~ 140°F), 5% ~ 60% 상대 습도
비작동: 저: 0°C ~ 40°C(32°F ~ 104°F), 5% ~ 90% 상대 습도

고도:
작동: 3,000m(약 9,843피트)
비작동 고도: 12,000m(39,370피트)

오염도: 2, 실내 사용 전용



MDO4000 시리즈

획득 시스템: 1MΩ
BNC에서 최대 입력 전압: 300V_{RMS}. 설치 범주는 II입니다.
4.5MHz – 45MHz, 20dB/decade에서 줄입니다.
45MHz – 450MHz, 14dB/decade에서 줄입니다.
450MHz 초과, 5V_{RMS}

획득 시스템: 50Ω
BNC에서 최대 입력 전압: 5V_{RMS}, 피크 ≤ ±20V(DF ≤ 6.25%)

P6616: 디지털 프로브 입력
절대 최대 입력 전압: ±42V_{Peak}

전용 RF 입력:
최대 작동 전압: ±40V_{DC}

주의. 적절한 냉각을 위해서는 장비 양쪽 및 후면에 장애물이 없어야 합니다. 장비 전면과 장비 후면을 살펴볼 때 왼쪽의 환기 공간은 51mm(2인치) 이상이어야 합니다.

MDO4000 시리즈 오실로스코프 사양에 대한 자세한 내용은 부록 A를 참조하십시오(188페이지의 *부록 A: MDO4000 사양* 참조).

TPP0500/TPP1000 프로브에 대한 자세한 내용은 부록 B를 참조하십시오(193페이지의 *부록 B: TPP0500, TPP1000 500MHz 및 1GHz 10X 패시브 프로브 정보* 참조).

P6616 프로브에 대한 자세한 내용은 부록 C를 참조하십시오(200페이지의 *부록 C: P6616 범용 로직 프로브 정보* 참조).

청소

작동 조건에 필요할 경우 자주 장비 와 프로브를 검사합니다 . 외부 표면을 청소하려면 다음 단계를 수행합니다.

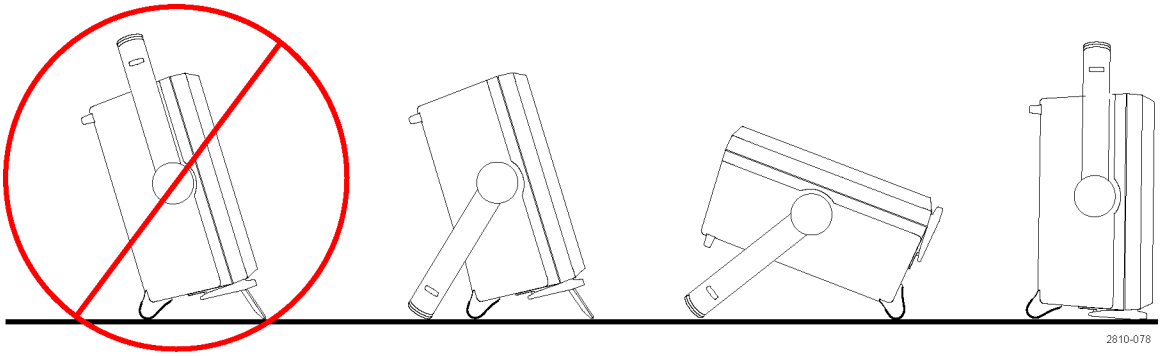
1. 보풀 없는 천을 사용하여 오실로스코프와 프로브 외부에 묻은 먼지를 제거합니다. 화면이 긁히지 않도록 주의합니다.
2. 물에 적신 부드러운 천을 사용하여 장비를 청소합니다. 효율적 인 청소를 위해 75% 이소프로필 알코올의 수성 용제를 사용합 니다 .

주의. 외부 청소 중 장치 내부로 물기가 들어가지 않도록 합니다. 천이나 면봉을 적시기에 충분한 양의 세척액만 사용합니다.

주의. 장비나 프로브 표면의 손상을 방지하기 위해 마모제나 화학 세척제는 사용하지 않습는다 .

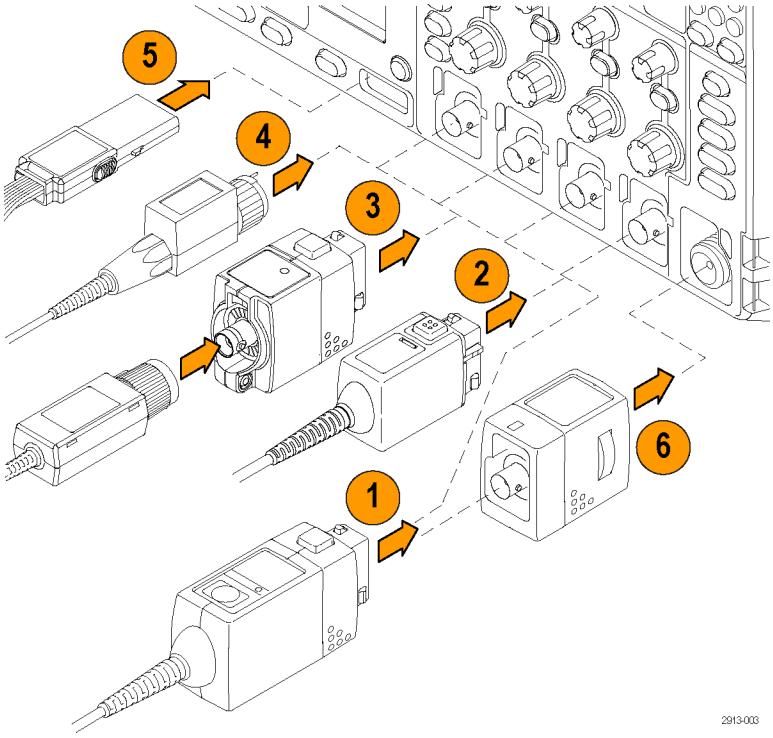
작동 위치

핸들과 전면 플립 다리를 사용하여 작동하기에 편리한 위치에 오실로스코프를 놓습니다. 다리를 확장하는 경우 핸들은 항상 아래로 향해 있어야 합니다.



프로브 연결

오실로스코프는 다음과 같은 방법으로 프로브 연결을 지원합니다.



1. Tektronix 다기능 프로브 인터페이스(TekVPI)

   이 프로브는 화면상에 나타나는 메뉴 및 프로그래밍 가능한 지원을 통해 원격으로 오실로스코프와의 양방향 통신을 지원합니다. 원격 제어는 시스템에서 프로브 매개 변수가 사전 설정되어야 하는 ATE 같은 애플리케이션에서 유용합니다.

2. 패시브 프로브용 Tektronix 다기능 프로브 인터페이스(TekVPI)

   패시브 프로브는 TekVPI 인터페이스의 기능을 바탕으로 만들었습니다. 각 프로브는 해당 오실로스코프 채널과 일치하므로 오실로스코프가 신호 입력 경로를 최적화할 수 있습니다. 이러한 기능은 주파수 대역 간에 AC 보정 기능을 제공합니다.

3. TPA-BNC 어댑터

   TPA-BNC 어댑터를 사용하면 TEKPROBE II 프로브 기능을 사용할 수 있습니다. 여기에는 프로브 전원을 제공하고 스케일 및 단위 정보를 오실로스코프로 전달하는 기능 등이 있습니다.

4. BNC 인터페이스

   일부는 TEKPROBE 기능을 사용하여 파형 신호와 스케일을 오실로스코프로 전달하고 일부는 신호만 전달하므로 다른 통신은 이루어지지 않습니다.

5. 로직 프로브 인터페이스

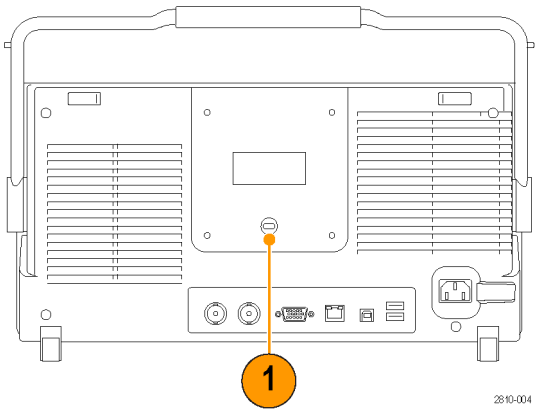
   P6616 프로브는 16개 채널의 디지털(on 또는 off 상태) 정보를 제공합니다.

6. TPA-N-VPI 어댑터를 사용하면 RF 입력에 TekVPI 프로브를 사용할 수 있습니다.

MDO4000 시리즈 오실로스코프와 함께 사용할 수 있는 프로브 종류에 대한 자세한 내용은 Tektronix 웹 사이트(www.tektronix.com)에서 오실로스코프 프로브 및 액세서리 선택 도구를 참조하십시오.

오실로스코프 보안

1. 표준 랩톱 컴퓨터 스타일 보안 잠금을 사용하여 오실로스코프를 안전한 위치에서 보호합니다.



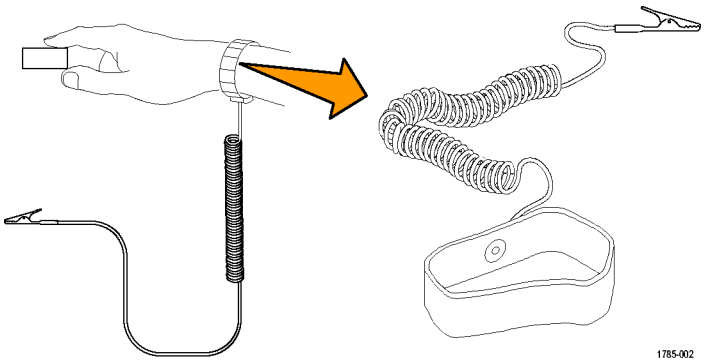
오실로스코프 전원 켜기

오실로스코프와 사용자 접지

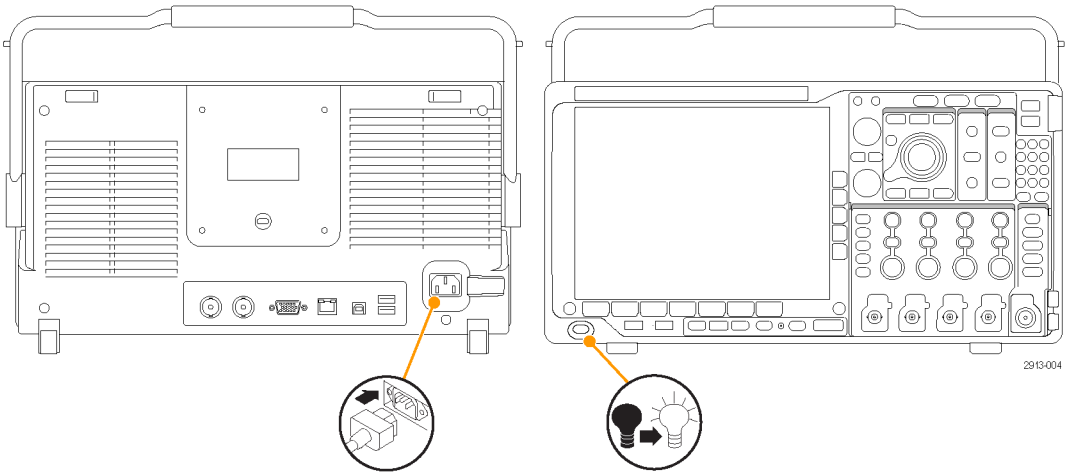
장비의 전원을 켜려면 해당 장비와 함께 제공된 전원 코드를 후면 패널의 전원 커넥터에 연결합니다. 적절하게 접지된 전기 콘센트에 전원 코드를 연결합니다. 장비의 전원을 끄려면 장비에서 전원 코드를 제거합니다.

안전 및 정확한 측정을 위해서는 오실로스코프를 접지해야 합니다. 오실로스코프는 테스트 중인 회로와 같은 접지를 공유해야 합니다.

정전기에 민감한 부품으로 작업하는 경우 사용자 자신을 접지하십시오. 신체에 생기는 정전기는 정전기에 민감한 부품을 손상시킬 수 있습니다. 접지띠를 착용하면 신체의 정전기가 접지로 안전하게 방전됩니다.

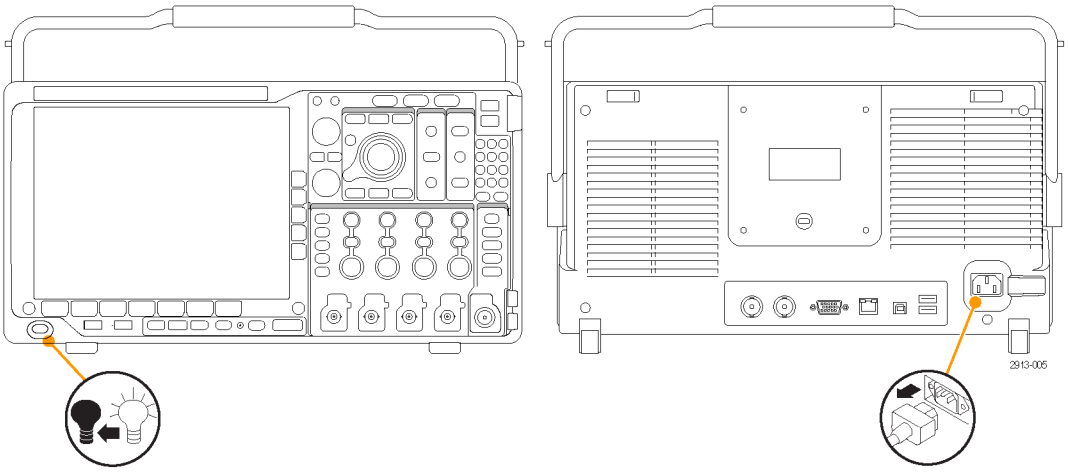


전원 코드를 오실로스코프의 전원에 연결하려면



오실로스코프 끄기

오실로스코프의 전원을 끄고 전원 코드를 제거하려면

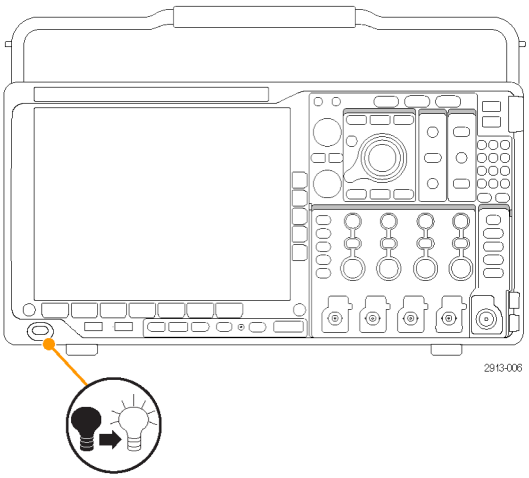


기능 검사

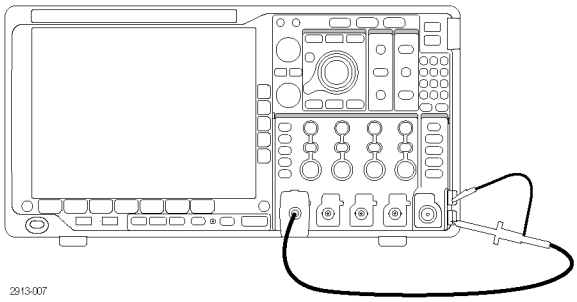
다음과 같은 간단한 기능 검사를 수행하여 오실로스코프가 제대로 작동하는지 확인하십시오.

1. 오실로스코프 전원 켜기에서 설명한 대로 오실로스코프 전원 케이블을 연결합니다. (11페이지의 참조)

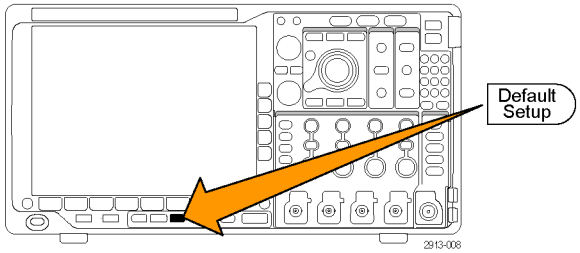
2. 오실로스코프의 전원을 켭니다.



3. 프로브 커넥터를 오실로스코프 채널 1에 연결하고 프로브 팁과 기준 리드선을 오실로스코프 전면 패널의 PROBE COMP 터미널에 연결합니다.



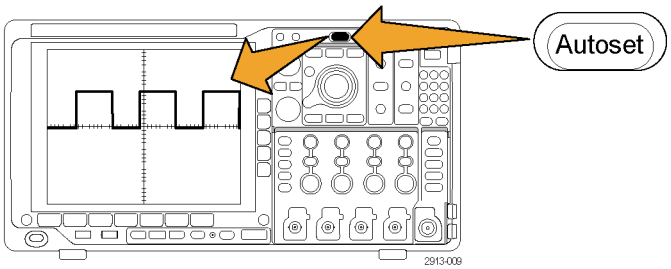
4. Default Setup을 누릅니다.



5. **자동 설정**을 누릅니다. 화면에 1kHz에서 2.5V 정도인 구형파가 나타납니다.

   신호가 나타나기는 하지만 모양이 잘못된 경우 프로브 보정을 위한 절차를 수행하십시오. (15페이지의 *TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 이외의 프로브 보정* 참조)

   신호가 나타나지 않으면 절차를 다시 수행하십시오. 그래도 문제가 해결되지 않으면 전문 서비스 직원에게 장비 수리를 요청하십시오.



TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 보정

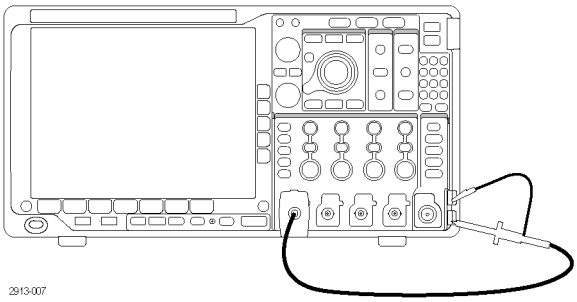
MDO4000 시리즈 오실로스코프는 TPP0500 및 TPP1000 프로브를 자동으로 보정할 수 있습니다. 그러면 일반적으로 다른 프로브에 수행하는 것처럼 프로브를 수동으로 보정할 필요가 없습니다.

보정할 때마다 특정 프로브와 채널 조합에 해당하는 값이 생성됩니다. 다른 채널에서 프로브를 사용하고 새 프로브-채널 쌍을 보정하려면 이 새로운 조합에 대해 새로운 일련의 보정 단계를 실행해야 합니다.

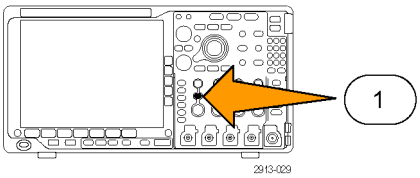
1. 오실로스코프 전원 케이블을 연결합니다. (11페이지의 *오실로스코프 전원 켜기* 참조)
2. 오실로스코프의 전원을 켭니다.

3. 프로브 커넥터를 오실로스코프 채널에 연결하고 프로브 팁과 기준 리드선을 오실로스코프 전면 패널의 PROBE COMP 터미널에 연결합니다.

주석노트. PROBE COMP 터미널에는 프로브를 한 번에 하나만 연결합니다.



4. 보정하려는 프로브에 연결된 입력 채널의 전면 패널 버튼을 누릅니다(1, 2, 3 또는 4).



5. 오실로스코프가 프로브 종단 값을 자동으로 설정했는지 하단 메뉴를 살펴봅니다.

커플링	TPP1000으로 설정된 종단	반전	대역폭	레이블		
DC| AC		ON|OFF	일반 모든			▲ 자세히

5 6

6. **자세히**를 누르면 이 때 나타나는 팝업 메뉴에서 **프로브 설정**을 반복적으로 선택합니다.

TPP1000 프로브 설정
SN: 000001 감쇠: 10X
보정 상태 기본값
1만큼 프로브 보정
전류 측정 예|아니요

7. 보정 상태가 **기본값**으로 시작하는지 확인하십시오.

8. **프로브 보정**을 누르고 화면에 표시되는 지침을 따릅니다.

MDO4000 시리즈 오실로스코프에서 TPP0500/TPP1000 프로브를 보정하는 경우:

- 보정할 때마다 특정 프로브와 채널 조합에 해당하는 값이 생성됩니다. 다른 채널에서 프로브를 사용하고 새 프로브-채널 쌍을 보정하려면 새로운 일련의 보정 단계를 실행해야 합니다.
- 각 채널에서 10개의 개별 프로브에 대한 보정 값을 저장할 수 있습니다. 채널에서 11번째 프로브를 보정하려고 하면 오실로스코프에서는 가장 이전에 사용된 프로브 값을 삭제하고 새 프로브의 값을 추가합니다.
- 오실로스코프는 **보조 입력** 채널에 연결된 TPP0500 또는 TPP1000 프로브에 기본 보정 값을 지정합니다.

주석노트. 초기 상태 교정은 저장된 보정 값을 모두 삭제합니다.

주석노트. 프로브 보정 실패는 주로 프로브 보정 작동 중 프로브 팁 또는 접지 연결이 간헐적으로 끊기기 때문입니다. 프로브 보정 작동에 실패하기 이전에 프로브 보정 값이 있는 경우 오실로스코프는 실패하면 해당 값을 다시 사용합니다.

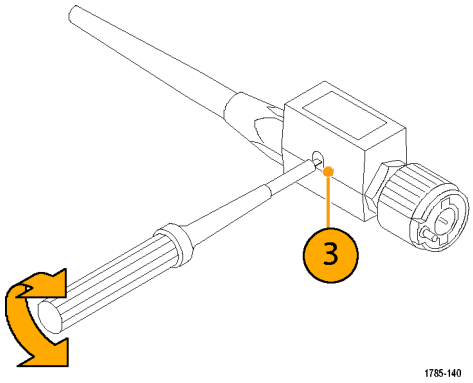
TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 이외의 프로브 보정

입력 채널에 패시브 전압 프로브를 처음 연결할 경우에는 항상 프로브가 해당 오실로스코프 입력 채널과 일치하도록 보정하십시오.

위에서 TPP0500 및 TPP1000 프로브에 대해 설명한 자동 프로브 보정 절차 (13페이지의 *TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 보정* 참조)를 TPP0500/TPP1000 이외의 Tektronix 패시브 프로브에 사용하려는 경우에는 해당 프로브가 이 절차를 사용할 수 있는 제품인지 프로브의 지침 설명서를 확인하십시오. 이 절차를 사용하지 않고 패시브 프로브를 올바르게 보정하려면 다음 단계를 수행합니다.

1. 기능 검사를 위한 단계를 따릅니다. (12페이지의 *기능 검사* 참조)
2. 표시된 파형의 모양을 확인하여 프로브가 올바로 보정되었는지 확인합니다.

3. 필요하면 프로브를 조정합니다. 필요에 따라 이 과정을 반복하십시오.



빠른 팁

측정된 신호에서 프로브 유발 링 및 왜곡을 최소화하려면 최대한 짧은 접지 리드선 및 신호 경로를 사용하십시오.

짧은 접지 리드선을 사용한 신호

긴 접지 리드선을 사용한 신호

애플리케이션 모듈 무료 평가판

오실로스코프에 설치되지 않은 모든 애플리케이션 모듈 사용권에 대해 30일 무료 평가판을 사용할 수 있습니다. 오실로스코프의 전원을 처음 켜면 평가판 기간이 시작됩니다.

30일 후에 애플리케이션을 계속 사용하려면 모듈을 구입해야 합니다. 무료 평가판 기간이 만료되는 날짜를 보려면 전면 패널 Utility 버튼을 누르고 하단 베젤 **유틸리티 페이지** 버튼을 누른 다음 범용 노브 a를 사용하여 **구성**을 선택하고 하단 베젤 **버전** 버튼을 누릅니다.

애플리케이션 모듈 설치

주의. 오실로스코프 또는 애플리케이션 모듈의 손상을 막기 위해서는 ESD(정전기 방전) 예방책을 준수하십시오. (11페이지의 *오실로스코프 전원 켜기* 참조)

애플리케이션 모듈을 제거하거나 추가하는 동안에는 오실로스코프의 전원을 끄십시오.

(12페이지의 *오실로스코프 끄기* 참조)

옵션 애플리케이션 모듈 패키지는 오실로스코프의 기능을 확장합니다.

물리적으로 한 번에 애플리케이션 모듈을 최대 4개까지 설치할 수 있습니다. 애플리케이션 모듈은 전면 패널의 오른쪽 상단 모서리에 있는 창으로 된 두 슬롯에 넣으십시오. 2개의 추가 슬롯은 표시되는 슬롯 2개 바로 뒤에 있습니다. 이 슬롯을 사용하려면 레이블이 보이지 않게 하여 모듈을 설치하십시오.

일부 모듈에는 애플리케이션 모듈과 오실로스코프 간에 사용권을 전송할 수 있는 사용권이 있습니다. 각 사용권을 모듈에 보관하면 장비 간에 모듈을 이동할 수 있습니다. 모듈에서 오실로스코프로 사용권을 이동할 수도 있습니다. 이 방법을 사용하는 경우 안전한 보관을 위해 오실로스코프에서 모듈을 별도로 저장할 수 있습니다. 또한 오실로스코프에서 4개 이상의 애플리케이션을 동시에 사용할 수 있습니다. 모듈에서 오실로스코프로 또는 오실로스코프에서 모듈로 사용권을 전송하려면

1. 오실로스코프의 전원을 끄고 오실로스코프에 애플리케이션 모듈을 삽입한 후에 전원을 켭니다.
2. 전면 패널에서 Utility를 누릅니다. 필요한 경우 하단 메뉴에서 **유틸리티 페이지**를 누르고 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다. 하단 메뉴에서 **모듈 및 옵션 관리**를 누른 다음 "모듈"이 선택될 때까지 사이드 메뉴에서 **사용권 유형**을 누릅니다. 오실로스코프에 포함된 사용권이 사이드 메뉴에 표시됩니다. 전송할 사용권 옆의 버튼을 누릅니다. 사용권은 한 번에 4개까지 전송할 수 있습니다.
3. 오실로스코프 전원을 끈 후에 물리적 애플리케이션 모듈을 오실로스코프에서 제거할 수 있습니다.

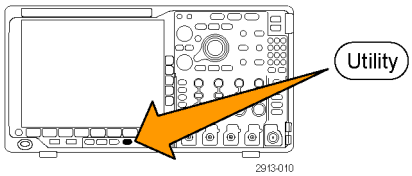
애플리케이션 모듈 설치와 테스트에 관한 지시 사항은 애플리케이션 모듈과 함께 제공된 MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 오실로스코프 애플리케이션 모듈 설치 설명서를 참조하십시오.

주석노트. 모듈에서 오실로스코프로 사용권을 전송하는 경우에는 오실로스코프에서 모듈로 사용권을 다시 전송해야 다른 오실로스코프에서 모듈이 작동합니다. 날짜, 모듈 이름, 사용권이 저장된 오실로스코프의 모델 및 시리얼 번호가 기록된 라벨을 붙여 실제 모듈을 엔벨로프 또는 다른 스토리지에 보관할 수 있습니다. 이렇게 하면 나중에 다른 사용자가 모듈을 찾아 다른 오실로스코프에 설치하는 경우 모듈이 작동하지 않는 이유를 쉽게 파악할 수 있습니다.

사용자 인터페이스 또는 키보드 언어 변경

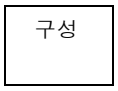
오버레이 사용을 통해 오실로스코프 사용자 인터페이스 또는 키보드의 언어를 변경하고 전면 패널 버튼 레이블을 변경하려면

1. Utility를 누릅니다.



2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

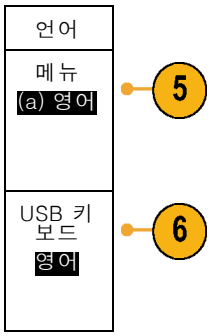
3. 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다.



4. 이때 나타나는 베젤 메뉴에서 **언어**를 누릅니다.

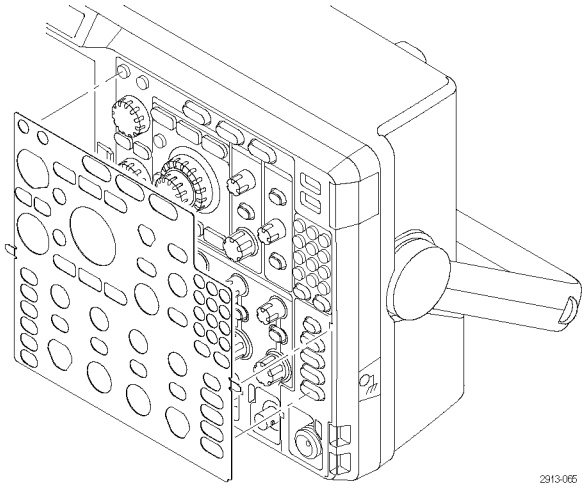
5. 이 때 나타나는 사이드 메뉴에서 **메뉴**를 누르고 범용 노브 a를 돌려 원하는 사용자 인터페이스 언어를 선택합니다.

6. 이 때 나타나는 사이드 메뉴에서 **USB 키보드**를 누르고 범용 노브 a를 돌려 사용할 키보드 언어 버전을 선택합니다.



7. 영어로 표시된 사용자 인터페이스를 사용하도록 선택한 경우 플라스틱 전면 패널 오버레이를 제거해야 합니다.

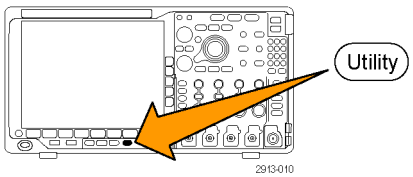
   영어 이외의 언어를 선택한 경우 해당 언어로 레이블을 표시하려면 전면 패널 위에 원하는 언어에 대한 플라스틱 오버레이를 놓으십시오.



날짜 및 시간 변경

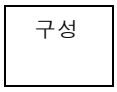
현재 날짜 및 시간으로 내부 시계를 설정하려면

1. Utility를 누릅니다.

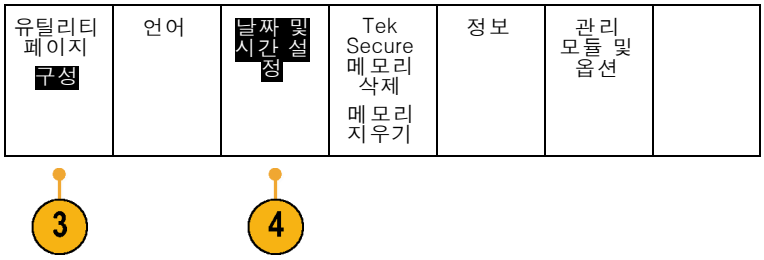


2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

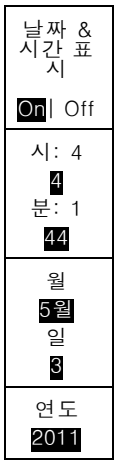
3. 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다.



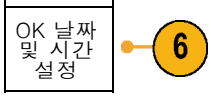
4. **날짜 및 시간 설정**을 누릅니다.



5. 사이드 베젤 버튼을 누르고 양쪽 범용 노브(a 및 b)를 돌려 시간 및 날짜 값을 설정합니다.



6. **OK 날짜 및 시간 설정**을 누릅니다.



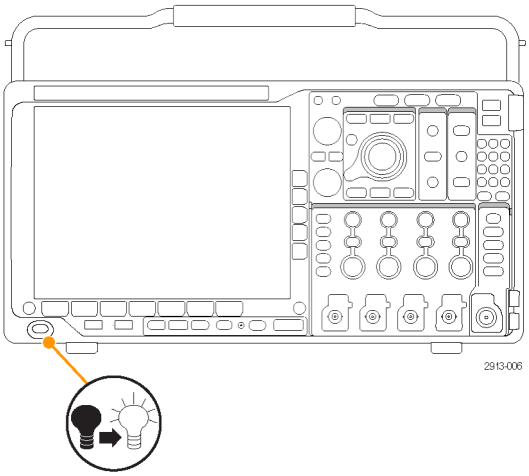
신호 경로 보정

신호 경로 보정(SPC)은 온도 변동 및/또는 장기간의 드리프트로 인한 DC 부정확성을 보정합니다. 주변 온도가 10°C(18 F)를 초과해 변경되었을 때마다 보정을 실행하거나, 5mV/division 이하의 수직 설정을 사용한 경우 일주일에 한 번 실행하십시오. 이렇게 하지 않으면 장비가 해당 V/division 설정에서 정상적인 성능을 발휘하지 못할 수 있습니다.

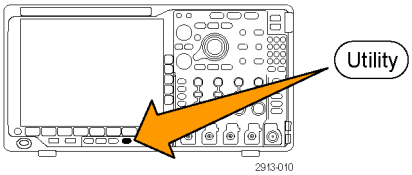
시간 및 주파수 도메인에 대한 신호 경로 보정

신호 경로를 보정하려면

1. 오실로스코프 전원을 켜고 최소 20분 동안 기다립니다. 채널 입력에서 모든 입력 신호(프로브 및 케이블)를 제거합니다. AC 구성 요소가 있는 입력 신호는 SPC에 부정적인 영향을 줍니다.

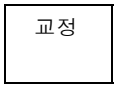


2. Utility를 누릅니다.

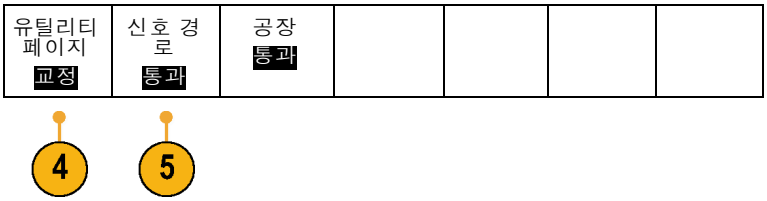


3. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

4. 범용 노브 a를 돌려 **교정**을 선택합니다.

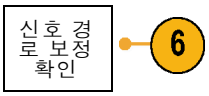


5. 하위 베젤 메뉴에서 **신호 경로**를 누릅니다.



6. 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 **신호 경로 보정 확인**을 누릅니다.

   교정을 완료하는 데는 약 10분 정도 걸립니다.



7. 교정 후에 하위 베젤 메뉴의 상태 표시기에 **통과**라고 표시되는지 확인합니다.

   그렇지 않으면 장비를 다시 교정하거나 전문 서비스 직원에게 장비 수리를 요청하십시오.

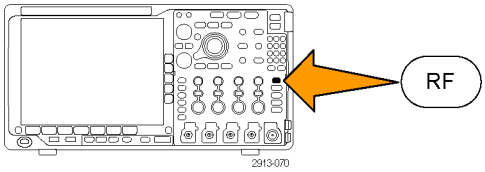
   서비스 직원은 초기 상태 교정 기능을 사용하여 외부 소스를 사용하는 오실로스코프의 내부 전압 기준을 교정합니다. 초기 상태 교정에 대해 도움이 필요하면 Tektronix 사무소나 대리점에 문의하십시오.

주석노트. 신호 경로 보정에는 프로브 팁에 대한 보정은 포함되지 않습니다. (15페이지의 *TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 이외의 프로브 보정* 참조)

주파수 도메인에 대해서만 신호 경로 보정

위에서 설명한 신호 경로 보정(SPC)은 시간 및 주파수 도메인 입력 모두에 대해 실행됩니다. RF 입력만 보정하려는 경우 RF 입력에 대해 SPC를 실행하고 시간 도메인 부분은 건너뛰어 시간을 절약할 수 있습니다. 다음과 같이 하면 됩니다.

1. 시간 및 주파수 교정과 마찬가지로 오실로스코프 전원을 켜고 최소 20분 동안 기다립니다. RF 입력에서 모든 입력 신호(프로브 및 케이블)를 제거합니다.
2. RF를 눌러 주파수 도메인 메뉴를 불러옵니다.



3. **자세히**를 눌러 **신호 경로 보정**을 선택합니다.

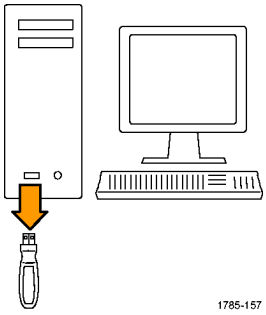
스펙트럼 형적	RF 대 시간 형적 (RF Versus Time Traces)	스펙트로그램 On	스펙트럼 트리거됨 (Spec-trum Trig-gered)	탐지 방법 자동	레이블 편집	▲ 자세히

4. 이때 나타나는 사이드 메뉴에서 **신호 경로 보정 확인**을 누릅니다.

펌웨어 업그레이드

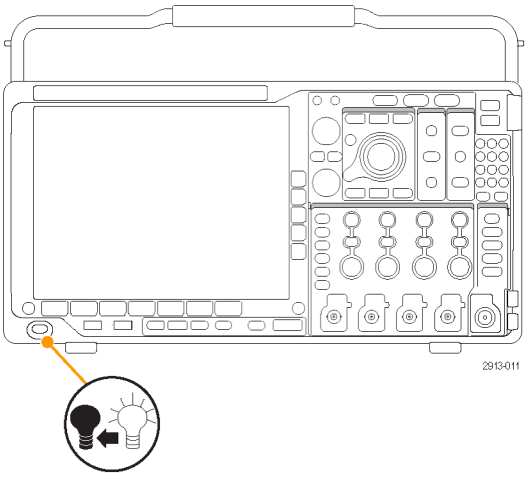
오실로스코프의 펌웨어를 업그레이드하려면

1. 웹 브라우저를 열고 www.tek-tronix.com/software로 이동합니다. 소프트웨어 찾기를 진행합니다. 오실로스코프용 최신 펌웨어를 PC에 다운로드합니다.

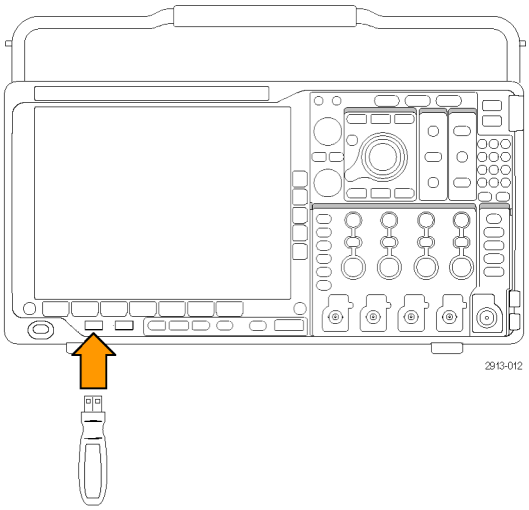


파일의 압축을 풀고 firmware.img 파일을 USB 플래시 드라이브 또는 USB 하드 드라이브의 루트 폴더에 복사합니다.

2. 오실로스코프의 전원을 끕니다.



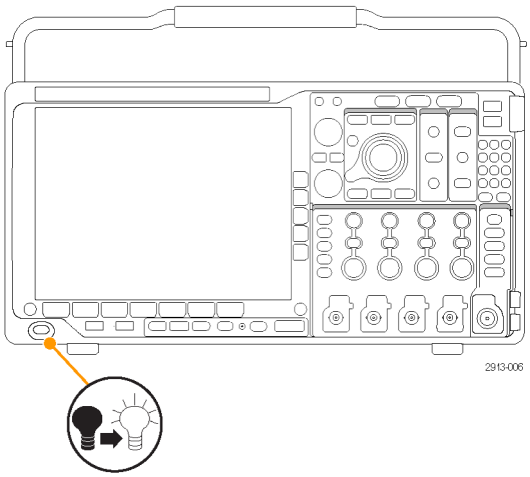
3. 오실로스코프의 전면 패널 USB 포트에 USB 플래시 또는 하드 드라이브를 삽입합니다.



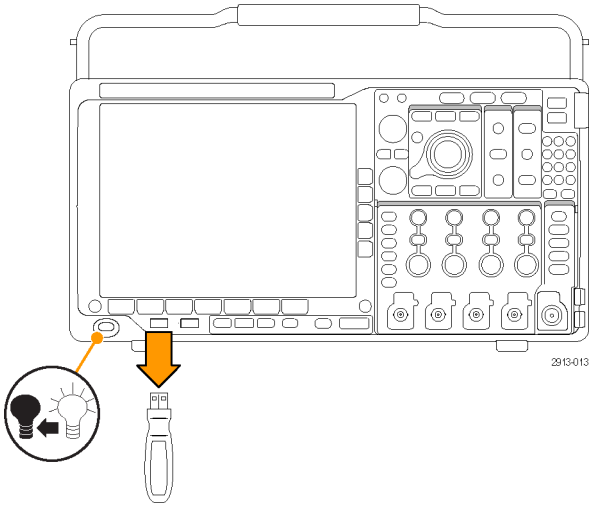
4. 오실로스코프의 전원을 켭니다. 장비가 자동으로 교체 펌웨어를 인식하고 설치합니다.

   장비에 펌웨어가 설치되지 않으면 절차를 다시 수행하십시오. 문제가 계속되면 다른 모델의 USB 플래시 드라이브 또는 하드 드라이브를 사용해 보십시오. 그리고 필요한 경우 전문 서비스 직원에게 문의하십시오.

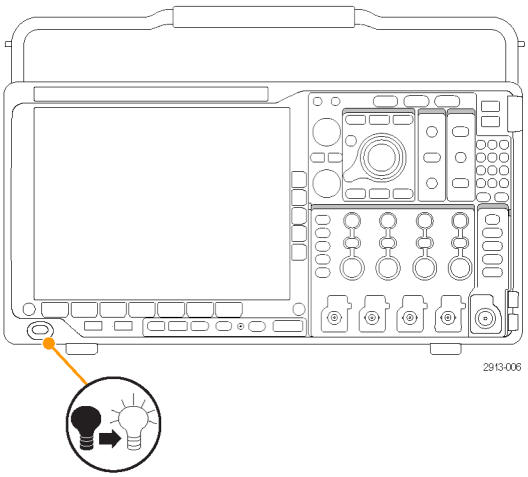
주석노트. 오실로스코프에서 펌웨어 설치가 완료될 때까지 오실로스코프의 전원을 끄거나 USB 드라이브를 제거하지 마십시오.



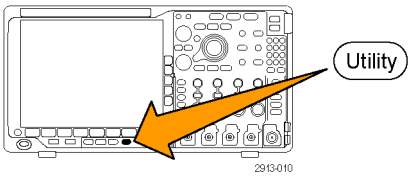
5. 오실로스코프의 전원을 끄고 USB 플래시 드라이브 또는 하드 드라이브를 제거합니다.



6. 오실로스코프의 전원을 켭니다.



7. Utility를 누릅니다.

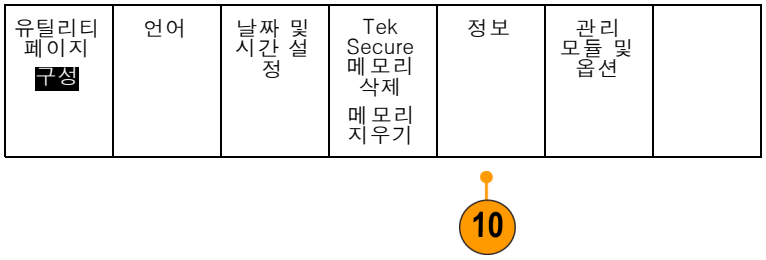


8. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

9. 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다.

10. **버전**을 누릅니다. 오실로스코프에 펌웨어 버전 번호가 표시됩니다.

11. 버전 번호가 새 펌웨어 버전 번호와 일치하는지 확인합니다.



오실로스코프를 컴퓨터에 연결

컴퓨터에 오실로스코프를 직접 연결하면 PC에서 데이터를 분석하거나, 화면 이미지를 수집하거나, 오실로스코프를 제어할 수 있습니다. (170페이지의 *화면 이미지 저장* 참조) (171페이지의 *파형 및 형적 데이터 저장 및 호출* 참조)

오실로스코프를 컴퓨터에 연결하는 세 가지 방법으로 VISA 드라이버, e*Scope 웹 기반 도구 및 소켓 서버가 있습니다. 소프트웨어 애플리케이션(예: Tektronix OpenChoice Desktop®)을 통해 컴퓨터에서 오실로스코프와 통신하려면 VISA를 사용합니다. 웹 브라우저(예: Microsoft Internet Explorer)를 통해 오실로스코프와 통신하려면 e*Scope를 사용합니다.

VISA 사용

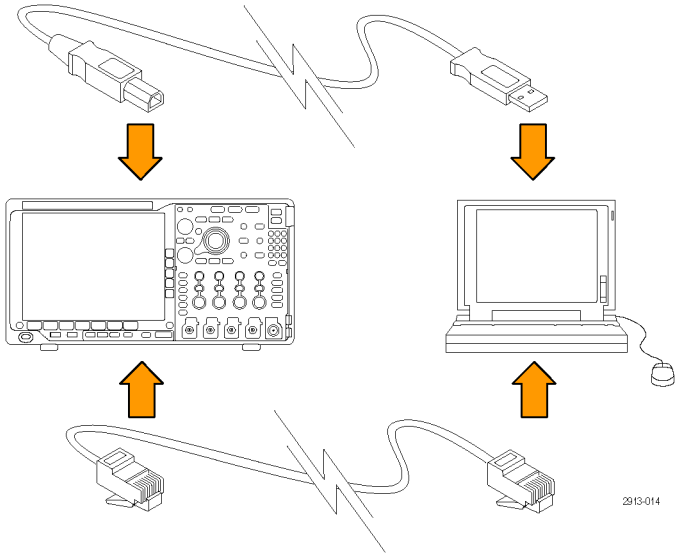
VISA에서는 MS-Windows 컴퓨터를 사용하여 오실로스코프에서 데이터를 획득한 뒤 PC에서 실행되는 Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW, Tektronix OpenChoice Desktop 소프트웨어 또는 사용자가 만든 프로그램 같은 분석 패키지에서 이 데이터를 사용할 수 있습니다. USB, 이더넷 또는 GPIB 같은 일반적인 통신 연결을 사용하여 오실로스코프에 컴퓨터를 연결할 수 있습니다.

오실로스코프와 컴퓨터 사이의 VISA 통신을 설정하려면

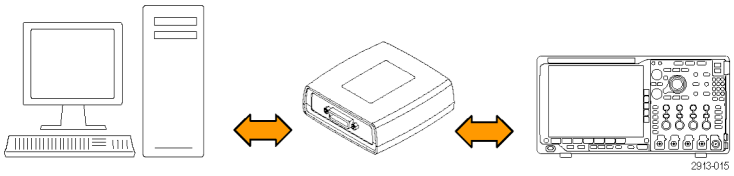
1. 컴퓨터에 VISA 드라이버를 로드합니다. 또한 애플리케이션(예: OpenChoice Desktop)을 로드합니다.

   오실로스코프와 함께 제공된 해당 CD나 Tektronix 소프트웨어 찾기 웹 페이지(www.tektronix.com)에서 드라이버 및 OpenChoice Desktop 소프트웨어를 찾을 수 있습니다.

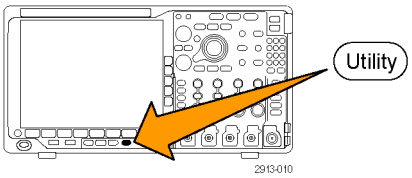
2. 올바른 USB 또는 이더넷 케이블을 사용하여 오실로스코프를 컴퓨터에 연결합니다.



오실로스코프와 GPIB 시스템 사이에서 통신하려면 USB 케이블을 사용하여 오실로스코프를 TEK-USB-488 GPIB-to-USB 어댑터에 연결합니다. 그런 다음 GPIB 케이블을 사용하여 어댑터를 GPIB 시스템에 연결합니다. 오실로스코프의 전원을 끄고 다시 켭니다.



3. Utility를 누릅니다.

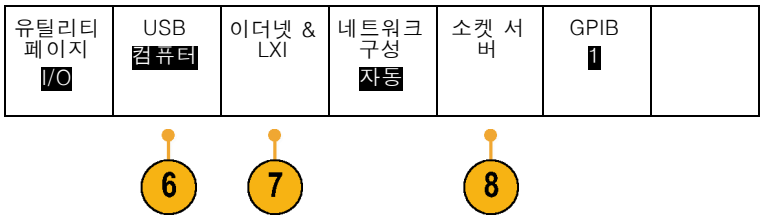


4. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

5. 범용 노브 a를 돌려 I/O를 선택합니다.

6. USB를 사용하는 경우에는 USB가 활성화되어 있으면 자동으로 설정됩니다.

   하단 베젤 메뉴에서 USB를 확인하여 USB가 활성화되어 있는지 확인합니다. 활성화되어 있지 않으면 USB를 누릅니다. 그런 다음 사이드 베젤 메뉴에서 **컴퓨터에 연결**을 누릅니다.



7. 이더넷을 사용하려면 **이더넷 & LXI** 하단 베젤 버튼을 누릅니다.

   사이드 베젤 버튼을 사용하여 필요에 따라 네트워크 설정을 조정합니다. 자세한 내용은 아래의 e*Scope 설정 정보를 참조하십시오.

8. 소켓 서버 매개변수를 변경하려면 **소켓 서버**를 누르고 이 때 나타나는 사이드 베젤 메뉴를 통해 새 값을 입력합니다.

9. GPIB를 사용하는 경우 GPIB를 누릅니다. 범용 노브 a를 사용하여 사이드 베젤 메뉴에 GPIB 어드레스를 입력합니다.

   이렇게 하면 연결된 TEK-USB-488 어댑터에서 GPIB 주소가 설정됩니다.

10. 컴퓨터에서 애플리케이션 소프트웨어를 실행합니다.

빠른 팁

- 오실로스코프는 오실로스코프와 컴퓨터 사이의 효율적인 연결을 위한 다양한 Windows 기반 소프트웨어 도구가 포함되어 있는 CD와 함께 제공되었습니다. 이러한 도구에는 Microsoft Excel 및 Word와의 빠른 연결을 위한 도구 모음이 포함됩니다. 또한 NI LabVIEW SignalExpress™, Tektronix Edition 및 Tektronix OpenChoice Desktop이라고 하는 두 개의 독립 실행형 획득 프로그램도 들어 있습니다.
- 후면 패널 USB 2.0 장치 포트는 컴퓨터 연결을 위한 올바른 USB 포트입니다. 오실로스코프를 USB 플래시 드라이브에 연결하려면 후면 및 전면 패널 USB 2.0 호스트 포트를 사용합니다. 오실로스코프를 PC 또는 PictBridge 프린터에 연결하려면 USB 장치 포트를 사용합니다.

USB 호스트 포트

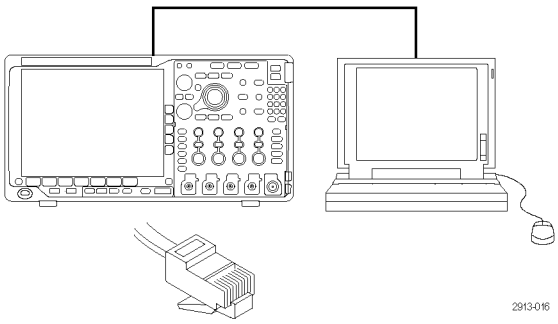
USB 장치 포트

LXI 웹 페이지 및 e*Scope 사용

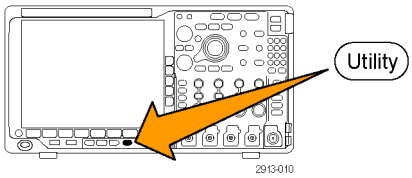
e*Scope를 사용하면 컴퓨터에서 웹 브라우저를 통해 인터넷에 연결된 MDO4000 시리즈 오실로스코프에 액세스할 수 있습니다.

오실로스코프와 원격 컴퓨터에서 실행되는 웹 브라우저 사이의 e*Scope 통신을 설정하려면

1. 올바른 이더넷 케이블을 사용하여 오실로스코프를 컴퓨터 네트워크에 연결합니다.



2. Utility를 누릅니다.

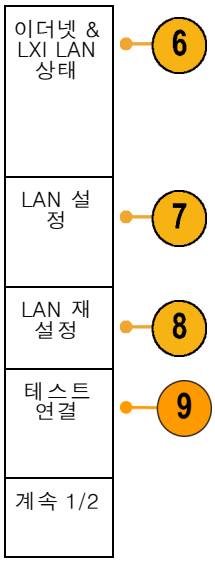


3. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

4. 범용 노브 a를 돌려 I/O를 선택합니다.

5. **이더넷 & LXI**를 누릅니다.

6. 상부 메뉴 항목을 보고 LAN 상태를 확인합니다. 표시기는 상태가 좋으면 녹색으로 변하고 장치에서 오류를 발견한 경우에는 빨간색으로 변합니다.



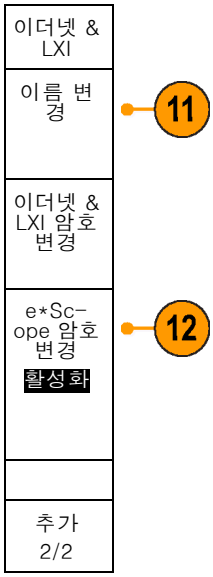
7. **LAN 설정**을 눌러 오실로스코프에 대해 구성된 네트워크 매개변수를 표시합니다.

8. **LAN 재설정**을 눌러 오실로스코프를 LAN 기본값으로 복원합니다.

9. **테스트 연결**을 눌러 오실로스코프에서 연결된 네트워크를 찾을 수 있는지 확인합니다.

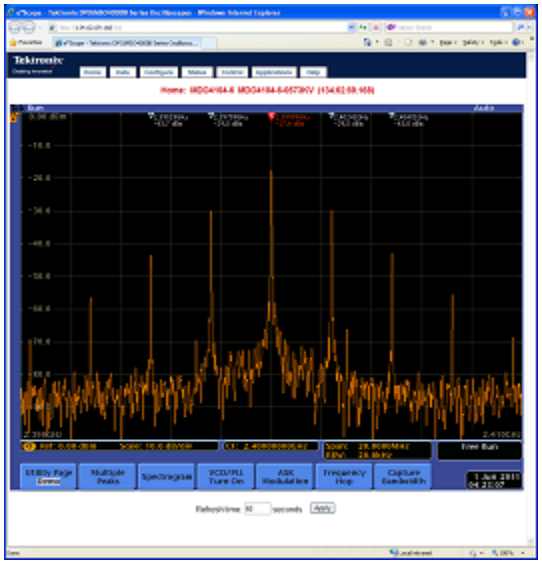
10. 사이드 메뉴 항목의 다른 페이지를 보려면 **계속**을 누릅니다.

11. 오실로스코프 이름, 네트워크 도메인 또는 서비스 이름을 변경하려면 **이름 변경**을 누릅니다.
12. 암호 이름을 변경하려면 **이더넷 및 LXI 암호 변경**(Change Ethernet & LXI Password)을 누릅니다.
13. 웹 브라우저에서 LAN 설정에 적용한 변경 사항이 오실로스코프에 적용되지 않도록 LXI 암호를 사용하여 오실로스코프를 보호하려면 **e*Scope 암호 변경**을 누릅니다.



14. 원격 컴퓨터에서 브라우저를 시작합니다. 브라우저 주소 표시줄에 호스트 이름, 점 및 도메인 이름을 함께 입력합니다. 또는 장비의 IP 주소만 입력합니다. 그러면 LXI 시작 페이지가 컴퓨터 화면의 웹 브라우저에 나타나야 합니다.
15. "네트워크 구성"을 클릭하여 네트워크 구성 설정을 보고 편집합니다. 암호를 사용하며 설정을 변경하는 경우에는 기본 사용자 이름이 "lxiuser"임을 참조하십시오.

16. e*Scope의 경우 LXI 시작 페이지의 왼쪽에서 장비 컨트롤(e*Scope) 링크를 클릭합니다. e*Scope가 실행 중이면 브라우저에서 새 탭이나 윈도우가 열립니다.

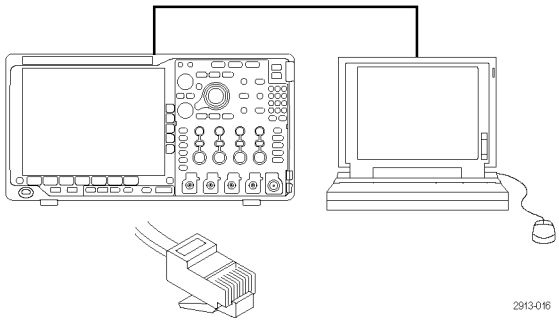


소켓 서버 사용

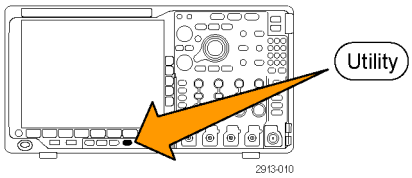
소켓 서버는 인터넷 프로토콜 기반 컴퓨터 네트워크를 통한 양방향 통신을 제공합니다. 오실로스코프의 소켓 서버 기능을 사용하여 오실로스코프가 원격 터미널 장치 또는 컴퓨터와 통신하도록 할 수 있습니다.

오실로스코프와 원격 터미널 또는 컴퓨터 간에 소켓 서버를 설정 및 사용하려면

1. 올바른 이더넷 케이블을 사용하여 오실로스코프를 컴퓨터 네트워크에 연결합니다.



2. Utility를 누릅니다.



3. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

유틸리티 페이지

3

4. Multipurpose 노브 a를 돌려 I/O를 선택합니다.

I/O

5. **소켓 서버**를 누릅니다.

유틸리티 페이지 I/O	USB 컴퓨터	이더넷 및 LXI	네트워크 구성 수동	소켓 서버	GPIB 1	

5

6. 이때 나타나는 소켓 서버 사이드 메뉴에서 맨 위 항목을 눌러 **활성화**를 강조 표시합니다.

소켓 서버
활성화 비활성화

7. 프로토콜이 **없음**이어야 하는지 또는 **터미널**(Terminal)이어야 하는지 선택합니다.

   일반적으로 사용자가 키보드를 통해 실행하는 통신 세션에서는 터미널 프로토콜이 사용됩니다. 자동 세션에서는 이러한 프로토콜 없이 오실로스코프의 자체 통신을 처리할 수 있습니다.

프로토콜 없음 터미널 (Terminal)

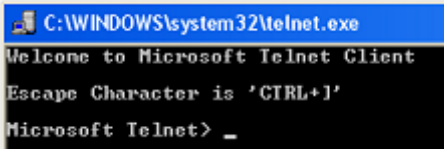
8. 필요한 경우 Multipurpose 노브 a를 돌려 포트 번호를 변경합니다.

현재 포트 4000
포트 선택 (a) 4000

9. 필요한 경우 **확인**을 눌러 새 포트 번호를 설정합니다.

확인 포트 설정

10. 소켓 서버 매개 변수를 설정하고 나면 이제 컴퓨터에서 오실로스코프와 통신할 준비가 되었습니다. MS Windows PC를 실행 중인 경우 명령 인터페이스가 포함되어 있는 기본 클라이언트 텔넷을 실행할 수 있습니다. 이렇게 하는 한 가지 방법은 실행 창에 "Telnet"을 입력하는 것입니다. PC에 텔넷 창이 열립니다.

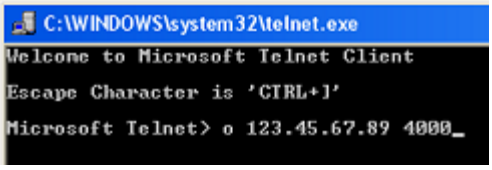


주석노트. MS Windows 7의 경우 텔넷이 작동하도록 하려면 먼저 텔넷을 활성화해야 합니다.

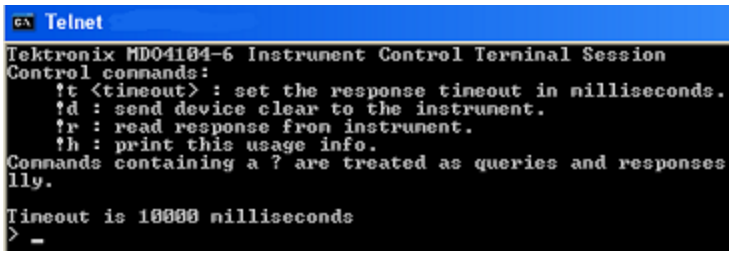
11. 오실로스코프의 LAN 주소 및 포트 번호로 열기 명령을 입력하여 컴퓨터와 오실로스코프 간의 터미널 세션을 시작합니다.

    이더넷 및 LXI(Ethernet & LXI) 하단 메뉴 항목 및 이 항목을 눌렀을 때 나타나는 **LAN 설정(LAN Settings)** 사이드 메뉴 항목을 눌러 이때 나타나는 이더넷 및 LXI 설정 화면을 표시하여 LAN 주소를 가져올 수 있습니다. **소켓 서버** 하단 메뉴 항목을 눌러 **현재 포트** 사이드 메뉴 항목을 표시하여 포트 번호를 가져올 수 있습니다.

    예를 들어 오실로스코프 IP 주소가 123.45.67.89이고 포트 번호가 기본값 4000인 경우 MS Windows 텔넷 화면에 o 123.45.67.89 4000을 입력하여 세션을 열 수 있습니다.



오실로스코프는 연결이 완료되면 컴퓨터에 도움말 화면을 보냅니다.



12. 이제 *idn? 등의 표준 질의를 입력할 수 있습니다.

    장비를 설명하는 문자열을 표시함으로써 텔넷 세션 창이 응답합니다.

    이 텔넷 세션 창을 사용하여 추가 질의를 입력하고 추가 결과를 볼 수 있습니다. MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 프로그래머 설명서에서 관련 명령 구문, 질의 및 관련 상태 코드를 찾을 수 있습니다.

> *idn?

주석노트. 오실로스코프와의 MS Windows 텔넷 세션이 진행 중인 동안에는 컴퓨터의 백스페이스 키를 사용하지 마십시오.

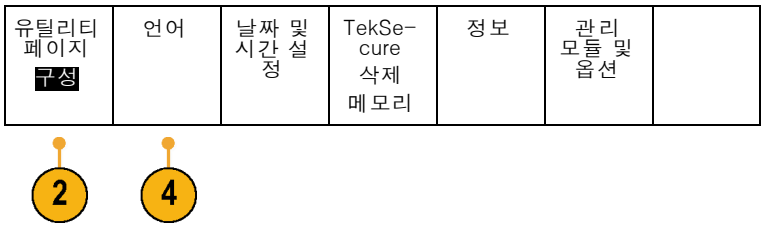
오실로스코프에 USB 키보드 연결

오실로스코프의 후면 또는 전면 패널에 있는 USB 호스트 포트에 USB 키보드를 연결할 수 있습니다. 오실로스코프의 전원이 켜진 상태에서 연결될 경우에도 오실로스코프는 키보드를 감지합니다.

키보드를 사용하여 이름이나 레이블을 신속하게 만들 수 있습니다. 채널이나 버스 버튼을 눌러 하단 메뉴에 **레이블** 버튼을 불러올 수 있습니다. 키보드의 화살표 키를 사용하여 삽입 지점을 이동한 다음 이름이나 레이블을 입력합니다. 채널과 버스에 레이블을 지정하면 화면의 정보를 더 쉽게 식별할 수 있습니다.

미국(US) 키 레이아웃이 적용된 키보드 또는 다른 레이아웃이 적용된 키보드를 사용할지 여부를 선택하려면

1. Utility를 누릅니다.
2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.
3. 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다.
4. 이때 나타나는 베젤 메뉴에서 **언어**를 누릅니다.
5. 이때 나타나는 사이드 메뉴에서 **USB 키보드**를 누릅니다.
6. 범용 노브 a를 돌려 이때 나타나는 메뉴에서 원하는 키보드 레이아웃 스타일을 선택합니다.



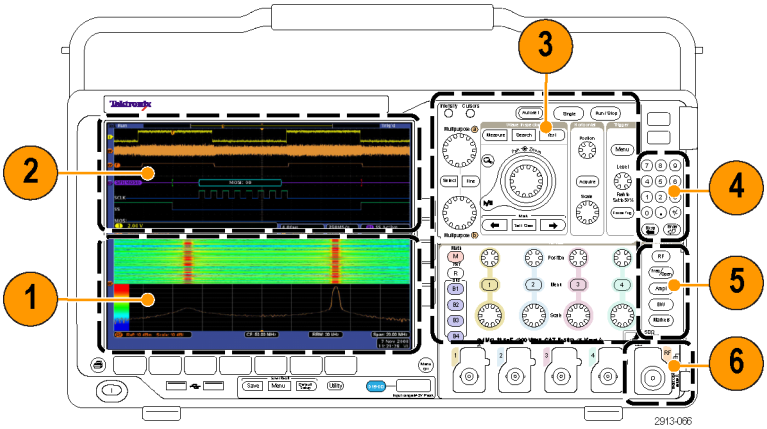
장비에 익숙해지기

전면 패널 메뉴 및 컨트롤

전면 패널에는 가장 많이 사용하는 기능에 대한 버튼과 컨트롤이 있습니다. 메뉴 버튼을 사용하면 특정 용도에 맞는 기능에 액세스할 수 있습니다.

개요

1. 주파수 도메인 디스플레이
2. 시간 도메인 디스플레이
3. 일반적인 오실로스코프 전면 패널 컨트롤
4. 10자리 키패드
5. 전용 스펙트럼 분석 컨트롤
6. 전용 RF 입력(N-커넥터 포함)

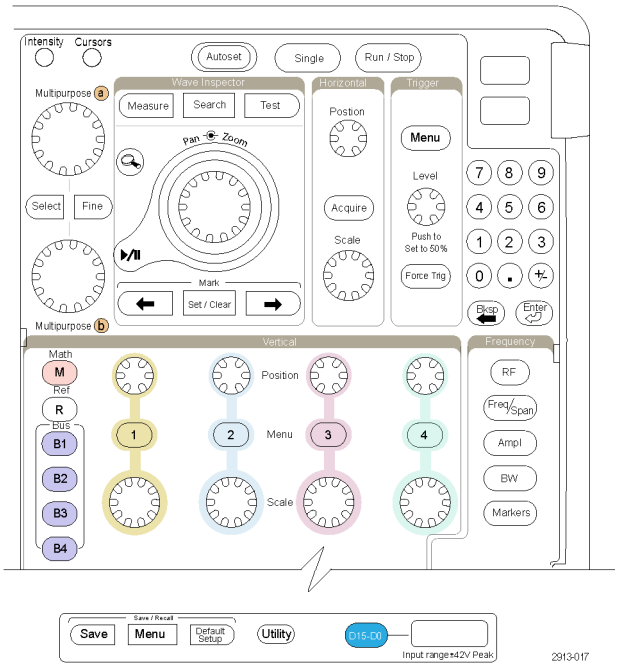


메뉴 시스템 사용

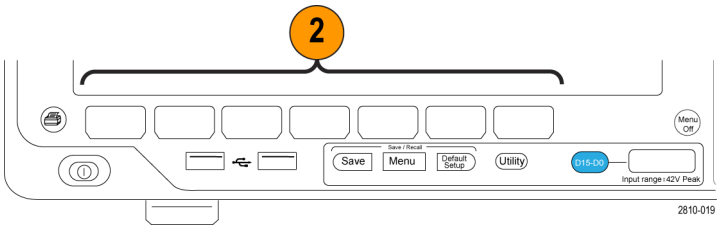
메뉴 시스템을 사용하려면

1. 전면 패널 메뉴 버튼을 눌러 사용하려는 메뉴를 표시합니다.

주석노트. B1 ~ B4 버튼은 최대 4 개의 다른 직렬 또는 병렬 버스를 지원합니다.



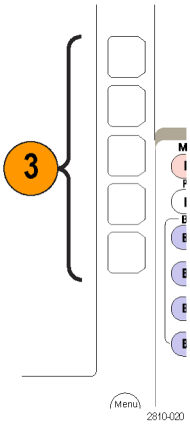
2. 하단 베젤 버튼을 눌러 메뉴 항목을 선택합니다. 팝업 메뉴가 나타나면 범용 노브 a를 돌려 원하는 항목을 선택합니다. 팝업 메뉴가 나타나면 버튼을 다시 눌러 원하는 항목을 선택합니다.



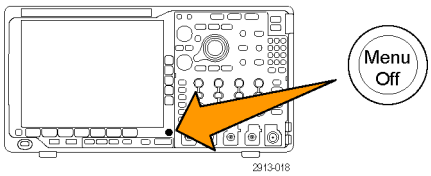
3. 사이드 베젤 버튼을 눌러 사이드 베젤 메뉴 항목을 선택합니다.

   메뉴 항목에 선택할 수 있는 항목이 두 개 이상 있으면 사이드 베젤 버튼을 반복해서 눌러 선택 사항을 전환할 수 있습니다.

   팝업 메뉴가 나타나면 범용 노브 a를 돌려 원하는 항목을 선택합니다.

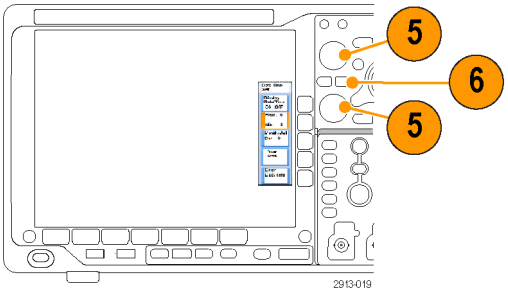


4. 사이드 베젤 메뉴를 제거하려면 하단 베젤 메뉴를 다시 누르거나 Menu Off를 누릅니다.



5. 특정 메뉴 항목에서는 숫자 값을 설정해야 합니다. 상단 및 하단의 범용 노브 a 및 b를 사용하여 값을 조정합니다.

6. 미세한 부분을 조정하는 기능을 켜거나 끄려면 **미세 조정**을 누릅니다.



메뉴 버튼 사용

메뉴 버튼을 사용하여 오실로스코프에서 여러 가지 기능을 수행하십시오.

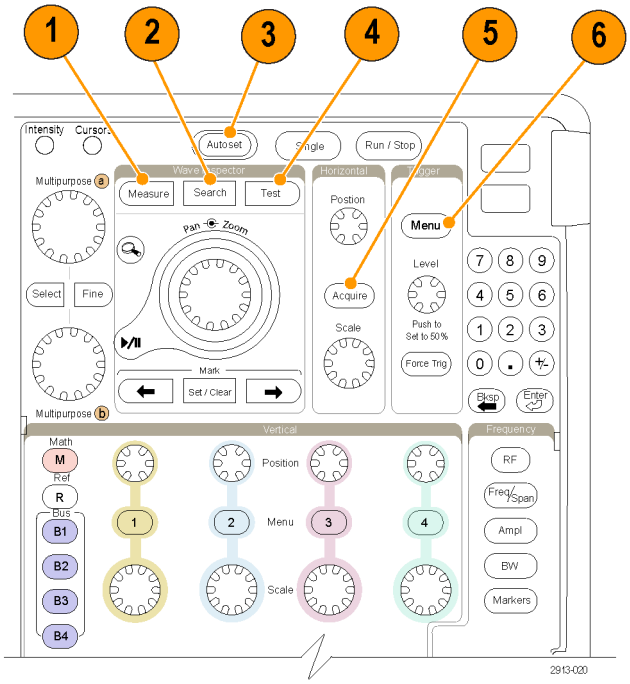
1. **측정**. 자동 파형 측정 기능을 수행하려면 이 버튼을 누릅니다.

2. **검색**. 사용자 지정된 이벤트/기준에 대한 획득을 자동으로 검색하려면 이 버튼을 누릅니다.

3. **자동 설정**. 오실로스코프 설정의 자동 설정을 수행하려면 이 버튼을 누릅니다.

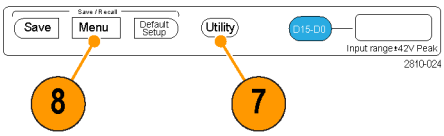
4. **테스트**. 고급 또는 애플리케이션별 테스트 기능을 활성화하려면 이 버튼을 누릅니다.

5. **획득**. 획득 모드를 설정하고 레코드 길이를 조정하려면 이 버튼을 누릅니다.



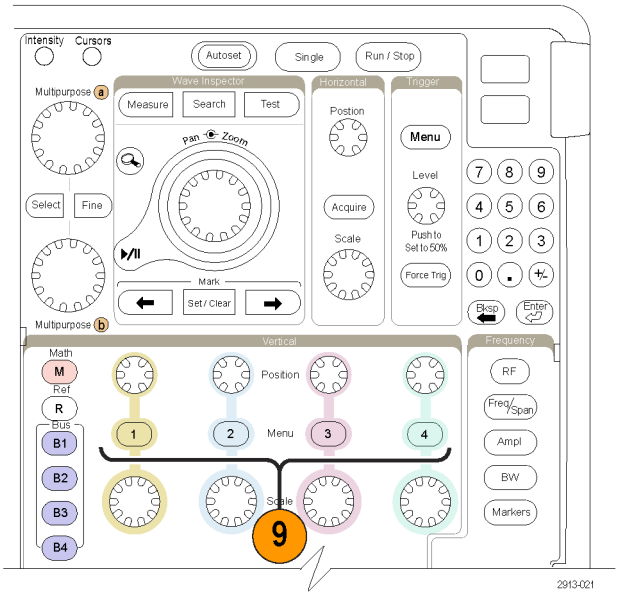
6. **트리거 메뉴**. 트리거 설정을 지정하려면 이 버튼을 누릅니다.

7. Utility. 언어 선택 또는 날짜/시간 설정과 같은 시스템 유틸리티 기능을 활성화하려면 이 버튼을 누릅니다.



8. Save/Recall 메뉴. 내부 메모리, USB 플래시 드라이브 또는 마운트된 네트워크 드라이브를 사용하여 설정, 파형 및 화면 이미지를 저장하거나 호출하려면 이 버튼을 누릅니다.

9. 채널 1, 2, 3 또는 4 메뉴. 입력 파형에 대한 수직 매개변수를 설정하고 디스플레이에 해당 파형을 표시하거나 제거하려면 이 버튼을 누릅니다.



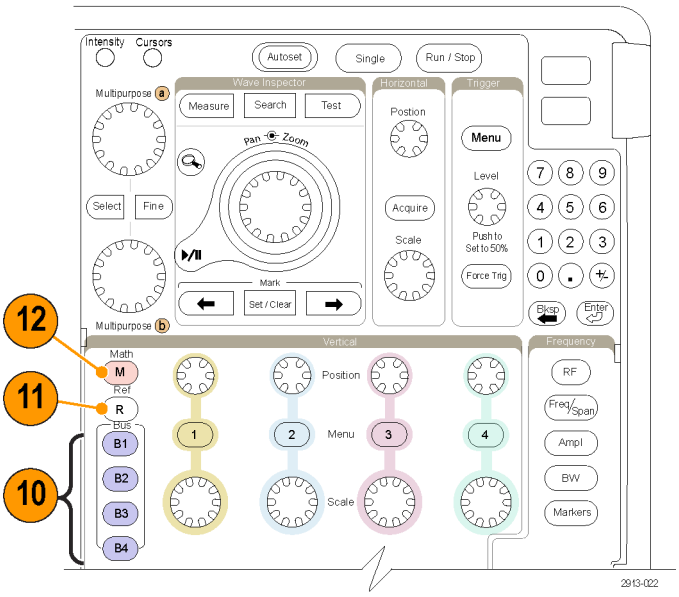
10. B1, B2, B3 또는 B4. 올바른 모듈 애플리케이션 키가 있는 경우 버스를 정의하고 표시하려면 이 버튼을 누릅니다.

   - DPO4AERO 는 MIL-STD-1553 버스를 지원합니다.
   - DPO4AUTO는 CAN 및 LIN 버스를 지원합니다.
   - DPO4AUTOMAX는 CAN, LIN 및 FlexRay 버스를 지원합니다.
   - DPO4EMBD는 I²C 및 SPI 버스를 지원합니다.
   - DPO4ENET는 이더넷 버스를 지원합니다.
   - DPO4USB는 USB 2.0 버스를 지원합니다.
   - DPO4COMP 는 RS-232, RS-422, RS-485 및 UART 버스를 지원합니다.
   - DPO4AUDIO는 I²S, LJ(왼쪽 정렬), RJ(오른쪽 정렬) 및 TDM 버스를 지원합니다.

   또한 B1, B2, B3 또는 B4 버튼을 눌러 디스플레이에서 해당 버스를 표시하거나 제거할 수 있습니다.

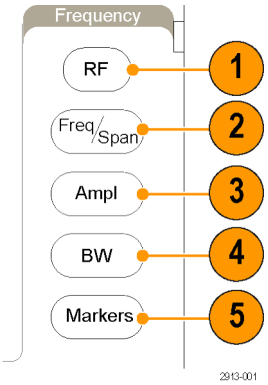
11. R. 디스플레이에서 각 기준 파형 또는 형적을 표시하거나 제거하는 등 기준 파형 및 형적을 관리하려면 이 버튼을 누릅니다.

12. M. 디스플레이에서 연산 파형 또는 형적을 표시하거나 제거하는 등 연산 파형 또는 형적을 관리하려면 이 버튼을 누릅니다.



스펙트럼 분석 컨트롤 사용

이러한 버튼은 RF 입력의 획득 및 디스플레이를 구성합니다.



1. **RF**. 주파수 도메인 디스플레이 및 메뉴를 불러오려면 이 버튼을 누릅니다.

2. **주파수/전체 폭**. 디스플레이에 표시할 스펙트럼 부분을 지정하려면 이 버튼을 누릅니다. 중간 주파수 및 전체 폭을 설정하거나 시작 및 정지 주파수를 설정합니다.

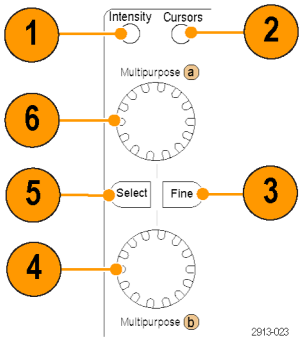
3. **진폭**. 기준 레벨을 설정하려면 이 버튼을 누릅니다.

4. **대역폭**. 해상도 대역폭을 정의하려면 이 버튼을 누릅니다.

5. **마커**. 자동 또는 수동 마커를 설정하려면 이 버튼을 누릅니다.

기타 컨트롤 사용

이 버튼 및 노브는 파형, 커서 및 기타 데이터 입력을 제어합니다.



1. 파형 **밝기**. 범용 노브 a를 활성화하여 파형 표시 밝기를 제어하고, 노브 b를 활성화하여 계수선 밝기를 제어하려면 이 버튼을 누릅니다.

2. **커서**. 커서를 켜려면 이 버튼을 한 번 누릅니다. 커서가 켜져 있으면 범용 노브를 돌려 해당 위치를 제어할 수 있습니다. 커서를 끄려면 이 버튼을 다시 누르십시오.

   커서 메뉴를 표시하고 커서를 구성하려면 이 버튼을 계속 누르고 계십시오. 커서 제어 위치가 범용 노브로 다시 바뀌면 Menu Off를 누르십시오.

3. **미세 조정**. 수직 및 수평 위치 노브, 트리거 레벨 노브와 범용 노브 a 및 b의 다양한 조작에서 보통 조정 및 미세 조정 사이를 전환하려면 이 버튼을 누릅니다.

4. 하단 범용 노브 b가 활성화되면 이 노브를 돌려 커서를 이동하거나 메뉴 항목에 대한 숫자 매개 변수 값을 설정합니다. 좀 더 느리게 조정 작업을 하려면 **미세 조정**을 누릅니다.

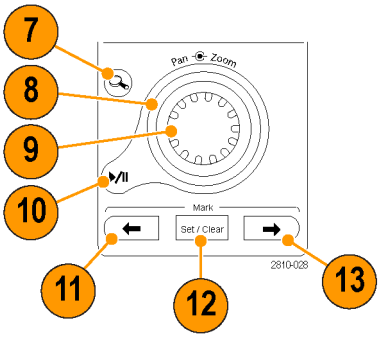
5. **선택**. 특수 기능을 활성화하려면 이 버튼을 누릅니다.

   예를 들어, 수직 커서 두 개를 사용할 경우(수평 커서는 표시되지 않음) 이 버튼을 눌러 커서를 연결하거나 연결 해제할 수 있습니다. 수직 및 수평 커서 각각 두 개가 모두 표시되면 이 버튼을 눌러 수직 커서나 수평 커서 중 한쪽을 활성 상태로 만들 수 있습니다.

   선택 버튼을 사용하여 파일 시스템 작업을 수행할 수도 있습니다.

6. 상단 범용 노브 a가 활성화되면 이 노브를 돌려 커서를 이동하거나 메뉴 항목에 대한 숫자 매개 변수 값을 설정하거나 선택 팝업 목록에서 선택합니다. 보통 조정과 미세 조정 사이를 전환하려면 **미세 조정** 버튼을 누르십시오.

   a 또는 b의 활성 상태는 화면 아이콘에 나타납니다.



7. **줌** 버튼. 줌 모드를 활성화하려면 이 버튼을 누릅니다.

8. **팬**(외부 노브). 획득한 파형을 통해 줌 창을 스크롤하려면 이 노브를 돌립니다.

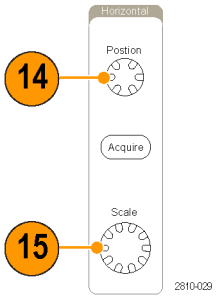
9. **줌**(내부 노브). 줌 계수를 제어하려면 이 노브를 돌립니다. 시계 방향으로 돌리면 확대되고 시계 반대 방향으로 돌리면 축소됩니다.

10. **재생-일시 중지** 버튼. 파형의 자동 팬을 시작하거나 중지하려면 이 버튼을 누릅니다. 팬 노브를 사용하여 속도 및 방향을 제어합니다.

11. **← 이전**. 이전 파형 표시로 이동하려면 이 버튼을 누릅니다.

12. **표시 설정/지우기**. 파형 표시를 설정하거나 삭제하려면 이 버튼을 누릅니다.

13. **→ 다음**. 다음 파형 표시로 이동하려면 이 버튼을 누릅니다.



14. **수평 위치**. 획득한 파형에 상대적인 트리거 포인트 위치를 조정하려면 이 노브를 돌립니다. 미세한 부분을 조정하려면 **미세 조정**을 누르십시오.

15. **수평 스케일**. 수평 스케일(time/division)을 조정하려면 이 노브를 돌립니다.

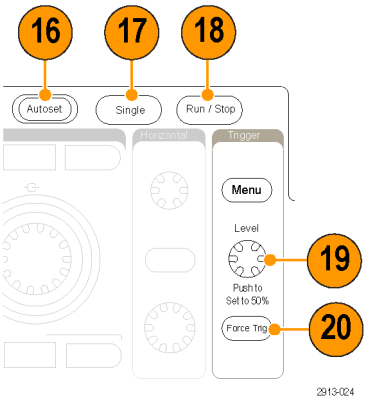
16. **실행/정지**. 획득을 시작하거나 정지하려면 이 버튼을 누릅니다.

17. **싱글**. 단일 획득을 만들려면 이 버튼을 누릅니다.

18. **자동 설정**. 사용 가능하며 안정적인 표시를 위해 수직, 수평 및 트리거 컨트롤을 자동으로 설정하려면 자동 설정을 누릅니다.

19. **트리거 레벨**. 트리거 레벨을 조정하려면 이 노브를 돌립니다. 파형의 중간 지점으로 트리거 레벨을 설정하려면 이 버튼을 누릅니다.

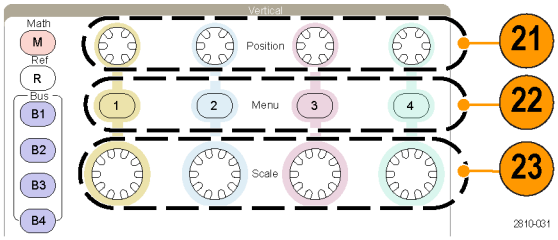
20. **강제 트리거**. 즉각적인 트리거 이벤트를 강제로 실행하려면 이 버튼을 누릅니다.



21. **수직 위치**. 해당 파형의 수직 위치를 조정하려면 이 노브를 돌립니다. 미세한 부분을 조정하려면 **미세 조정**을 누르십시오.

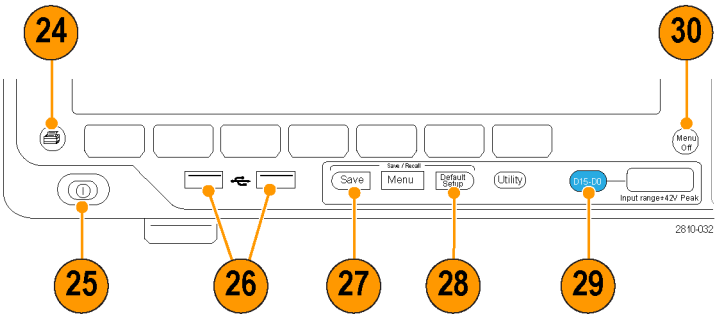
22. **1, 2, 3, 4**. 디스플레이에 해당 파형을 표시하거나 제거하고 수직 메뉴에 액세스하려면 이 버튼을 누릅니다.

23. **수직 스케일**. 해당 파형의 수직 스케일 계수(volts/division)를 조정하려면 이 노브를 돌립니다.



24. **인쇄**. Utility 메뉴에서 선택한 프린터를 사용하여 화면 이미지를 인쇄하려면 이 버튼을 누릅니다.

25. **전원** 스위치. 장비의 전원을 켜거나 끄려면 이 버튼을 누릅니다.



26. **USB 2.0 호스트 포트**. 여기에 USB 케이블을 삽입하여 키보드, 프린터 또는 플래시 드라이브와 같은 주변 장치를 오실로스코프에 연결합니다. 후면 패널에 추가로 두 개의 USB 2.0 호스트 포트가 있습니다.

27. **Save**. 즉각적인 저장 작업을 수행하려면 이 버튼을 누릅니다. 저장 작업에는 Save / Recall 메뉴에서 정의한 현재 저장 매개 변수가 사용됩니다.

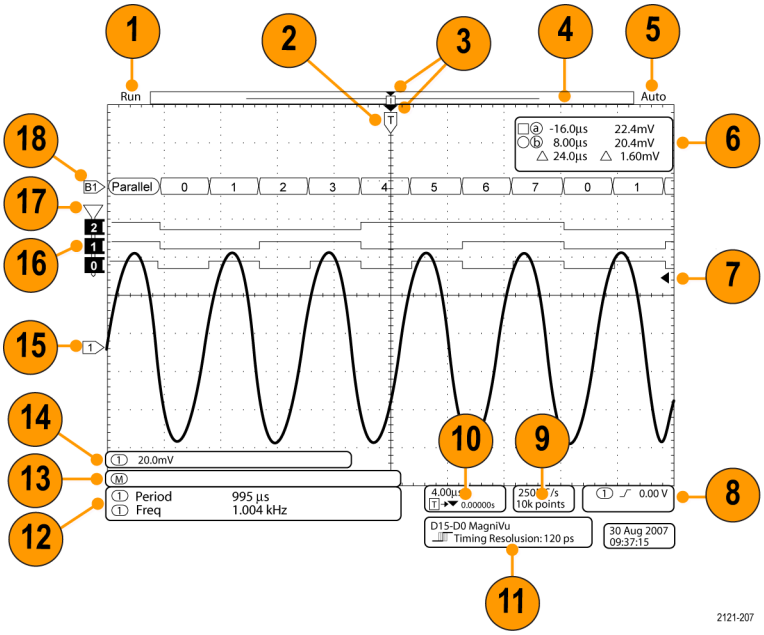
28. **Default Setup**. 오실로스코프를 기본 설정으로 즉시 복원하려면 이 버튼을 누릅니다.

29. **D15~D0**. 디스플레이에서 디지털 채널을 표시하거나 제거하고 디지털 채널 설정 메뉴에 액세스하려면 이 버튼을 누릅니다.

30. Menu Off. 화면에서 표시된 메뉴를 지우려면 이 버튼을 누릅니다.

시간 도메인 디스플레이의 항목 식별

오른쪽에 표시된 항목이 디스플레이에 나타날 수 있습니다. 이 모든 항목이 아무 때나 표시되는 것은 아닙니다. 메뉴를 끄면 일부 판독값이 계수선 외부로 사라집니다.

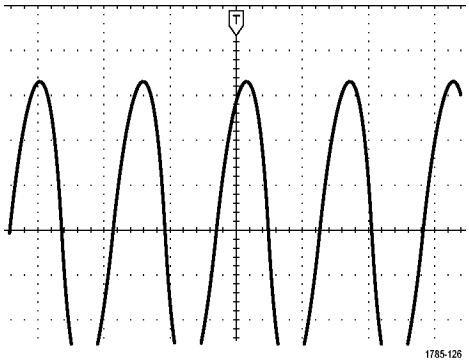


1. 획득 판독값은 획득이 실행 중이거나 정지되었거나 획득 미리 보기 상태일 때 표시됩니다. 아이콘은 다음과 같습니다.

판독값에는 다음 항목이 표시될 수 있습니다.

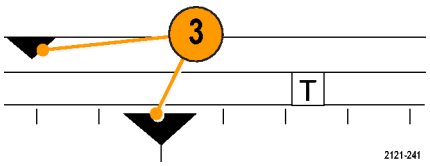
- 실행: 획득이 활성화됨
- 정지: 획득이 활성화되지 않음
- 롤: 롤 모드 상태(40ms/div 이하)
- PreVu: 이 상태에서는 오실로스코프가 정지되거나 트리거 중입니다. 다음 획득의 모양이 대략 어떠한지 보기 위해 수평 또는 수직 위치 및 스케일을 변경할 수 있습니다.
- A/B: 평균 획득 모드를 사용할 경우 B에는 평균화할 전체 획득 수(획득 모드 사이드 메뉴를 사용하여 설정)가 표시되며 A에는 이 전체 수에 대한 현재 진행률이 표시됩니다.

2. 트리거 위치 아이콘은 획득의 트리거 위치를 표시합니다.



3. 확장 포인트 아이콘(주황색 삼각형)은 수평 스케일이 확대되거나 축소되는 포인트를 표시합니다.

   확장 포인트를 트리거 포인트와 동일하게 만들려면 Acquire(획득)을 누르고 하단 메뉴 **지연** 항목을 Off로 설정합니다.



4. 파형 레코드 보기는 파형 레코드에 상대적인 트리거 위치를 표시합니다. 선 색상은 선택한 파형 색상에 해당됩니다.

   괄호 안에는 현재 화면에 표시된 레코드 부분이 표시됩니다.

5. 트리거 상태 판독값에는 트리거 상태가 표시됩니다. 상태는 다음과 같습니다.

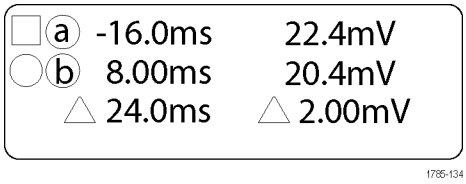
   - PrTrig: 사전 트리거 데이터 획득
   - Trig?: 트리거 대기
   - 트리거: 트리거됨
   - 자동: 트리거되지 않은 데이터 획득

6. 커서 판독값에는 각 커서에 대한 시간, 진폭 및 델타(Δ) 값이 표시됩니다.

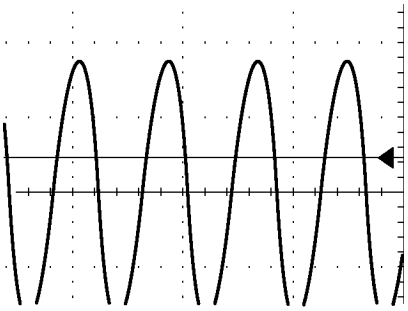
   FFT 측정의 경우 주파수 및 크기가 표시됩니다.

   직렬 버스의 경우 판독값은 디코드된 값을 표시합니다.

(136페이지의 *커서로 수동 측정* 참조)

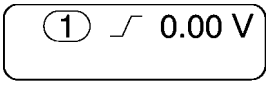


7. 트리거 레벨 아이콘은 파형의 트리거 레벨을 표시합니다. 아이콘 색상은 소스 채널 색상에 해당됩니다.



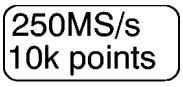
1785-143

8. 트리거 판독값은 트리거 소스, 기울기 및 레벨을 표시합니다. 다른 트리거 유형에 대한 트리거 판독값에는 기타 매개 변수가 표시됩니다.



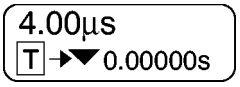
1785-135

9. 레코드 길이/샘플링 속도 판독값의 맨 윗줄에는 샘플링 속도가 표시됩니다. **수평 스케일** 노브를 사용하여 샘플링 속도를 조정할 수 있습니다. 맨 아래 줄에는 레코드 길이가 표시됩니다. 이때 나타나는 하단 베젤 메뉴에서 **획득** 및 **레코드 길이** 항목을 눌러 레코드 길이를 조정할 수 있습니다.



1785-137

10. 맨 윗줄의 수평 위치/스케일 판독값에는 수평 스케일(**수평 스케일** 노브로 조정)이 표시됩니다.



1785-136

지연 모드가 켜져 있는 상태에서는 T 기호에서 확장 포인트 아이콘(**수평 위치** 노브로 조정)까지의 시간이 맨 아랫줄에 표시됩니다.

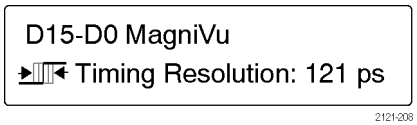
수평 위치를 사용하여 트리거가 발생했을 때와 실제로 데이터를 캡처했을 때 중간에 추가된 지연을 삽입합니다. 네거티브 시간을 삽입하여 더 많은 사전 트리거 정보를 캡처하십시오.

지연 모드가 꺼져 있으면 맨 아랫줄에 획득 내의 트리거 시간 위치가 백분율로 표시됩니다.

11. 타이밍 정밀도 판독값은 디지털 채널의 타이밍 정밀도를 표시합니다.

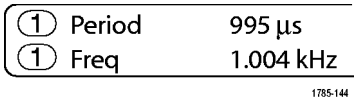
    타이밍 정밀도는 샘플 간의 시간이며 디지털 샘플 속도의 역수입니다.

    MagniVu 컨트롤이 켜져 있는 경우 “MagniVu”가 판독값에 나타납니다.

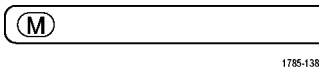


12. 측정 판독값에는 선택한 측정치가 표시됩니다. 한 번에 최대 8개의 측정을 표시하도록 선택할 수 있습니다.

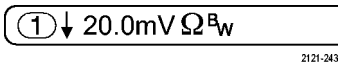
    수직 클리핑 현상이 있을 경우 예정된 측정 수치 대신 ⚠ 기호가 나타납니다. 파형의 일부는 화면 위 또는 아래에 있습니다. 적절한 측정 수치를 얻으려면 수직 스케일과 위치 노브를 돌려 파형 전체가 화면에 표시되도록 하십시오.



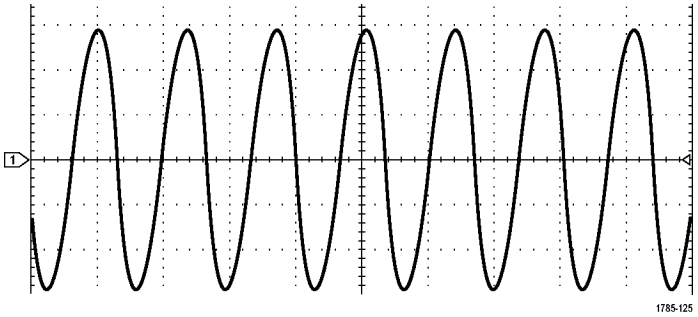
13. 보조 파형 판독값에는 연산 및 기준 파형의 수직 및 수평 스케일 인자가 표시됩니다.



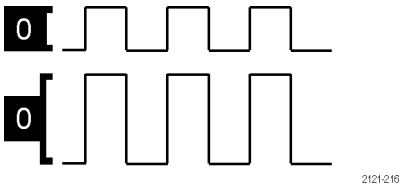
14. 채널 판독값에는 채널 스케일 계수(구간 당), 커플링, 반전 및 대역폭 상태가 표시됩니다. **수직 스케일** 노브 및 채널 1, 2, 3 또는 4 메뉴로 조정하십시오.



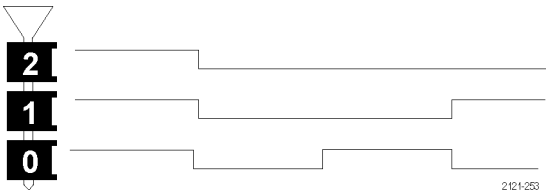
15. 아날로그 채널의 경우 오프셋을 사용하지 않았다고 가정하면 파형 베이스라인 표시기에는 제로 볼트 레벨의 파형이 표시됩니다. 아이콘 색상은 파형 색상에 해당됩니다.



16. 디지털 채널의 경우 베이스라인 표시기는 높은 레벨과 낮은 레벨을 나타냅니다. 표시기 색상은 레지스터에 사용되는 색상 코드를 따릅니다. D0 표시기는 검정색, D1 표시기는 갈색, D2 표시기는 빨간색과 같은 식입니다.



17. 그룹 아이콘은 디지털 채널이 그룹화되는 때를 나타냅니다.

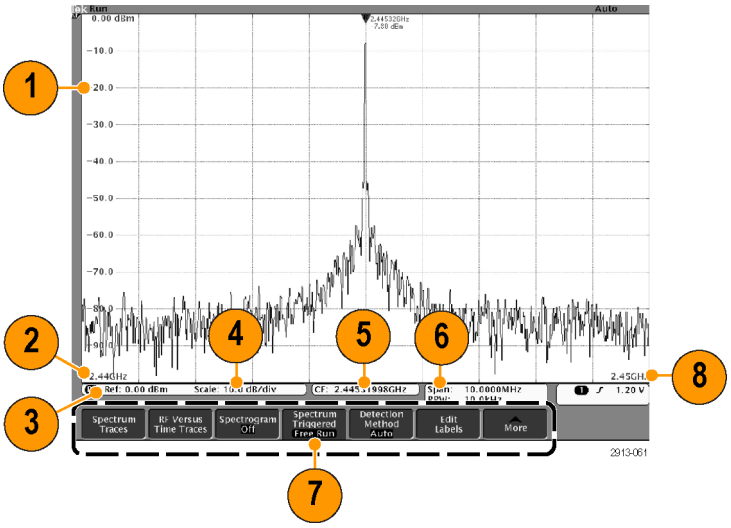


18. 버스 디스플레이는 직렬 버스 또는 병렬 버스에 대한 디코드된 패킷 레벨 정보를 보여 줍니다. 버스 표시기는 버스 번호와 버스 유형을 표시합니다.

주파수 도메인 디스플레이의 항목 식별

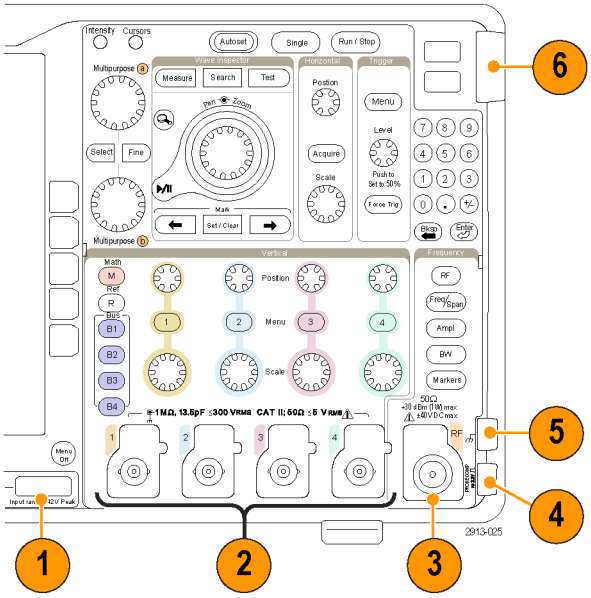
전면 패널 RF 버튼을 눌러 주파수 도메인 디스플레이를 활성화합니다.

1. 수직 계수선 레이블
2. 시작 주파수
3. 기준 레벨
4. 수직 스케일
5. 중간 주파수
6. 전체 폭 및 해상도
7. RF 메뉴
8. 정지 주파수



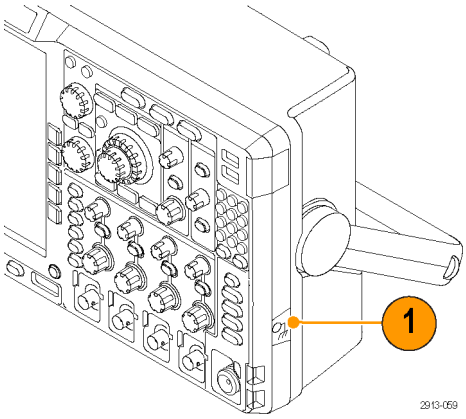
전면 패널 커넥터

1. 로직 프로브 커넥터
2. 채널 1,2,3 또는4. TekVPI 다기능 프로브 인터페이스가 있는 채널 입력입니다.
3. RF 입력 커넥터.
4. PROBE COMP. 프로브를 교정 또는 보정하기 위한 구형파 신호 소스입니다. 출력 전압: 0~2.5V, 진폭 1kΩ ±2% 뒤에서 ± 1%. 주파수: 1kHz
5. 접지.
6. 애플리케이션 모듈 슬롯.

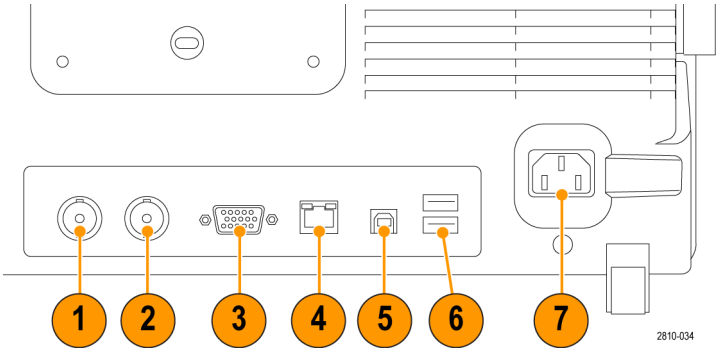


측면 패널 커넥터

1. 접지띠 커넥터. 접지띠를 꽂는 위치입니다.



후면 패널 커넥터



1. **보조 출력** 이 출력을 사용하여 기본 트리거 펄스에서 신호를 10MHz 레퍼런스 신호로 생성하거나 다른 이벤트(예: 마스크-한계 테스트 이벤트) 발생 시 신호를 출력합니다.

   보조 출력을 사용하여 오실로스코프와 다른 테스트 장비를 동기화하려면 전면 패널 Utility 버튼과 하단 베젤 **유틸리티 페이지** 버튼을 누른 다음 범용 노브 a를 사용하여 **외부 신호** (External Signals) 를 선택합니다. 하단 베젤 메뉴에서는 **보조 출력** (AUX OUT) 을, 이때 표시되는 사이드 메뉴에서는 **기본 트리거**를 누릅니다.

   LOW에서 HIGH로 변하면 트리거가 발생했다는 뜻입니다. Vout(HI)의 로직 레벨은 ≥2.5V 개방형 회로이며 접지에 대한 50Ω 로드에 대해 ≥1.0V입니다. Vout(LO)의 로직 레벨은 ≤4mA 로드에 대해 ≤0.7V이며 접지에 대한 50Ω 로드에 대해 ≤0.25V입니다.

2. **외부 기준 입력**. 이 커넥터에 외부 클럭을 연결할 수 있습니다. 이 커넥터를 활성화하려면 전면 패널 Utility 버튼과 하단 베젤 **유틸리티 페이지** 버튼을 누르고 범용 노브 a를 사용하여 **외부 신호**(External Signals) 를 선택합니다. 하단 베젤 메뉴에서는 **기준 소스**를, 이때 표시되는 사이드 메뉴에서는**외부 기준 입력**을 누릅니다.

3. **XGA 출력**. 비디오 포트(DB-15 암 커넥터)를 사용하여 외부 모니터나 프로젝터에 오실로스코프 디스플레이를 표시합니다.

4. **LAN**. LAN(이더넷) 포트(RJ-45 커넥터)를 사용하여 오실로스코프를 10/100 Base-T LAN에 연결합니다.

   MDO4000 모델은 LXI Class C 버전 1.3과 호환됩니다.

5. **장치**. TEK-USB-488 어댑터를 사용하여 USBTMC 또는 GPIB를 통해 오실로스코프를 제어하려면 USB 2.0 고속 장치 포트를 사용합니다. USBTMC 프로토콜을 사용하면 IEEE488 형식의 메시지를 사용하여 USB 장치에서 통신할 수 있습니다. 이렇게 하면 USB 하드웨어에서 GPIB 소프트웨어 애플리케이션을 실행할 수 있습니다. 또한 PictBridge 호환 프린터를 오실로스코프에 연결하려면 USB 포트를 사용합니다.

주석노트. 고속 작업의 경우 USB 2.0 장치 포트와 호스트 컴퓨터를 연결하는 케이블은 고속 호스트 컨트롤러에 연결 시 고속 작업용 USB 2.0 사양을 충족해야 합니다.

6. **호스트**. USB 2.0 고속 호스트 포트(후면 패널에서 두 개, 전면 패널에서 두 개)를 사용하여 USB 플래시 드라이브 및 프린터를 활용합니다.

7. **전원** 입력. 통합된 안전 접지를 사용하여 AC 전원선에 연결합니다. (6페이지의 *작동 고려 사항* 참조)

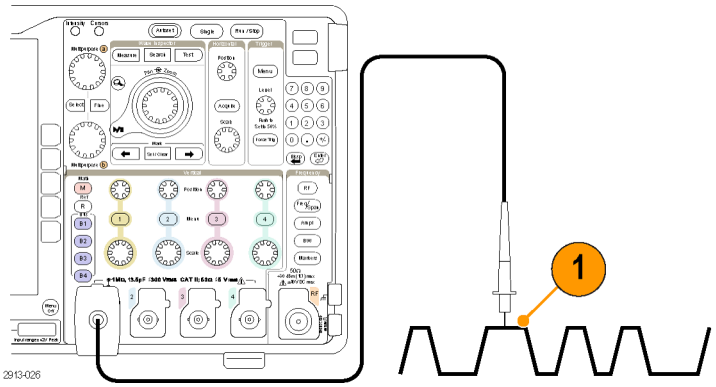
신호 획득

이 절에서는 사용자가 원하는 대로 신호를 획득하기 위해 오실로스코프를 설정하는 개념과 절차를 설명합니다.

아날로그 채널 설정

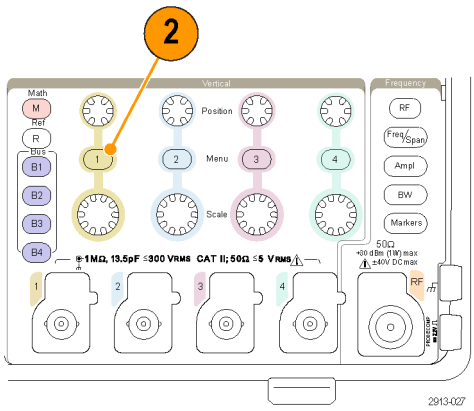
전면 패널 버튼과 노브를 사용하여 아날로그 채널을 통해 신호를 획득하도록 장비를 설정합니다.

1. TPP0500/TPP1000 또는 VPI 프로브를 입력 신호 소스에 연결합니다.

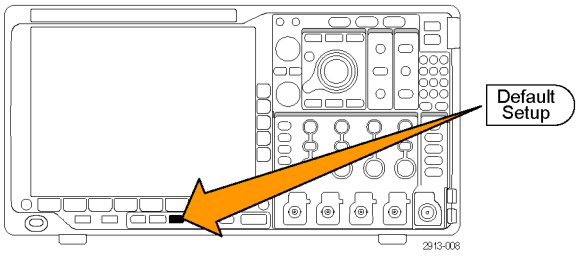


2. 전면 패널 버튼을 눌러 입력 채널을 선택합니다.

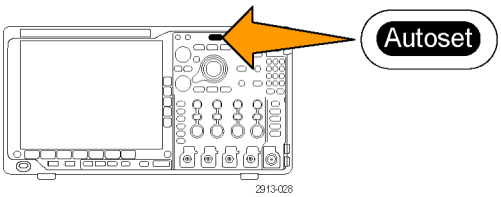
주석노트. 프로브 인코딩을 제공하지 않는 프로브를 사용하는 경우에는 채널이 프로브와 일치하도록 오실로스코프 수직 메뉴에서 감쇠(프로브 계수)를 설정하십시오.



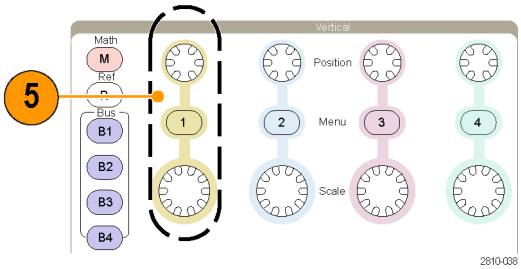
3. Default Setup을 누릅니다.



4. **자동 설정**을 누릅니다.



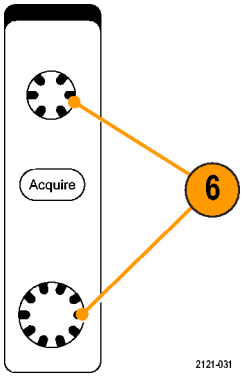
5. 원하는 채널 버튼을 누릅니다. 그런 다음 수직 위치 및 스케일을 조정합니다.



6. 수평 위치 및 스케일을 조정합니다.

   수평 위치는 사전 트리거 및 사후 트리거 샘플의 개수를 결정합니다.

   수평 스케일은 파형에 상대적인 획득 창의 크기를 결정합니다. 파형 에지, 사이클 한 개, 여러 개 또는 수천 개를 포함하도록 창의 크기를 조절할 수 있습니다.



빠른 팁

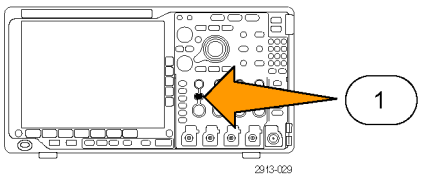
- 디스플레이의 상단에서 여러 개의 신호 사이클을 표시하고 하단에서 한 개의 사이클을 표시하려면 줌 기능을 사용하십시오. (151페이지의 *긴 레코드 길이 파형 관리* 참조)

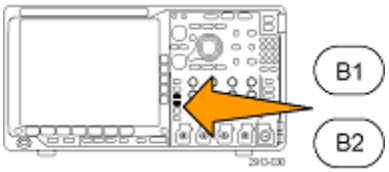
채널 및 버스 레이블 지정

쉽게 식별하기 위해 디스플레이에 표시되는 채널 및 버스에 레이블을 추가할 수 있습니다. 레이블은 화면 왼쪽의 파형 베이스라인 표시기에 배치됩니다. 레이블은 최대 32자까지 가능합니다.

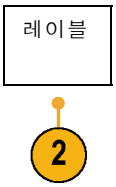
채널에 레이블을 지정하려면 아날로그 채널의 채널 입력 버튼을 누릅니다.

1. 입력 채널 또는 버스에 대한 전면 패널 버튼을 누릅니다.



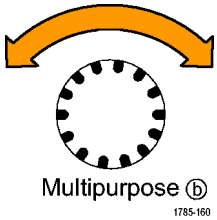


2. 하단 베젤 버튼을 눌러 B1 또는 채널 1용과 같은 레이블을 만듭니다.



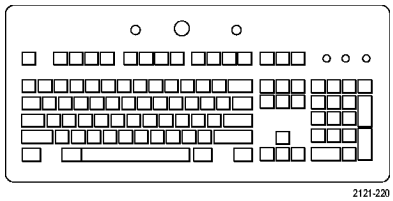
3. **사전 설정 레이블 선택**을 눌러 레이블 목록을 표시합니다.

4. 범용 노브 b를 돌려 목록을 스크롤하여 적합한 레이블을 찾습니다. 필요한 경우 레이블을 삽입한 후 편집할 수 있습니다.

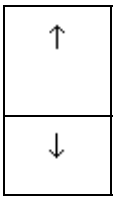


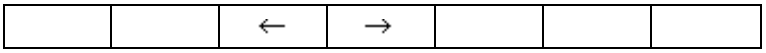
5. **사전 설정 레이블 삽입**을 눌러 레이블을 추가합니다.

USB 키보드를 사용하는 경우 화살표 키를 사용하여 삽입 지점을 배치하고 삽입된 레이블을 편집하거나 새 레이블을 입력합니다. (33페이지의 *오실로스코프에 USB 키보드 연결* 참조)

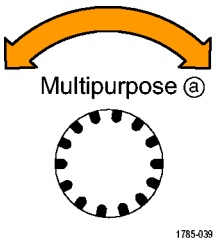


6. 연결된 USB 키보드가 없을 경우 사이드 및 하단 베젤 화살표 키를 눌러 삽입 지점을 배치합니다.



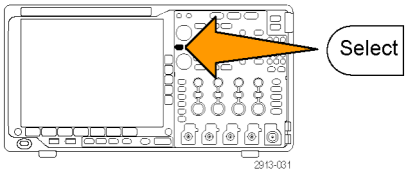


7. 입력하려는 이름의 문자를 찾으려면 범용 노브 a를 돌려 글자, 숫자 및 기타 문자 목록을 스크롤합니다.



ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
0123456789_=+-!@#$%^&*()[]{}<>/~'"₩|:,.?

8. 사용하기에 적합한 문자를 선택했음을 오실로스코프가 인식하도록 하려면 **선택** 또는 **문자 입력**을 누릅니다.



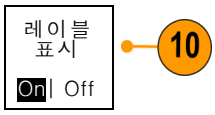
하단 베젤 버튼을 사용하여 필요에 따라 레이블을 편집할 수 있습니다.

문자 입력		←	→	백스페이스	삭제	취소

9. 원하는 문자를 모두 입력할 때까지 계속 스크롤하고 **선택**을 누릅니다.

   또 다른 레이블에 대해서는 사이드 및 하단 베젤 화살표 키를 눌러 삽입 지점을 다시 배치합니다.

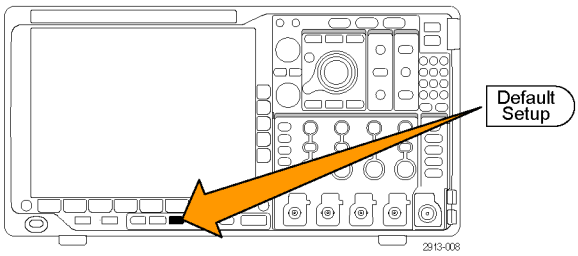
10. **레이블 표시**를 누르고 On을 선택하여 레이블을 표시합니다.



Default Setup 사용

오실로스코프를 기본 설정으로 되돌리려면

1. Default Setup을 누릅니다.



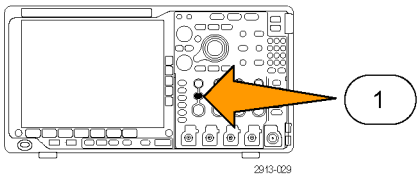
2. 생각이 바뀐 경우 **기본 셋업 실행 취소**를 눌러 마지막 기본값 설정을 취소합니다.

자동 설정 사용

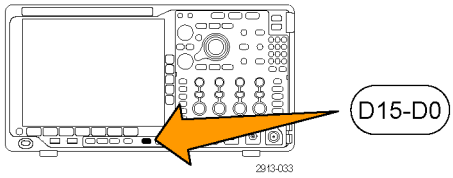
자동 설정은 중간 레벨 부근에 트리거가 있는 아날로그 채널에 대한 4-5개의 파형 사이클과 디지털 채널에 대한 10개의 사이클이 표시되도록 장비(획득, 수평, 트리거 및 수직 컨트롤)를 조정합니다.

자동 설정은 아날로그 및 디지털 채널에서 모두 작동합니다.

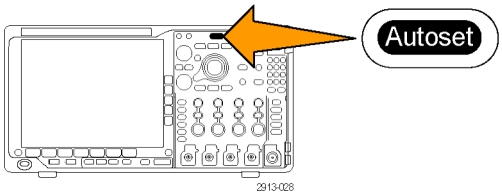
1. 아날로그 채널을 자동 설정하려면 아날로그 프로브를 연결한 다음 입력 채널을 선택합니다. (52페이지의 *아날로그 채널 설정* 참조)



디지털 채널을 자동 설정하려면 로직 프로브를 연결한 다음 입력 채널을 선택합니다. (74페이지의 *디지털 채널 설정* 참조)



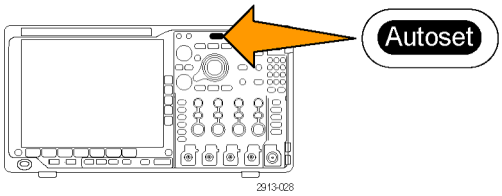
2. **자동 설정**을 눌러 자동 설정을 실행합니다.



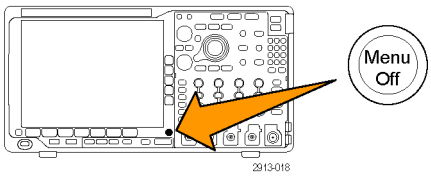
3. 원하는 경우 **실행 취소 자동 설정**을 눌러 마지막 자동 설정을 취소합니다.

자동 설정 기능을 비활성화할 수도 있습니다. 자동 설정 기능을 비활성화하거나 활성화하려면 다음을 수행합니다.

1. **자동 설정**을 계속 누릅니다.



2. Menu Off를 계속 누릅니다.



3. Menu Off를 놓은 다음, **자동 설정**을 놓습니다.

4. 원하는 사이드 베젤 설정을 선택합니다.

자동 설정 활성화
자동 설정 비활성화

빠른 팁

- 파형을 올바른 위치에 놓기 위해 자동 설정이 수직 위치를 변경할 수도 있습니다. 자동 설정은 수직 오프셋을 항상 0V로 설정합니다.
- 채널이 표시되지 않은 상태에서 자동 설정을 사용하면 장비의 채널 1(1)이 켜지고 해당 채널의 크기가 조절됩니다.
- 자동 설정을 사용하는 경우 오실로스코프가 비디오 신호를 감지하면 해당 오실로스코프에서 자동으로 트리거 유형을 비디오로 설정하고 기타 조정 작업을 수행하여 안정된 비디오 신호를 표시합니다.

획득 개념

신호는 크기가 조절되고 디지털화되는 입력 채널을 먼저 통과해야만 표시할 수 있습니다. 각 채널에는 전용 입력 증폭기 및 디지타이저가 있습니다. 각 채널은 장비가 파형 레코드를 추출하는 디지털 데이터의 스트림을 생성합니다.

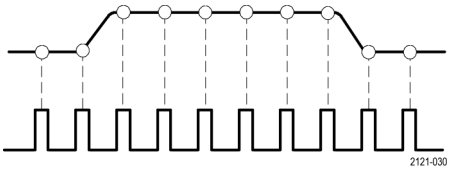
샘플링 프로세스

획득은 아날로그 신호를 샘플링하여 디지털 데이터로 변환하고 파형 레코드로 조합하는 과정을 말합니다. 이러한 데이터는 이후에 획득 메모리에 저장됩니다.

실시간 샘플링

MDO4000 시리즈 오실로스코프에서는 실시간 샘플링을 사용합니다. 실시간 샘플링에서는 장비가 단일 트리거 이벤트를 사용하여 획득하는 모든 포인트를 디지털화합니다.

레코드 포인트



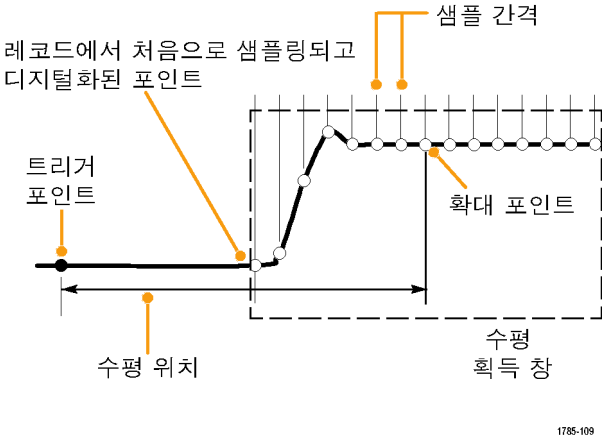
샘플링 속도

파형 레코드

장비는 다음 매개 변수를 사용하여 파형 레코드를 만듭니다.

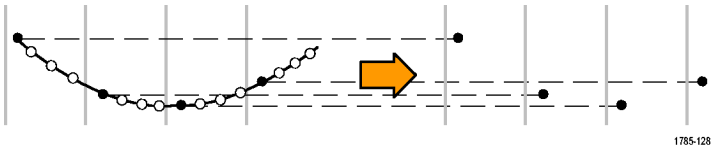
- 샘플 간격: 샘플 포인트를 기록하는 시간 간격입니다. 샘플 간격은 **수평 스케일** 노브를 돌리거나 **획득**을 누른 다음 획득 메뉴에서 레코드 길이를 변경하여 조정합니다.
- 레코드 길이: 파형 레코드를 채우는 데 필요한 샘플 수입니다. **획득** 버튼을 누르고 그 결과 나타나는 하단 및 사이드 베젤 메뉴를 사용하여 설정하십시오.
- 트리거 포인트: 파형 레코드의 0 시간 기준입니다. 화면상에는 주황색 T로 나타납니다.
- 수평 위치: **지연 모드**가 켜져 있으면, 이는 트리거 포인트에서 확장 포인트까지의 시간입니다. **수평 위치** 노브를 돌려 조정하십시오.

  트리거 포인트 이후의 레코드를 획득하려면 포지티브 시간을 사용하십시오. 트리거 포인트 이전의 레코드를 획득하려면 네거티브 시간을 사용하십시오.
- 확장 포인트: 수평 스케일이 주변에서 확대 및 축소되는 포인트입니다. 주황색 삼각형으로 표시됩니다.

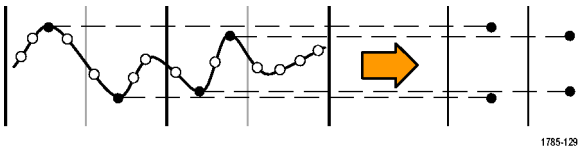


아날로그 획득 모드 작동 원리

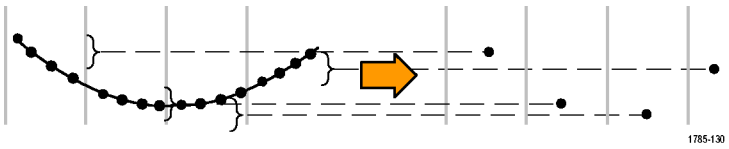
샘플 모드는 각 획득 간격에서 첫 번째 샘플링된 포인트를 유지합니다. 샘플은 기본 모드입니다.



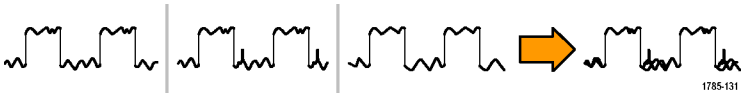
피크 검출 모드는 두 개의 연속적인 획득 간격에 포함된 모든 샘플 중에서 최대값과 최소값을 사용합니다. 이 모드는 보간되지 않는 실시간 샘플링에서만 작동하며 높은 주파수 글리치를 찾는 데 유용합니다.



Hi Res 모드는 각 획득 간격의 모든 샘플의 평균을 계산합니다. 이 모드는 보간되지 않는 실시간 샘플링에서만 작동합니다. Hi-Res는 고해상도, 저대역폭 파형을 제공합니다.



엔벨로프 모드는 모든 획득 중에서 가장 높고 가장 낮은 레코드 포인트를 찾습니다. 엔벨로프는 각 개별 획득을 위해 피크 검출을 사용합니다.

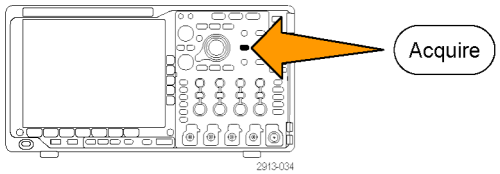


평균 모드는 사용자 지정된 획득 수에 대한 각 레코드 포인트의 평균값을 계산합니다. 평균은 각 개별 획득에 대해 샘플 모드를 사용합니다. 랜덤 노이즈를 줄이려면 평균 모드를 사용하십시오.

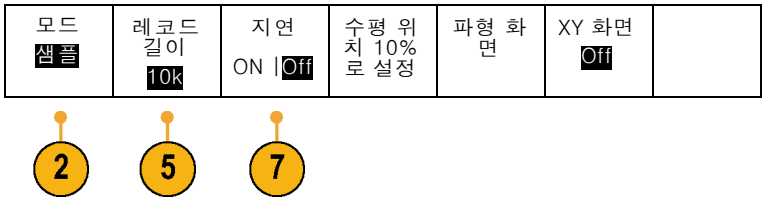
획득 모드, 레코드 길이 및 지연 시간 변경

획득 모드를 변경하려면 이 절차를 사용하십시오.

1. **획득**을 누릅니다.



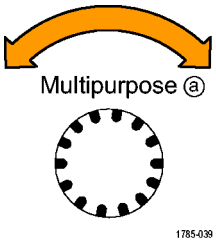
2. **모드**를 누릅니다.



3. 그런 다음 사이드 베젤 메뉴에서 획득 모드를 선택합니다. 샘플, 피크 검출, Hi Res, 엔벨로프 또는 평균 중에서 선택할 수 있습니다.

주석노트. 피크 탐지 및 Hi Res 모드는 오실로스코프가 낮은 스윕 속도에서 무시한 샘플 포인트를 활용합니다. 따라서 이러한 모드는 현재 샘플 속도가 가능한 최대 샘플 속도보다 낮을 경우에만 작동합니다. 오실로스코프가 최대 샘플 속도에서 획득을 시작하자마자 피크 탐지, Hi Res 및 샘플 모드는 모두 같게 표시됩니다. 수평 스케일과 레코드 길이를 설정하여 샘플 속도를 제어할 수 있습니다.

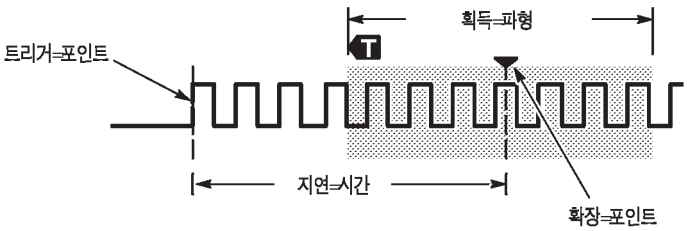
4. **평균**을 선택할 경우 범용 노브 a를 돌려 파형 수를 평균 이상으로 설정합니다.



5. **레코드 길이**를 누릅니다.

6. 사용 가능한 선택 항목을 스크롤합니다. 1000, 10k, 100k, 1M, 10M 및 20M 포인트 중에서 선택하십시오.

7. 트리거 이벤트와 관련된 획득을 지연하려면 하단 베젤 **지연**버튼을 누르고 On을 선택하십시오.



지연을 On으로 설정한 상태에서 **수평 위치** 노브를 시계 반대 방향으로 돌리면 지연이 증가됩니다. 트리거 포인트는 왼쪽으로 이동하다가 결국에는 획득한 파형을 벗어나게 됩니다. 그런 다음 **수평 스케일** 노브를 조정하면 화면의 중앙에 있는 관심 영역 주변을 중심으로 더 많은 세부 사항을 얻을 수 있습니다.

이 지연 기능을 사용할 경우 트리거 포인트는 수평 확장 포인트에서 분리되며, 수평 확장 포인트는 화면의 중앙에 위치합니다. 트리거 포인트는 화면 밖으로 벗어날 수 있으며, 이런 경우 트리거 마커는 트리거 포인트 방향의 포인트로 향합니다.

상당한 시간 간격을 두고 트리거 이벤트에서 분리되어 있는 파형의 세부 사항을 얻으려면 지연 기능을 사용합니다. 예를 들어 매 10ms마다 한 번 발생하는 동기 펄스에서 트리거한 다음에, 이 동기 펄스의 6ms 후에 발생하는 고속 신호 특성을 관찰할 수 있습니다.

지연 기능이 Off로 설정되어 있으면 확장 포인트가 트리거 포인트와 연결되어 스케일 변경이 트리거 포인트 주변으로 집중됩니다.

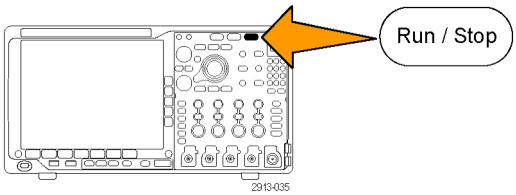
롤 모드 사용

롤 모드는 저주파수 신호를 위한 스트립 차트 레코더와 비슷한 디스플레이를 제공합니다. 롤 모드에서는 전체 파형 레코드가 획득될 때까지 기다리지 않고도 획득한 데이터 포인트를 볼 수 있습니다.

롤 모드는 트리거 모드가 자동이고 수평 스케일이 40ms/div 이하로 설정되어 있는 경우에 활성화됩니다.

빠른 팁

- 엔벨로프 또는 평균 획득 모드로 전환하거나 디지털 채널을 사용하거나 연산 파형을 사용하거나 버스를 켜거나 보통 트리거로 전환하면 롤 모드가 비활성화됩니다.
- 롤 모드는 수평 스케일을 20ms/div 이상으로 설정할 경우 비활성화됩니다.
- 롤 모드를 중지하려면 **실행/정지**를 누릅니다.



직렬 또는 병렬 버스 설정

오실로스코프는 발생하는 다음과 같은 신호 이벤트 또는 조건에서 디코드하고 트리거될 수 있습니다.

버스 유형	사용 가능한 하드웨어
오디오(I²S, LJ(왼쪽 정렬), RJ(오른쪽 정렬) 및 TDM)	DPO4AUDIO 애플리케이션 모듈
CAN 및 LIN	DPO4AUTO 또는 DPO4AUTOMAX 애플리케이션 모듈
이더넷	DPO4ENET 애플리케이션 모듈 **주석노트.** 100BASE-TX의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.
FlexRay	DPO4AUTOMAX 애플리케이션 모듈
I²C 및 SPI	DPO4EMBD 애플리케이션 모듈
MIL-STD-1553	DPO4AERO 애플리케이션 모듈
병렬	MDO4000 시리즈 오실로스코프
RS-232, RS-422, RS-485 및 UART	DPO4COMP 애플리케이션 모듈
USB 2.0	DPO4USB 애플리케이션 모듈 **주석노트.** 고속(HS) USB에는 1GHz 대역폭 모델이 필요합니다.

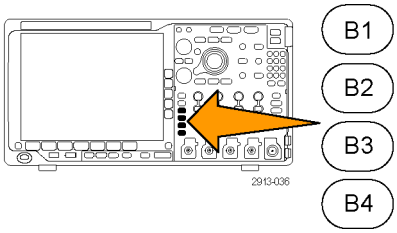
(16페이지의 *애플리케이션 모듈 무료 평가판* 참조)

2단계 버스 사용

직렬 버스 트리거링을 신속하게 사용하려면

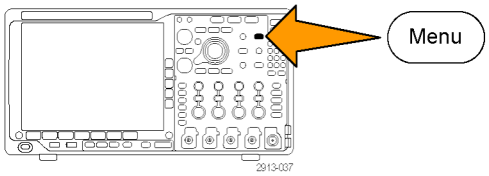
1. B1 또는 B2, B3 또는 B4를 눌러 트리거할 버스의 매개변수를 입력합니다.

   다른 버스를 각 B1, B2, B3 및 B4 버튼에 개별적으로 지정할 수 있습니다.



2. 트리거 **메뉴**를 누르고 트리거 매개변수를 입력합니다. (86페이지의 *트리거 유형 선택* 참조)

   버스 신호를 트리거하지 않고도 버스 정보를 표시할 수 있습니다.



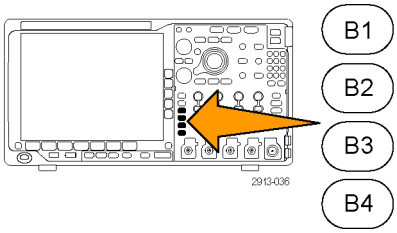
버스 매개변수 설정

주석노트. 대부분의 버스 소스에 대해 채널 1에서 채널 4까지 그리고 D15에서 D0까지 조합하여 사용할 수 있습니다. 또한 일부 버스의 경우 Ref 1~4 및 연산을 프로토콜 디코드 소스로 사용할 수 있습니다.

직렬 또는 병렬 버스 조건에서 트리거하려면 버스 트리거를 참조하십시오. (90페이지의 *버스 트리거* 참조)

버스 매개변수를 설정하려면

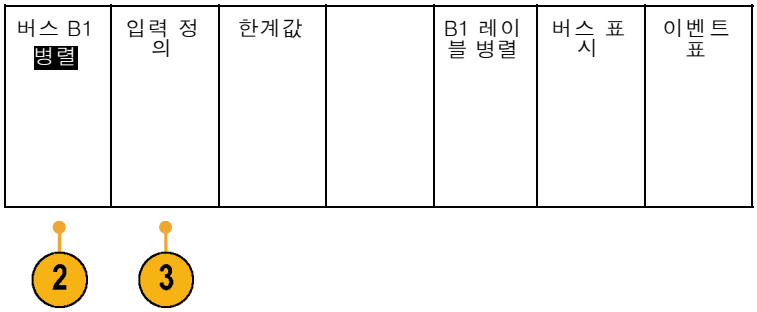
1. **B1**, **B2**, **B3** 또는 **B4**를 눌러 하단 베젤 버스 메뉴를 불러옵니다.



2. **버스**를 누릅니다. Multipurpose 노브 **a**를 돌려 버스 유형 목록을 스크롤하고 병렬, I²C, SPI, RS-232, CAN, LIN, FlexRay, 오디오, USB, 이더넷 또는 MIL-STD-1553 중에서 원하는 버스를 선택합니다.

   표시되는 실제 메뉴 항목은 설치된 애플리케이션 모듈과 모델 오실로스코프에 따라 다릅니다.

3. **입력 정의**를 누릅니다. 선택한 버스에 따라 선택 사항이 달라집니다.



사이드 베젤 버튼을 사용하여 아날로그 또는 디지털 채널에 대한 특정 신호와 같은 입력에 대한 매개변수를 정의합니다.

입력 정의

병렬을 선택하는 경우 사이드 베젤 버튼을 눌러 **클럭 데이터**를 활성화하거나 비활성화합니다.

클럭 데이터
예 | 아니요

사이드 베젤 버튼을 눌러 데이터를 클럭할 **클럭 에지** (상승 에지, 하강 에지 또는 이 두 에지 모두)를 선택합니다.

클럭 에지
∫ ⅃ ∫⅃

범용 노브 a를 돌려 병렬 버스의 **데이터 비트 수**를 선택합니다.

데이터 비트 수
(a) 16

범용 노브 a를 돌려 정의할 비트를 선택합니다.

범용 노브 b를 돌려 원하는 아날로그 또는 디지털 채널을 비트 소스로 선택합니다.

비트 정의
(a) 비트 15
(b) D15

4. **한계값**을 누릅니다.

버스 B1	입력 정의	한계값		B1 레이블 병렬	버스 표시	이벤트 표
병렬						

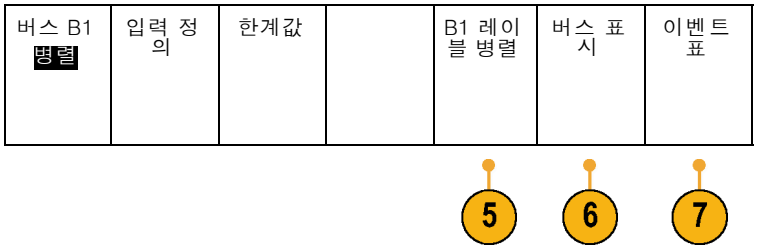
사전 설정 값 목록에서 병렬 또는 직렬 버스의 모든 채널에 대한 한계값을 설정할 수 있습니다. 사전 설정 값은 버스 유형에 따라 달라집니다.

또는 한계값을 병렬 또는 직렬 버스를 구성하는 신호의 특정 값으로 설정할 수 있습니다. 이렇게 하려면 **선택** 사이드 베젤 버튼을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 비트 또는 채널 번호(신호 이름)를 선택하면 됩니다.

그런 다음 범용 노브 b를 돌려 오실로스코프에서 신호를 높은 로직으로 처리하는 전압 레벨 및 낮은 로직으로 처리하는 전압 레벨을 정의합니다.

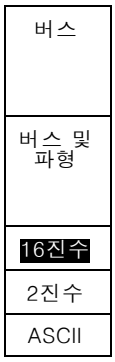
주석노트. 어떤 버스는 채널당 두 개의 한계값을 사용합니다.

5. 필요에 따라 **B1 레이블**을 눌러 버스에 대한 레이블을 편집합니다.(53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

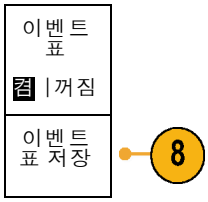


6. **버스 표시**를 누르고 사이드 베젤 메뉴를 사용하여 병렬 또는 직렬 버스를 표시하는 방법을 정의합니다.

   버스에 따라 적합한 사이드 베젤 메뉴나 노브를 사용하여 숫자 형식을 설정합니다.



7. **이벤트 표**를 누르고 **켬**을 선택하면 시간소인과 함께 버스 패킷의 목록이 표시됩니다.



   클럭 병렬 버스의 경우 각 클럭 에지의 버스 값이 표에 나열됩니다. 클럭되지 않은 병렬 버스의 경우 해당 비트가 변경될 때마다 버스 값이 표에 나열됩니다.

   이벤트 표에는 버스 유형에 따라 바이트, 단어 또는 패킷이 나열됩니다.

8. **이벤트 표 저장**을 눌러 이벤트 테이블 데이터를 현재 선택한 저장 장치에 .csv(스프레드시트) 형식으로 저장합니다.

이 예제의 이벤트 표는 RS-232 버스에 대한 것입니다.

RS-232 이벤트 표에서는 패킷이 Off로 설정된 경우 각 7 또는 8비트 바이트에 대해 한 줄씩 표시됩니다. RS-232 이벤트 표에서는 패킷이 On으로 설정된 경우 각 패킷에 대해 한 줄씩 표시됩니다.

어떤 버스는 버스 유형에 따라 행당 하나의 단어, 프레임 또는 패킷을 표시합니다.

Tektronix version v1.2(

Bus Definition: RS232

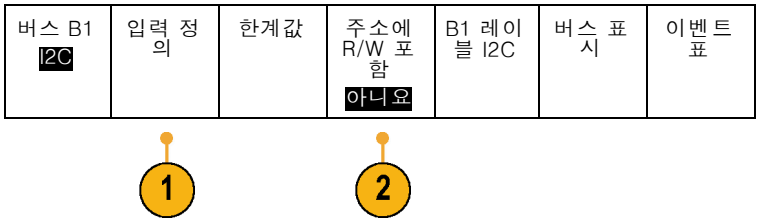
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	,	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

2319-085

9. B1, B2, B3 또는 B4를 누르고 범용 노브 a를 돌려 화면에서 버스 표시를 화면 위 또는 아래로 이동합니다.

I²C 버스

I²C 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.



1. I2C를 선택하는 경우 **입력 정의** 및 해당 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

   사전 정의된 **SCLK 입력** 또는 **SDA 입력**을 신호에 연결된 채널에 할당할 수 있습니다.

2. **주소에 R/W 포함**을 누른 다음 원하는 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

   이 컨트롤은 오실로스코프가 버스 디코드 추적, 커서 판독값, 이벤트 표 목록 및 트리거 설정에서 I²C 어드레스를 표시하는 방법을 결정합니다.

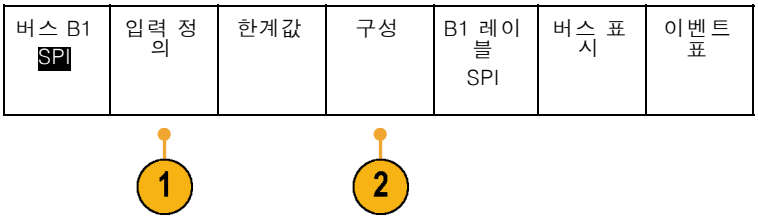
예를 선택하는 경우 오실로스코프에 7비트 어드레스가 8개 비트로 표시되며 여기서 8번째 비트(LSB)는 R/W 비트입니다. 그리고 3번째 비트가 R/W 비트인 경우 10비트 어드레스가 11개 비트로 표시됩니다.

아니오를 선택하는 경우 오실로스코프에 7비트 어드레스가 7개 비트로 표시되고 10비트 어드레스가 10개 비트로 표시됩니다.

I²C 프로토콜의 물리층에는 10비트 I²C 어드레스 앞에 5개 비트 코드인 11110이 있습니다. 오실로스코프는 이러한 5개 비트를 어드레스 판독값에 포함하지 않습니다.

SPI 버스

SPI 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.



1. SPI를 선택한 경우 **입력 정의** 및 해당 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

   프레이밍을 SS(Slave Select) 또는 유휴 시간으로 설정할 수 있습니다.

   사전 정의된 SCLK, SS, MOSI 또는 MISO 신호를 모든 채널에 할당할 수 있습니다.

2. **구성** 및 원하는 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

3. SCLK를 눌러 획득하는 SPI 버스에 맞게 신호 에지를 설정합니다.

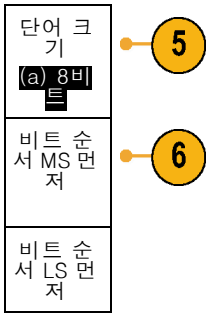
4. SPI 버스에 맞게 SS, MOSI 및 MISO 신호 레벨을 설정합니다.

   활성(높음)에서는 한계값보다 큰 신호가 활성 상태로 간주됩니다.

   활성(낮음)에서는 한계값보다 낮은 신호가 활성 상태로 간주됩니다.

5. 범용 노브 a를 사용하여 SPI 단어 크기의 비트 수를 설정합니다.

6. 어느 쪽이든 사이드 베젤 버튼을 눌러 SPI 버스의 비트 순서를 설정합니다.

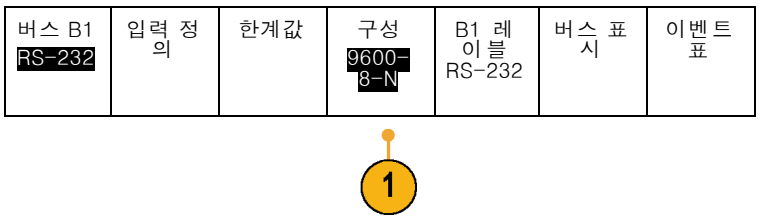


RS-232 버스

RS-232 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

1. "RS-232"를 선택한 경우 "**구성**" 및 원하는 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

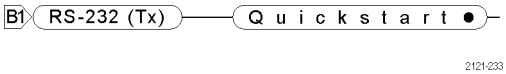
   사이드 베젤 메뉴를 사용하여 버스를 구성합니다. RS-232 신호에는 Normal polarity(보통 극성)을 사용하고 RS-422, RS-485 및 UART 버스에는 Inverted polarity(반전 극성)을 사용합니다.



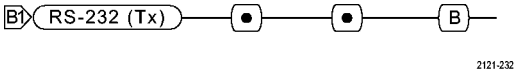
2. "**비트 속도**"를 누르고 범용 노브 a를 돌려 해당 비트 속도를 선택합니다.
3. "**데이터 비트**"를 누르고 버스에 맞는 번호를 선택합니다.
4. "**패리티**"를 누르고 범용 노브 a를 돌려 버스에 사용된 극성을 없음, 홀수 또는 짝수로 맞춥니다.
5. "**패킷**"을 누르고 On 또는 Off를 선택합니다.
6. 범용 노브 a를 돌려 패킷 끝 문자를 선택합니다.

RS-232 디코딩은 바이트 스트림을 표시합니다. 패킷 끝 문자를 사용하여 스트림을 패킷으로 구성할 수 있습니다.

패킷 끝 문자를 RS-232 디코딩에 사용하도록 정의한 경우 바이트 스트림은 패킷으로 표시됩니다.



RS-232 버스를 ASCII 모드에서 디코딩할 경우 큰 점은 인쇄할 수 있는 ASCII 범위를 벗어나는 문자를 값이 나타낸다는 것을 표시합니다.

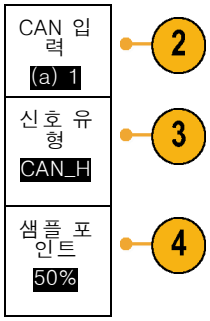


CAN 버스

CAN 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

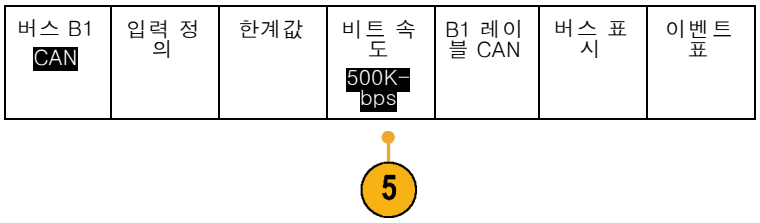
1. CAN을 선택한 경우 **입력 정의** 및 해당 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

2. 범용 노브 a를 돌려 CAN 버스 소스에 연결된 채널을 선택합니다.
3. 범용 노브 a를 돌려 CAN 신호 유형(CAN_H, CAN_L, Rx, Tx 또는 차동)을 선택합니다.
4. 범용 노브 a를 돌려 비트 주기 또는 단위 간격 내에서 **샘플 포인트** 위치를 5%에서 95%로 설정합니다.



5. **비트 속도**를 누르고 범용 노브 a를 돌려 사전 정의된 비트 속도 목록에서 선택합니다.

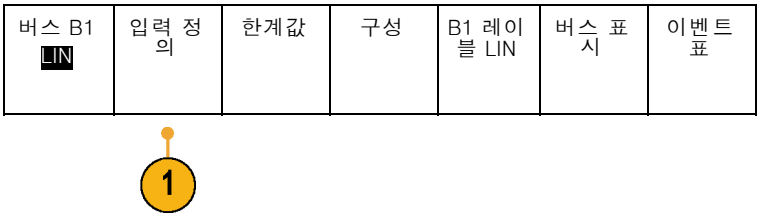
   또는 비트 속도를 특정 값으로 설정할 수 있습니다. 이렇게 하려면 **사용자 지정**을 선택한 다음 Multipurpose 노브 b를 돌려 비트 속도를 10,000에서 1,000,000으로 설정하면 됩니다.



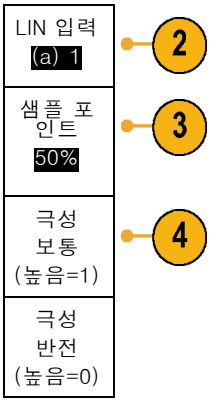
LIN 버스

LIN 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

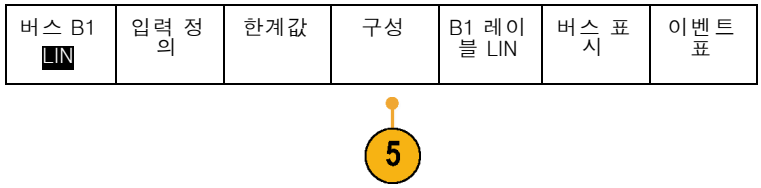
1. LIN을 선택한 경우 **입력 정의** 및 해당 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.



2. 범용 노브 a를 돌려 LIN 버스 소스에 연결된 채널을 선택합니다.
3. 범용 노브 a를 돌려 비트 주기 또는 단위 간격 내에서 **샘플 포인트** 위치를 5%에서 95%로 설정합니다.
4. 획득하는 LIN 버스에 맞게 **극성**을 선택합니다.



5. **구성** 및 해당 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.

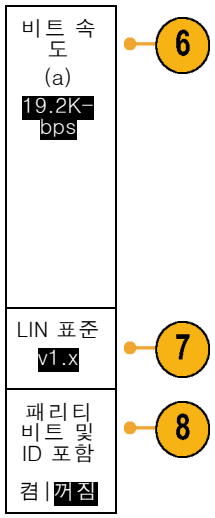


6. **비트 속도**를 누르고 범용 노브 a를 돌려 사전 정의된 비트 속도 목록에서 선택합니다.

   또는 비트 속도를 특정 값으로 설정할 수 있습니다. 이렇게 하려면 **사용자 지정**을 선택한 다음 Multipurpose 노브 b를 돌려 비트 속도를 800bps에서 100,000bps로 설정하면 됩니다.

7. **LIN 표준**을 누르고 범용 노브 a를 돌려 적절한 표준을 선택합니다.

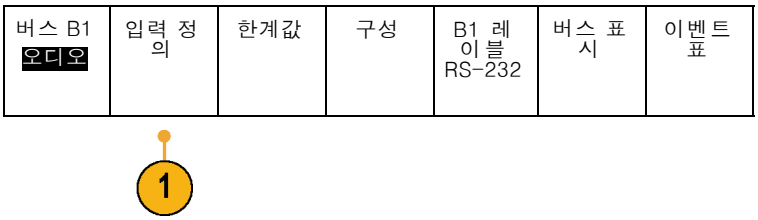
8. **패리티 비트 및 ID 포함**을 눌러 패리티 비트 포함 여부를 선택합니다.



오디오 버스

오디오 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

1. **오디오**를 선택한 경우 **입력 정의** 및 원하는 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.



2. **유형**을 누르고 범용 노브 a를 돌려 트리거할 오디오 버스 데이터 구성 유형을 선택합니다.
3. 표준 Inter-IC 사운드 또는 통합 인터칩 사운드, 전기 직렬 버스 인터페이스 표준 스테레오 형식에서 트리거하려면 I2S를 선택합니다.
4. 비트 클럭 지연이 없고 데이터가 단어 선택 클럭 에지의 오른쪽에서 시작되는 I2S 스트림에서 트리거하려면 **왼쪽 정렬**을 선택합니다.
5. 데이터가 단어 선택 클럭 오른쪽 에지에 맞춰 정렬되는 I2S 스트림에서 트리거하려면 **오른쪽 정렬**을 선택합니다.
6. 시간-구간 다중화에서 트리거하려면 TDM을 선택합니다.

오디오 버스 유형
I2S
LJ(왼쪽 정렬)
RJ(오른쪽 정렬)
TDM

7. I2S 트리거링을 추가로 설정하려면 **구성** 및 해당 사이드 메뉴 버튼을 누릅니다.

USB 버스

USB 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

1. USB를 선택했다면 **입력 정의**를 눌러 USB 버스 속도 및 프로브 유형을 설정합니다.

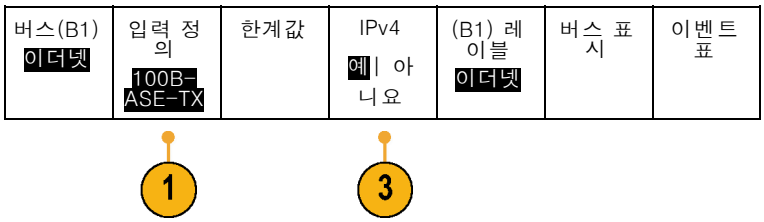
버스 B1	입력 정의	한계값		B1 레이블	버스 표시	이벤트 표
USB	최대 속도			USB		

2. 한계값, 레이블, 버스 표시, 이벤트 표 메뉴는 다른 직렬 버스와 유사하게 작동합니다.

이더넷

이더넷 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.

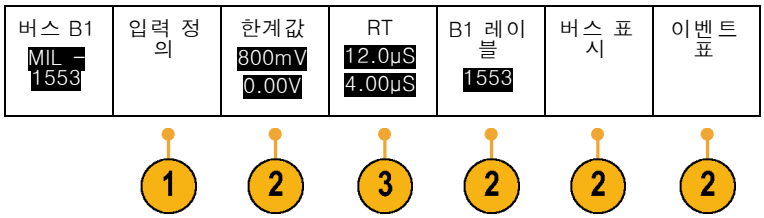
1. **이더넷**을 선택한 경우 **입력 정의** 및 원하는 사이드 베젤 메뉴 항목을 누릅니다.



2. 한계값, 버스 표시 및 이벤트 표 메뉴는 다른 직렬 버스와 유사하게 작동합니다.
3. **IPv4**를 눌러 인터넷 프로토콜 버전 4 신호를 디코드하거나 이 신호에서 트리거할지 여부를 결정합니다.

MIL-STD1553

MIL-STD 1553 버스에서 데이터를 획득하려면 다음 항목도 설정해야 합니다.



1. **입력 정의**을 누르고 범용 노브 a를 사용하여 원하는 사이드 베젤 메뉴 선택 항목을 선택합니다. 획득 중인 MIL-STD-1553 버스와 일치하도록 원하는 극성을 선택합니다.
2. **한계값**, **레이블**, **버스 표시** 및 **이벤트 표** 메뉴 항목은 다른 직렬 버스 메뉴에서 작동하는 방식과 비슷하게 작동합니다.
3. RT(응답 시간) 최대 및 최소 기본값을 변경하려면 **RT**를 누릅니다.

물리층 버스 작동

오실로스코프 파형은 아날로그 채널 1에서 4까지, 디지털 채널 D15에서 D0까지 및 연산 파형을 추적하며, 사용자가 버스를 표시하도록 선택할 경우 표시되는 추적은 항상 물리층 버스 작동을 표시합니다. 물리층 표시에서 이전에 전송된 비트는 왼쪽에 있고 이후에 전송된 비트는 오른쪽에 있습니다.

- I2C 및 CAN 버스는 MSB(Most Significant Bit)를 먼저 전송합니다.
- SPI 버스는 비트 순서를 지정하지 않습니다.
- RS-232 및 LIN 버스는 LSB(Least Significant Bit)를 먼저 전송합니다.

주석노트. 오실로스코프는 왼쪽에 MSB가 있고 오른쪽에 LSB가 있는 모든 버스에 대한 디코드 추적 및 이벤트 표를 표시합니다.

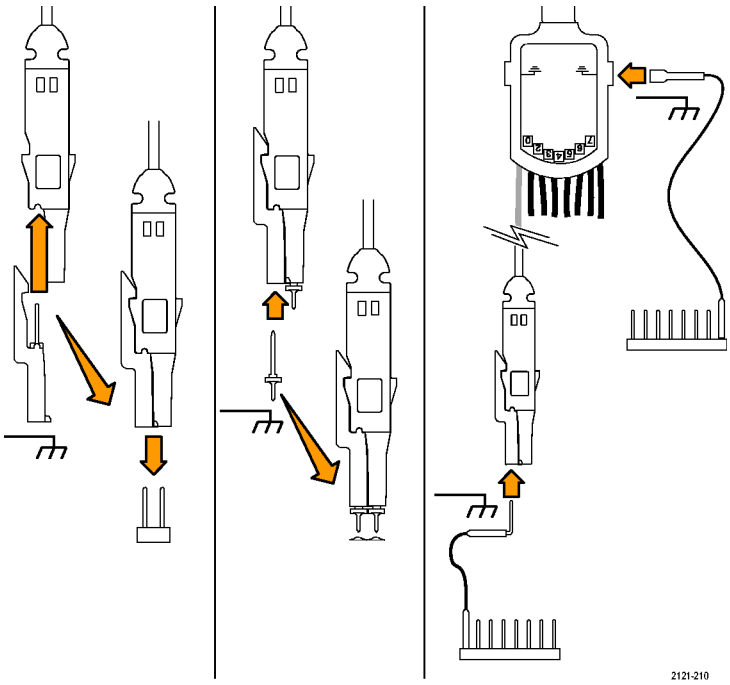
예를 들어, RS-232 신호(시작 비트 다음)는 높음, 높음, 높음, 낮음, 높음, 낮음, 낮음 및 높음일 수 있습니다. RS-232 프로토콜이 0에 높음을 사용하고 1에 낮음을 사용하므로 이 값은 0001 0110입니다.

디코드에서 MSB를 먼저 표시하므로 오실로스코프는 비트 순서를 반전시키고 0110 1000을 표시합니다. 버스 표시가 16진수로 설정된 경우 값은 68로 표시됩니다. 버스 표시가 ASCII로 설정된 경우에는 값이 h로 표시됩니다.

디지털 채널 설정

전면 패널 버튼과 노브를 사용하여 디지털 채널을 통해 신호를 획득하도록 장비를 설정합니다.

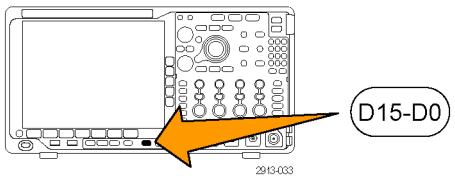
1. P6616 16채널 로직 프로브를 입력 신호 소스에 연결합니다.



2. 접지 리드선을 회로 접지에 연결합니다.

   각 채널에 대한 별개의 리드선이나 8개 선의 각 그룹에 대한 동상 접지 리드선을 연결할 수 있습니다.

3. 필요한 경우 각 프로브에 대한 해당 그래버를 프로브 팁에 연결합니다.
4. 각 프로브를 원하는 회로 시험 포인트에 연결합니다.
5. D15 – D0 전면 패널 버튼을 눌러 메뉴를 표시합니다.



6. 하단 베젤 D15 – D0 버튼을 눌러 D15 – D0 On 또는 Off 메뉴에 액세스합니다.

7. 범용 노브 a를 돌려 디지털 채널 목록을 스크롤합니다. 범용 노브 b를 돌려 선택한 채널을 배치합니다.

   디스플레이에서 채널을 서로 가깝게 배치하면 오실로스코프는 채널을 그룹화하고 그룹을 팝업 목록에 추가합니다. 목록에서 그룹을 선택하여 개별 채널 대신에 그룹의 모든 채널을 이동할 수 있습니다.

8. 하단 베젤 **한계값** 버튼을 누릅니다. 각 채널에 다른 한계값을 할당할 수 있습니다.

9. 하단 베젤 **레이블 편집** 버튼을 누르고 레이블을 만듭니다. 전면 패널을 통해서나 옵션 USB 키보드를 사용하여 레이블을 만들 수 있습니다. (53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

10. 하단 베젤 MagniVu 버튼을 눌러 타이밍 정밀도를 늘립니다. (76페이지의 *MagniVu를 켜야 하는 시점과 이유* 참조)

11. 하단 베젤 **높이** 버튼을 반복해서 눌러 신호 높이를 설정합니다. 모든 디지털 채널에 대한 높이를 설정하기 위해 이 작업을 한 번만 수행하면 됩니다.

빠른 팁

- 디스플레이의 상단에서 여러 개의 신호 사이클을 표시하고 하단에서 한 개의 사이클을 표시하려면 줌 기능을 사용하십시오. (151페이지의 *긴 레코드 길이 파형 관리* 참조)
- 로직 프로브를 설정할 경우 로직 프로브에 있는 처음 8개 리드선 집합(핀 7에서 0까지)은 리드선 상자에서 그룹 1로 표시됩니다. 두 번째 집합(핀 15에서 8까지)은 그룹 2로 표시됩니다.
- 테스트 시에 로직 프로브를 장치에 연결할 때 쉽게 식별할 수 있도록 각 그룹의 첫 번째 채널에 대한 리드선은 파란색으로 표시됩니다. 다른 리드선은 회색입니다.
- 디지털 채널은 각 샘플에 대한 높음 또는 낮음 상태를 저장합니다. 높음과 낮음을 구분하는 한계값을 각 채널에 대해 별도로 설정할 수 있습니다.

MagniVu를 켜야 하는 시점과 이유

Tektronix MagniVu 획득 기술을 통해 보다 높은 타이밍 해상도가 가능하므로 에지 위치를 보다 정확하게 확인하고 디지털 에지에 대한 타이밍을 보다 정확하게 측정할 수 있습니다. MagniVu를 사용하여 일반 디지털 채널 샘플링을 사용할 때보다 최대 32배 더 자세하게 볼 수 있습니다.

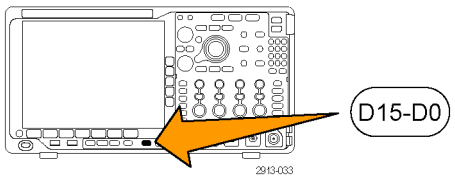
MagniVu 레코드는 주 디지털 획득과 병행하여 획득되며 실행 중이거나 중지되었거나 상관없이 언제든지 사용할 수 있습니다. MagniVu는 트리거를 중심으로 10,000 포인트에 대한 60.6ps의 최대 해상도에서 샘플링되는 데이터의 초 고해상도 보기를 제공합니다.

주석노트. MagniVu는 트리거 포인트를 중심으로 합니다. 큰 레코드 길이를 사용하면서 MagniVu를 켜거나 트리거 포인트가 아닌 다른 위치를 보고 있는 경우에는 디지털 신호가 화면에 표시되지 않을 수 있습니다. 이러한 경우에는 대부분 상단 개요 및 패닝에서 디지털 신호를 적절하게 찾아서 디지털 레코드를 볼 수 있습니다.

주석노트. 에지 위치의 불확실성을 나타내기 위해 연한 회색 음영이 표시될 경우 MagniVu를 켜야 합니다. 음영이 표시되지 않을 경우 MagniVu를 사용할 필요가 없습니다. (113페이지의 *디지털 채널 보기* 참조)

MagniVu 사용

1. **D15 – D0**을 누릅니다.



2. **MagniVu**를 누르고 **On**을 선택합니다.

D15 – D0 On/Off	한계값	레이블			MagniVu On | Off	높이 S | M L

빠른 팁

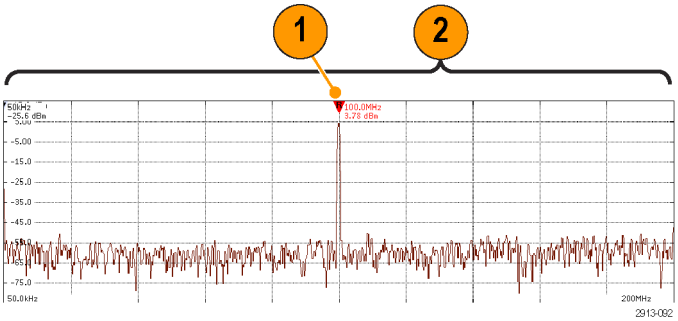
- 추가 타이밍 해상도가 필요하다고 생각될 경우 MagniVu를 켜서 해상도를 높입니다.
- MagniVu는 항상 획득됩니다. 오실로스코프가 정지된 상태인 경우 MagniVu를 켜고 다른 획득을 가져올 필요 없이 해상도를 가져올 수 있습니다.
- 직렬 버스 기능은 MagniVu 모드에서 획득한 데이터를 사용하지 않습니다.

RF 입력 설정

주파수 및 전체 폭 매개 변수

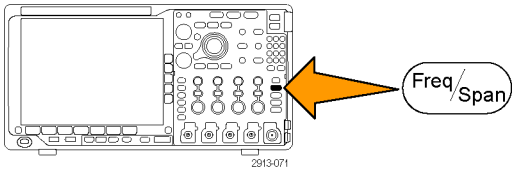
1. 중간 주파수는 디스플레이 중간의 정확한 주파수입니다. 많은 애플리케이션에서 중간 주파수는 캐리어 주파수입니다.

2. 전체 폭은 중간 주파수 주변에서 관찰할 수 있는 주파수 범위입니다.



중간 주파수 및 전체 폭을 정의하려면

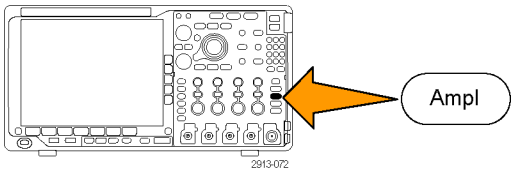
1. 전면 패널 **주파수/전체 폭** 버튼을 누릅니다.



	주파수 및 전체 폭
2. 사이드 메뉴에서 **중간 주파수**를 누르고 Multipurpose 노브 a 또는 오실로스코프 키패드를 사용하여 원하는 중간 주파수를 입력합니다. 키패드를 사용하는 경우 나타나는 사이드 메뉴 항목을 사용하여 단위도 입력할 수 있습니다.	중간 주파수 (a) 2.24 GHz
3. **전체 폭**을 누르고 Multipurpose 노브 b 또는 키패드를 사용하여 원하는 전체 폭을 입력합니다. 키패드를 사용하는 경우 나타나는 사이드 메뉴 항목을 사용하여 단위도 입력할 수 있습니다.	전체 폭 (a) 3.00 GHz
4. **시작**을 눌러 포착할 최저 주파수를 설정합니다.	시작 7.36 MHz
5. **정지**를 눌러 포착할 최고 주파수를 설정합니다.	정지 3.74 GHz
6. **중간으로**(To Center)를 눌러 기준 마커로 식별된 주파수를 중간 주파수로 이동합니다.	중간으로(To Center)

기준 레벨

1. **진폭**을 눌러 RF 진폭 설정을 조정하기 위한 사이드 메뉴를 불러옵니다.



진폭
기준 레벨 (a) -25.0dBm
수직 420mdiv 20.0dB-/div
수직 유닛 dBm
자동 레벨

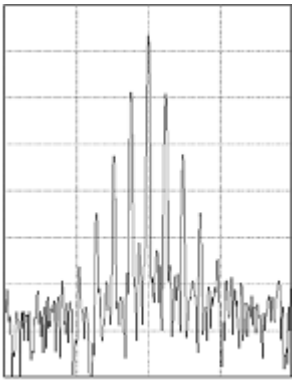
2. **기준 레벨**을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 주파수 계수선 위의 베이스라인 표시기에 표시된 것처럼 대략적인 최대 전력 레벨을 설정합니다.
3. **수직**을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 수직 위치를 조정합니다. 베이스라인 표시기를 위로 또는 아래로 이동합니다. 이 기능은 신호를 보이는 디스플레이로 이동하려는 경우 유용합니다.

   Multipurpose 노브 b를 돌려 수직 스케일을 조정합니다.
4. **수직 유닛**을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 주파수 도메인에 대한 수직 측정 단위를 정의합니다. 선택할 수 있는 항목으로는 dBm, dBμW, dBmV, dBμV, dBmA 및 dBμA가 있습니다. 이 기능은 현재 표시된 것과 다른 측정 단위가 애플리케이션에 필요한 경우 유용합니다.
5. **자동 레벨**을 눌러 오실로스코프가 자동으로 기준 레벨을 계산 및 설정하도록 합니다.

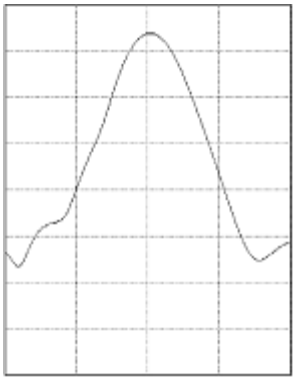
해상도 대역폭(Resolution Bandwidth)

해상도 대역폭(RBW)은 오실로스코프가 주파수 도메인에서 개별 주파수를 확인할 수 있는 레벨을 결정합니다. 예를 들어 시험 신호에 1kHz로 구분된 두 개의 캐리어가 포함되어 있는 경우 RBW가 1kHz 미만이 아니면 두 캐리어를 구분할 수 없습니다.

아래 두 보기의 신호는 같습니다. 두 신호의 차이는 RBW입니다.

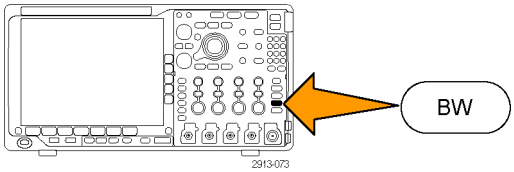


RBW가 낮을수록(좁을수록) 처리하는 데 시간이 오래 걸리지만 주파수 해상도는 더 좋으며 노이즈 층은 더 낮습니다.



RBW가 높을수록(넓을수록) 처리하는 데 시간이 덜 걸리지만 주파수 해상도는 떨어지며 노이즈 층은 더 높습니다.

1. **대역폭**을 눌러 해상도 대역폭 사이드 메뉴를 불러옵니다. 이 메뉴를 통해 장비에서 주파수 축을 식별할 수 있는 최소 주파수 차이를 설정할 수 있습니다.



대역폭
RBW 모드 자동 수동
RBW (a) 600kHz (자동)
전체 폭 : RBW 1000 : 1
윈도우 카이저

2. **RBW 모드**를 눌러 **자동** 또는 **수동**을 선택합니다.

   자동은 전체 폭이 변경됨에 따라 자동으로 해상도 대역폭을 설정합니다. 기본 동작은 RBW = 전체 폭/1000입니다.

   수동을 통해 원하는 해상도 대역폭을 설정할 수 있습니다.

3. RBW를 수동으로 조정하려면 **RBW**를 누르고 Multipurpose 노브 **a**를 돌립니다.

4. **전체 폭 : RBW**를 누르고 Multipurpose 노브 **a**를 돌려 전체 폭/RBW 비율을 설정합니다.

   이 비율은 **RBW 모드**가 **자동**으로 설정된 경우 사용됩니다. 기본값은 1000:1이지만 1-2-5 시퀀스(예: 1000, 20000, 50000)로 다른 값으로 설정할 수 있습니다.

5. **윈도우**를 누르고 Multipurpose 노브 **a**를 돌려 사용할 FFT 창 유형을 선택합니다.

   선택할 수 있는 항목으로 카이저, 직사각형, 해밍, 해닝, 블랙맨-해리스 또는 플랩탑이 있습니다.

RF 대역폭 FFT 기능은 6개의 창을 제공합니다. 각 창은 주파수 해상도와 진폭 정확도 사이에서 장단점을 가지고 있습니다. 측정할 내용과 소스 신호 특성에 따라 어떤 창을 사용할지 선택할 수 있습니다. 다음 지침에 따라 가장 적합한 창을 선택하십시오.

설명	창
카이저 카이저 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 보통이며 스펙트럼 누출 및 진폭 정확도는 모두 양호합니다. 카이저 창은 주파수가 동일한 값에 매우 가깝지만 진폭이 현저히 상이한 경우(기존의 가우스 RBW에 가장 가까운 사이드 로브 레벨 및 모양 계수)에 가장 적합합니다. 이 창은 랜덤 신호에도 적합합니다.	

설명	창
직사각형 박스카 창이라고도 하는 직사각형 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 매우 양호하지만 스펙트럼 누출이 높으며 진폭 정확도가 불량합니다. 이벤트 전후의 신호 레벨이 거의 같은 곳에서 일시적 이벤트나 버스트 측정 시 직사각형 창을 사용하십시오. 또한 매우 가까운 주파수를 가진 진폭이 동일한 사인파 및 스펙트럼이 비교적 느린 광대역 랜덤 노이즈에서도 이 창을 사용하십시오. 이 창은 반복되지 않는 신호의 주파수 스펙트럼 및 DC 근처의 주파수 구성 요소를 측정하는 경우 가장 적합합니다.	
해밍 해밍 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 양호하며(해닝에 비해 약간 더 높음) 스펙트럼 누출이 보통이고 진폭 정확도도 보통입니다. 사인, 주기적 및 좁은 대역의 랜덤 노이즈를 측정할 경우 해밍 창을 사용하십시오. 이 창은 이벤트 전후 신호 레벨이 현저히 상이한 위치에 있는 일시적 이벤트 또는 버스트에서도 사용할 수 있습니다.	
해닝 Hann이라고도 하는 해닝을 사용할 경우 주파수 해상도가 양호하고 스펙트럼 누출이 낮으며 진폭 정확도는 보통입니다. 사인, 주기적 및 좁은 대역의 랜덤 노이즈 측정 시 해닝 창을 사용하십시오. 이 창은 이벤트 전후 신호 레벨이 현저히 상이한 위치에 있는 일시적 이벤트 또는 버스트에서도 사용할 수 있습니다.	
블랙맨-해리스 블랙맨-해리스 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 불량하지만 스펙트럼 누출이 매우 낮고 진폭 정확도도 양호합니다. 더 높은 고조파 또는 여러 개의 보통 간격 또는 넓은 간격의 사인 파형 신호를 찾기 위해 단일 주파수 파형을 주로 측정하는 경우 블랙맨-해리스 창을 사용하십시오.	
플랩탑 플랩탑 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 불량하지만 스펙트럼 누출이 낮고 진폭 정확도가 매우 양호합니다. 보통 간격 또는 넓은 간격의 사인 파형 신호에 대해 정확한 진폭을 측정하려면 플랩탑 창을 사용하십시오.	

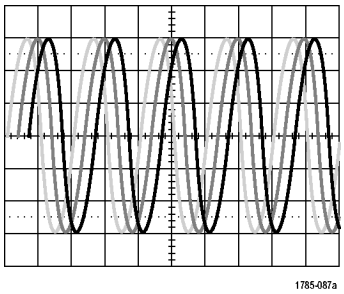
트리거 설정

이 절에는 신호에서 트리거할 오실로스코프를 설정하는 개념과 절차가 설명되어 있습니다.

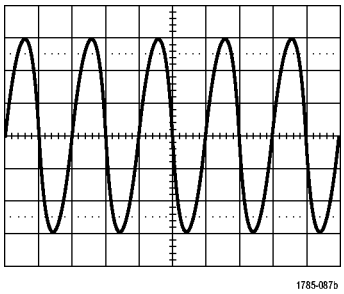
트리거링 개념

트리거 이벤트

트리거 이벤트는 파형 레코드의 시간 기준 포인트를 설정합니다. 모든 파형 레코드 데이터는 해당 포인트와 관련된 시간 내에 위치합니다. 장비는 계속해서 파형 레코드의 사전 트리거 부분을 채우기에 충분한 샘플 포인트를 획득 및 유지합니다. 이 트리거 부분은 화면상의 트리거링 이벤트 앞 또는 왼쪽에 표시되었던 파형의 일부입니다. 트리거 이벤트가 발생하면 장비가 파형 레코드의 사전 트리거 부분을 만들기 위해 샘플을 획득합니다. 이 트리거 부분은 트리거 이벤트 뒤 또는 오른쪽에 표시됩니다. 트리거가 인식되면 획득이 완료되고 홀드오프 시간이 만료될 때까지 장비에서 다른 트리거를 받아들이지 않습니다.



트리거되지 않은 표시



트리거된 표시

트리거 모드

트리거 모드는 트리거 이벤트 부재 시 장비가 동작하는 방법을 결정합니다.

- 보통 트리거 모드에서는 트리거된 경우에만 장비가 파형을 획득할 수 있습니다. 트리거가 발생하지 않으면 마지막으로 획득한 파형 레코드가 디스플레이에 유지됩니다. 마지막 파형이 없으면 파형이 표시되지 않습니다.
- 자동 트리거 모드에서는 트리거가 발생하지 않아도 장비가 파형을 획득할 수 있습니다. 자동 모드는 획득이 시작되는 동시에 시작되는 타이머를 사용하며 이때 사전 트리거 정보를 얻게 됩니다. 타이머 시간이 초과되기 전에 검출된 트리거 이벤트가 없으면 장비가 강제로 트리거됩니다. 트리거 이벤트를 대기하는 시간은 시간 기반 설정에 따라 다릅니다.

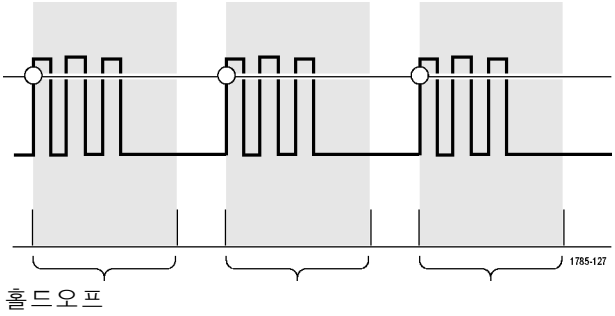
자동 모드는 유효한 트리거링 이벤트 부재 시 강제 트리거할 경우 디스플레이의 파형과 동기화되지 않습니다. 파형은 화면을 가로질러 표시됩니다. 유효한 트리거가 발생하면 안정적으로 표시됩니다.

또한 전면 패널 **강제 트리거** 버튼을 눌러 정비를 강제로 트리거할 수도 있습니다.

트리거 홀드오프

장비가 원치 않는 트리거 이벤트에서 트리거될 경우 홀드오프를 조정하여 안정적인 트리거링을 얻을 수 있습니다.

오실로스코프가 홀드오프 시간 동안에 새 트리거를 인식하지 못하므로 트리거 홀드오프는 트리거링을 안정화시키는 데 도움이 될 수 있습니다. 장비에서 트리거 이벤트를 인식하면 획득이 완료될 때까지 트리거가 비활성화됩니다. 또한 트리거 시스템은 각 획득 뒤에 이어지는 홀드오프 기간 동안 비활성화된 상태로 남아 있습니다.

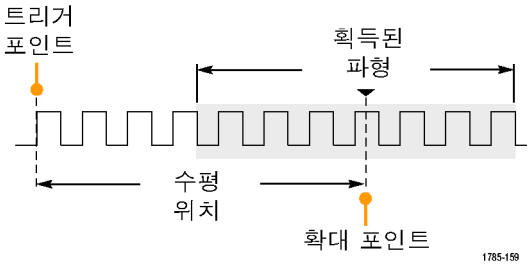


트리거 커플링

트리거 커플링은 신호의 어떤 부분을 트리거 회로로 전달할지 결정합니다. 에지 및 시퀀스 트리거링은 다음 커플링 유형을 사용할 수 있습니다. 여기에는 DC, AC, 저주파수 제거, 고주파수 제거 및 노이즈 제거 등이 있습니다. 다른 모든 트리거 유형은 DC 커플링만 사용합니다.

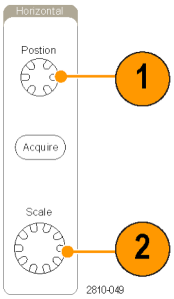
수평 위치

지연 모드가 켜져 있는 경우, 트리거 위치로부터 상당한 시간을 두고 분리되어 있는 지역에 있는 파형의 세부 사항을 획득하려면 수평 위치를 사용합니다.



1. **수평 위치** 노브를 돌려 위치(지연) 시간을 조정합니다.

2. 수평 **스케일**을 돌려 위치(지연) 확장 포인트에 대해 필요한 세부 사항을 획득합니다.

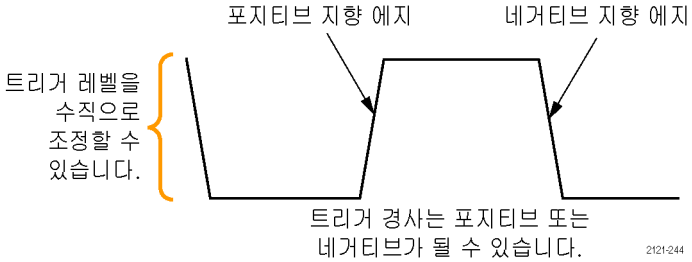


트리거 이전에 발생하는 레코드의 일부를 사전 트리거 부분이라고 합니다. 이 부분은 트리거가 사후 트리거 부분이 되기 전에 발생합니다. 사전 트리거 데이터는 문제 해결에 도움을 줄 수 있습니다. 예를 들어, 테스트 회로에서 원치 않는 글리치의 원인을 찾으려는 경우 글리치에서 트리거하고 글리치 전에 데이터를 포착할 수 있을 만큼 사전 트리거 주기를 크게 할 수 있습니다. 글리치 전에 어떤 상황이 발생하는지 분석하면 글리치의 원인을 찾아내는 데 도움이 되는 정보를 얻을 수 있습니다. 또는 트리거 이벤트로 인해 시스템에서 일어나는 상황을 확인하기 위해 사후 트리거 기간을 트리거 이후의 데이터를 캡처할 수 있을 만큼 길게 설정하십시오.

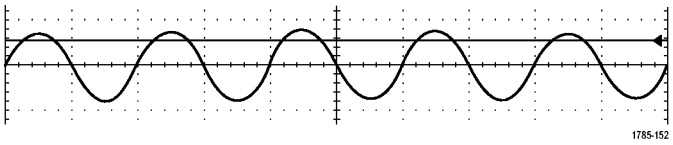
기울기 및 레벨

기울기 컨트롤은 장비가 신호의 상승 또는 하강 에지 중 어디에서 트리거 포인트를 찾는지 결정합니다.

레벨 컨트롤은 해당 에지에서 트리거 포인트가 발생하는 위치를 결정합니다.

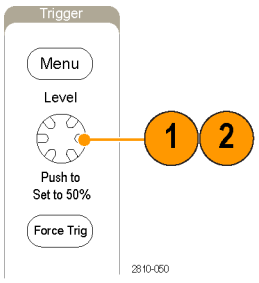


오실로스코프는 계수선을 가로지르는 긴 수평 막대를 제공하여 일시적으로 트리거 레벨을 표시합니다.



1. 메뉴로 이동하지 않고 트리거 레벨을 조정하려면 전면 패널 트리거 **레벨** 노브를 돌립니다.

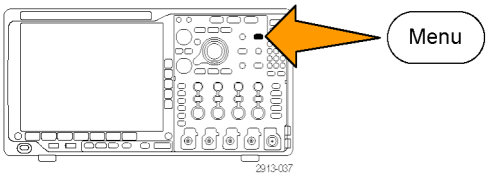
2. 트리거 레벨을 신속하게 파형의 중간 지점으로 설정하려면 전면 패널 **레벨** 노브를 누릅니다.



트리거 유형 선택

트리거를 선택하려면

1. 트리거 **메뉴**를 누릅니다.



2. **유형**을 눌러 **트리거 유형** 사이드 베젤 메뉴를 불러옵니다.

주석노트. MDO4000 시리즈의 버스 트리거는 애플리케이션 모듈 없이도 병렬 버스에서 작동합니다. 다른 버스에서 버스 트리거를 사용하려면 DPO4AERO, DPO4AUDIO, DPO4AUTO, DPO4AUTOMAX, DPO4COMP, DPO4EMBD, DPO4ENET 또는 DPO4USB 애플리케이션 모듈을 사용해야 합니다.

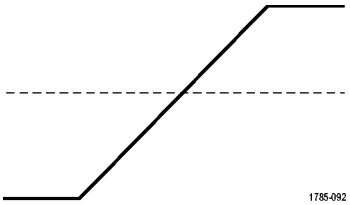
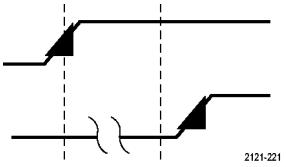
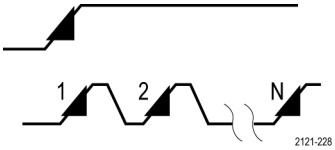
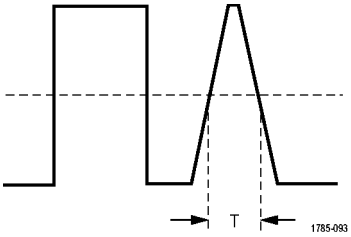
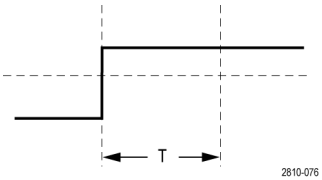
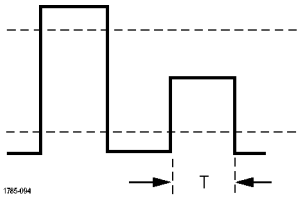
트리거 유형
시퀀스(B 트리거)
펄스 폭
타임아웃
런트
로직
셋업/홀드
상승 시간
비디오
버스

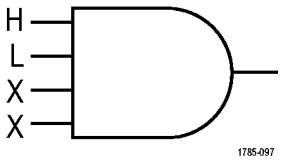
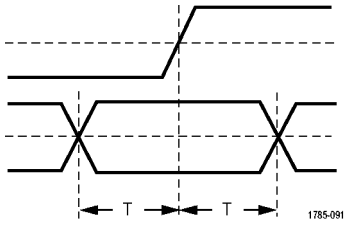
3. 범용 노브 a를 돌려 원하는 트리거 유형을 선택합니다.

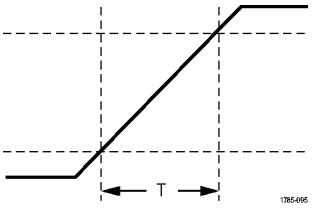
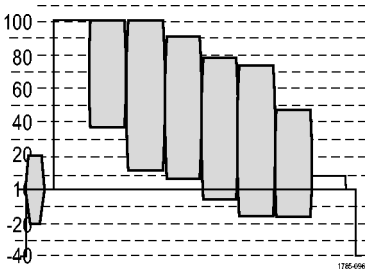
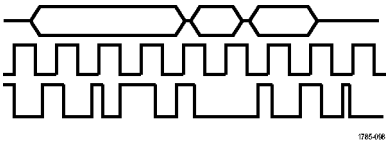
4. 트리거 유형에 대해 표시되는 하단 베젤 메뉴 컨트롤을 사용하여 트리거 설정을 완료합니다. 트리거 설정을 위한 컨트롤은 트리거 유형에 따라 다릅니다.

유형	소스	커플링	기울기	레벨		모드
에지	1	DC		100mV		자동 & 홀드오프
2	4	4	4	4		

트리거 선택

트리거 유형		트리거 상태
에지		기울기 컨트롤로 정의된 상승 에지 또는 하강 에지에서 트리거됩니다. 커플링 선택 사항으로 DC, LF 제거, HF 제거 및 노이즈 제거가 있습니다. 에지 트리거는 가장 간단하고 자주 사용되는 트리거 유형으로 아날로그 및 디지털 신호를 모두 포함하고 있습니다. 에지 트리거 이벤트는 트리거 소스가 지정된 방향으로 지정된 전압 레벨을 통과할 때 발생합니다.
시퀀스(B 트리거)		보다 복잡한 신호를 캡처하려면 에지 A 이벤트(주) 트리거를 B 이벤트(지연) 트리거와 결합하십시오. (94페이지의 *시퀀스 트리거 사용 (A(주) 및 B(지연))* 참조) **시간.** A 이벤트가 발생하면 파형을 트리거 및 표시하기 전에 트리거 시스템이 지정된 시간을 기다린 다음 B 이벤트를 검색합니다.
		**이벤트.** A 이벤트가 발생하면 파형을 트리거 및 표시하기 전에 트리거 시스템이 지정된 수의 B 이벤트를 검색합니다.
펄스 폭		지정된 시간보다 작거나 크거나 같거나 같지 않은 펄스에서 트리거됩니다. 또한 펄스 폭이 지정된 두 개의 서로 다른 시간 범위 안에 있거나 밖에 있을 때 트리거할 수 있습니다. 포지티브나 네거티브 펄스에서 트리거할 수 있습니다. 펄스 폭 트리거는 기본적으로 디지털 신호에 사용됩니다.
타임아웃		지정된 시간 내에 펄스가 검출되지 않으면 트리거됩니다. 신호는 설정된 시간에 대한 설정된 값 위 또는 아래(또는 위나 아래)에 유지됩니다.
런트		하나의 한계값은 교차하지만 첫 번째 한계값을 다시 교차하기 전에 두 번째 한계값을 교차하지 못하는 펄스 진폭에서 트리거됩니다. 포지티브 또는 네거티브 런트를 검출하거나 지정된 폭보다 넓거나 작거나 크거나 같거나 같지 않은 런트만 검출할 수 있습니다. 런트 트리거는 기본적으로 디지털 신호에 사용됩니다.

트리거 유형		트리거 상태
로직		모든 채널이 지정된 상태로 변이되면 트리거됩니다. 범용 노브 a를 사용하여 채널을 선택합니다. 적절한 사이드 베젤 버튼을 눌러 채널의 상태를 **높음**(H), **낮음**(L) 또는 **무정의**(X)로 설정합니다. **클럭** 사이드 베젤 버튼을 사용하여 클럭된 상태 트리거링을 설정합니다. 사용자는 단일 클럭 채널을 가질 수 있습니다. 클럭 에지의 극성을 변경하려면 베젤 단추 아래의 **클럭 에지** 버튼을 누릅니다. 클럭 채널을 선택하고 설정을 높음, 낮음 또는 무정의로 설정함으로써 클럭된 트리거를 끄고 클럭되지 않은 패턴 트리거로 되돌아갑니다. 클럭되지 않은 트리거링의 경우 기본적으로 선택한 조건이 참이면 트러거링이 발생합니다. 또한 조건이 거짓이거나 시간 검정 트리거링인 경우 트리거링을 선택할 수 있습니다. 로직 트리거에 대해 최대 21개의 채널(4개의 아날로그, 16개의 디지털 및 1개의 RF)을 사용할 수 있습니다. **주석노트.** 로직 트리거에서 RF 입력을 사용하려면 먼저 MDO4TRIG 애플리케이션 모듈을 설치해야 합니다. **주석노트.** 아날로그 채널만 사용하거나 디지털 채널만 사용하면 최적의 로직 트리거 성능을 얻을 수 있습니다.
셋업 앤 홀드		로직 데이터 입력이 셋업 내부 또는 클럭 에지에 상대적인 홀드 타임에서 상태를 변경할 경우 트리거됩니다. 셋업은 데이터가 클럭 에지가 발생하기 전까지 변경되지 않고 안정 상태에 있어야 하는 시간을 나타냅니다. 홀드는 클럭 에지가 발생한 후에 변경되지 않고 안정 상태에 있어야 하는 시간을 나타냅니다. MDO4000 시리즈 오실로스코프는 여러 채널 셋업/홀드 트리거링이 가능하며 전체 버스 상태에서 셋업/홀드 위반을 모니터링할 수 있습니다. 셋업/홀드 트리거에 대해 최대 20개의 채널(4개의 아날로그 및 16개의 디지털)을 사용할 수 있습니다. **클럭** 사이드 베젤 버튼을 사용하여 클럭 채널을 선택합니다. **선택** 컨트롤, **데이터** 및 **사용되지 않음** 버튼을 사용하여 셋업 앤 홀드 위반을 모니터링할 하나 이상의 채널을 선택합니다. **주석노트.** 아날로그 채널만 사용하거나 디지털 채널만 사용하면 최적의 셋업 앤 홀드 트리거 성능을 얻을 수 있습니다.

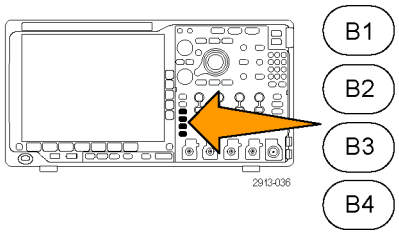
트리거 유형		트리거 상태
상승/하강 시간		상승 및 하강 시간에 트리거됩니다. 지정된 시간보다 빠르거나 느린 속도로 두 한계값 사이를 횡단하는 펄스 에지에서 트리거됩니다. 펄스 에지를 포지티브 또는 네거티브 중 하나로 지정하십시오.
비디오		복합 비디오 신호의 지정된 필드 또는 라인에서 트리거됩니다. 복합 신호 형식만 지원됩니다. NTSC, PAL 또는 SECAM에서 트리거됩니다. Macrovision 신호로 작동합니다. DPO4VID 모듈을 사용하면 다양한 HDTV 비디오 표준 신호에서 트리거될 뿐만 아니라 3~4,000 라인을 사용하는 사용자 지정(비표준) 이중레벨 및 삼중레벨 비디오 신호에서도 트리거됩니다.
버스		다양한 버스 조건에서 트리거됩니다. I²C에는 DPO4EMBD 모듈이 필요합니다. SPI에는 DPO4EMBD 모듈이 필요합니다. CAN에는 DPO4AUTO 또는 DPO4AUTOMAX 모듈이 필요합니다. RS-232, RS-422, RS-485 및 UART에는 DPO4COMP 모듈이 필요합니다. LIN에는 DPO4AUTO 또는 DPO4AUTOMAX 모듈 중 하나가 필요합니다. FlexRay에는 DPO4AUTOMAX 모듈이 필요합니다. 오디오에는 DPO4AUDIO 모듈이 필요합니다. USB에는 DPO4USB 모듈이 필요합니다. 이더넷에는 DPO4ENET 모듈이 필요합니다. MIL-STD-1553에는 DPO4AERO 모듈이 필요합니다. (16페이지의 *애플리케이션 모듈 무료 평가판* 참조)

버스 트리거

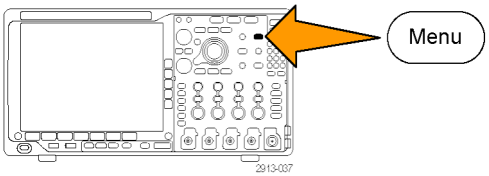
적절한 애플리케이션 모듈이 설치되어 있으면 오실로스코프를 사용하여 여러 데이터 버스에서 트리거할 수 있습니다. MDO4000 시리즈는 애플리케이션 모듈 없이 병렬 버스에서 트리거할 수 있습니다. 오실로스코프는 물리층을 아날로그 파형으로 표시하고 프로토콜 레벨 정보를 디지털 및 상징적 파형으로 표시할 수 있습니다.

버스 트리거를 설정하려면

1. 전면 패널 B1, B2, B3 또는 B4 버튼을 사용하여 버스를 아직 정의하지 않은 경우 지금 정의합니다. (62페이지의 *직렬 또는 병렬 버스 설정* 참조)



2. 트리거 **메뉴**를 누릅니다.



3. **유형**을 누릅니다.

유형	소스 버스	트리거 On	어드레스		방향	자동
버스	B1(I2C)	어드레스	07F		쓰기	모드 & 홀드오프
3	5	6				

4. 범용 노브 a를 돌려 **버스**를 선택할 때까지 트리거 유형 사이드 메뉴를 스크롤합니다.
5. **소스 버스**를 누른 다음 소스 버스 사이드 메뉴를 사용하여 트리거하고자 하는 버스를 선택합니다.
6. **트리거 On**을 누르고 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 트리거 On 기능을 선택합니다.

병렬 버스 트리거

2진수 또는 16진수 데이터 값에서 트리거할 수 있습니다. 하단 베젤 **데이터** 버튼을 누르고 범용 노브 a 및 b를 사용하여 원하는 매개변수를 입력합니다.

I²C 버스 트리거

시작, **반복된 시작**, **정지**, **누락된 승인**, **어드레스, 데이터** 또는 **Addr/데이터**에서 트리거할 수 있습니다.

I²C 트리거를 설정하는 경우 **어드레스** 또는 "**Addr/데이터**"에서 **Addr/데이터**를 선택했으면 하단 베젤 **어드레스** 버튼을 눌러 I²C 어드레스 사이드 베젤 메뉴에 액세스합니다.

사이드 베젤 **어드레싱 모드** 버튼을 누르고 **7비트** 또는 **10비트**를 선택합니다. 사이드 베젤 **어드레스** 버튼을 누릅니다. 범용 노브 a 및 b를 사용하여 원하는 어드레스 매개변수를 입력하십시오.

그런 다음 하단 베젤 메뉴 **방향** 버튼을 누르고 원하는 방향을 선택합니다. **읽기**, **쓰기** 또는 **읽기 또는 쓰기**가 있습니다.

데이터 또는 Addr/**데이터**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **데이터** 버튼을 눌러 I²C 데이터 사이드 베젤 메뉴에 액세스합니다.

바이트 수 버튼을 누르고 범용 노브 a를 사용하여 바이트 수를 입력합니다.

사이드 베젤 **어드레싱 모드** 버튼을 누르고 **7비트** 또는 **10비트**를 선택합니다. 사이드 베젤 **데이터** 버튼을 누릅니다. 범용 노브 a 및 b를 사용하여 원하는 데이터 매개변수를 입력합니다.

I²C 어드레스 형식에 대한 자세한 내용은 버스 매개변수 설정 아래의 항목 2를 참조하십시오.

SPI 버스 트리거

SS **활성**, MOSI, MISO 또는 MOSI/MISO에서 트리거할 수 있습니다.

SPI 트리거를 설정하는 경우 MOSI 또는 MISO에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **데이터** 버튼을 누르고 사이드 베젤 MOSI 또는 MISO 버튼을 누른 다음 범용 노브 a 및 b를 사용하여 원하는 데이터 매개변수를 입력합니다.

그런 다음 **바이트 수** 버튼을 누르고 범용 노브 a를 사용하여 바이트 수를 입력합니다.

MOSI/MISO를 선택한 경우 하단 베젤 **데이터** 버튼을 누르고 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 매개변수를 입력합니다.

RS-232 버스 트리거

Tx **시작 비트**, Rx **시작 비트**, Tx End of Packet, Rx End of Packet, Tx **데이터** 또는 Rx **데이터**에서 트리거할 수 있습니다.

RS-232 트리거를 설정하는 경우 Tx **데이터** 또는 Rx **데이터**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **데이터** 버튼을 누릅니다.

바이트 수 버튼을 누르고 범용 노브 a를 사용하여 바이트 수를 입력합니다.

사이드 베젤 **데이터** 버튼을 누르고 범용 노브 a 및 b를 사용하여 원하는 매개변수를 입력합니다.

CAN 버스 트리거

프레임 시작, **프레임 유형**, **식별자**, **데이터**, Id/**데이터**, **프레임 끝** 및 **누락된 승인**에서 트리거할 수 있습니다.

CAN 트리거를 설정하는 경우 **프레임 유형**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **프레임 유형** 버튼을 누르고 **데이터 프레임**, **원격 프레임**, **오류 프레임** 또는 **오버로드 프레임**을 선택합니다.

식별자에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **식별자** 버튼을 누르고 **형식**을 선택합니다. 그런 다음 **식별자** 사이드 베젤 버튼을 누르고 범용 노브 a 및 b를 사용하여 2진수 또는 16진수 값을 입력합니다.

하단 베젤 메뉴 **방향** 버튼을 누르고 원하는 방향을 선택합니다. **읽기**, **쓰기** 또는 **읽기 또는 쓰기**가 있습니다.

데이터에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **데이터** 버튼을 누르고 원하는 매개변수를 입력합니다.

LIN 버스 트리거

동기화, **식별자**, **데이터**, **Id & 데이터**, **해제 프레임**, **대기 프레임** 또는 **오류**에서 트리거할 수 있습니다.

LIN 트리거를 설정한 상태에서 **식별자**, **데이터** 또는 **식별자/데이터**에 대해 **트리거** On을 선택한 경우 하단 베젤 **식별자** 또는 **데이터** 버튼을 누르고 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 매개 변수를 입력합니다.

오류에 대해 **트리거** On을 선택한 경우 하단 베젤 **오류 유형** 버튼을 누르고 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 매개 변수를 입력합니다.

FlexRay 버스 트리거

프레임 시작, **프레임 유형**, **식별자**, **주기 카운트**, **헤더 필드**, **데이터**, **ID/데이터**, **프레임 끝** 또는 **오류**에서 트리거할 수 있습니다.

오디오 버스 트리거

I2C, LJ(왼쪽 정렬)또는 RJ(오른쪽 정렬) 오디오 버스를 사용 중인 경우 **단어 선택** 또는 **데이터**에서 트리거할 수 있습니다.

TDM 오디오 버스를 사용하는 경우에는 **프레임 동기** 또는 **데이터**에서 트리거할 수 있습니다.

USB 버스 트리거

동기화, **재설정**, **일시 중단** (Suspend), **다시 시작** (Resume), **End of Packet**, **토큰(주소) 패킷** (Token (Address) Packet), **데이터 패킷** (Data Packet), **핸드셰이크 패킷** (Handshake Packet), **특수 패킷** (Special Packet) 또는 **오류**에서 트리거할 수 있습니다.

주석노트. 고속 USB 버스(480MB/s)에서 트리거하려면 대역폭이 350MHz 이상인 오실로스코프를 사용하십시오.

이더넷 버스 트리거

Start Frame Delimiter (시작 프레임 구분 기호), **MAC 주소**, **MAC 길이/유형**, **TCP/IPv4 클라이언트 데이터**, **End of Packet**, **유휴** 또는 **FCS(CRC) 오류**에서 트리거할 수 있습니다. **Q-(VLAN) Tagging** 을 켠 경우에는 **MAC Q-Tag Control Information** (MAC Q-Tag 제어 정보) 에서 트리거할 수도 있습니다.

MIL-STD-1553 버스 트리거

동기화, **명령**, **상태**, **데이터**, **Time(RT/IMG)**(시간(RT/IMG)) 또는 **오류**를 트리거할 수 있습니다.

MIL-STD-1553 트리거를 설정하는 경우 **명령**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **RT Address**(RT 주소) 버튼을 눌러 트리거 대상 **(RT 주소)**의 특정 값을 입력합니다. 하단 베젤 **Command Word Details**(명령 단어 세부 사항) 버튼을 눌러 **T/R bit**(T/R 비트) 값, **Subaddress/Mode**(하위 주소/모드) 값, **Word Count/Mode Code**(단어 카운트/모드 코드) 값 및 **패리티** 값을 입력합니다.

MIL-STD-1553 트리거를 설정하는 경우 **상태**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 RT-Address(RT 주소) 버튼을 눌러 트리거 대상 RT-Address(RT 주소)의 특정 값을 입력합니다. 하단 베젤 Status Word Bits(상태 단어 비트) 버튼을 누르고 Message Error (bit 9)(메시지 오류(9비트)), Instr. (bit 10)장비(10비트), Service Req. (bit 11)(서비스 요청(11비트)), BCR (bit 15)(BCR(15비트)), Busy (bit 16)(사용 중(16비트)), Subsystem Flag (bit 17)(하위 시스템 플래그(17비트)), DBCA (bit 18)(DBCA(18비트)), Terminal Flag (bit 19)(터미널 플래그(19비트)) 및 **패리티**의 값을 입력합니다.

MIL-STD-1553 트리거를 설정하는 경우 **데이터**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **데이터** 버튼을 눌러 특정 **데이터** 값 및 **패리티** 값을 입력합니다.

MIL-STD-1553 트리거를 설정하는 경우 Time(RT/IMG)(시간(RT/IMG))에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **트리거 시기** 버튼을 눌러 트리거 조건을 설정합니다. 하단 베젤 **시간** 버튼을 눌러 Maximum(최대) 및 Minimum(최소) 시간을 설정합니다.

MIL-STD-1553 트리거를 설정하는 경우 **오류**에서 **트리거** On을 선택했으면 하단 베젤 **오류 유형** 버튼을 눌러 트리거 대상 오류 유형을 선택합니다.

I²C, SPI, USB, 이더넷, CAN, LIN 및 FlexRay 버스 트리거 데이터 일치

I²C, SPI, USB, 및 FlexRay에 대한 롤 창 바이트 일치: 롤 창을 사용하여 데이터를 트리거하려면 일치시킬 바이트 수를 정의합니다. 그러면 오실로스코프가 롤 창을 사용하여 패킷 내에서 일치하는 항목을 찾습니다. 이때 창은 한 번에 한 바이트씩 롤됩니다.

예를 들어, 바이트 수가 1이면 오실로스코프가 패킷 내에서 첫 번째, 두 번째, 세 번째 바이트 등의 순으로 검색합니다.

바이트 수가 2이면 오실로스코프가 연속되는 두 바이트를 검색하려 시도합니다(예: 1과 2, 2와 3, 3과 4 등). 오실로스코프에서 일치하는 항목을 찾으면 트리거를 실시합니다.

FlexRay, USB 또는 이더넷을 통해 **바이트 오프셋** 을 **무정의**로 설정하여 롤 창을 일치시킵니다.

I²C, SPI, USB, CAN 및 FlexRay에 대한 특정 바이트 일치(패킷의 특정 위치에 대한 비롤 창 일치):

I²C, SPI, CAN 및 FlexRay에 대한 특정 바이트에서 여러 방법으로 트리거할 수 있습니다.

- I²C 및 SPI의 경우 신호의 바이트 수와 일치하는 바이트 수를 입력합니다. 그런 다음 무정의(X)를 사용하여 원하는 바이트를 마스크합니다.
- I²C의 경우 하단 베젤 **트리거** On을 눌러 Addr/**데이터**를 트리거합니다. **어드레스**를 누릅니다. 사이드 베젤 메뉴에서 **어드레스**를 누르고 필요에 맞게 범용 노브 a 및 b를 회전합니다. 어드레스를 마스크하려면 어드레스를 무정의(X)로 설정하십시오. 데이터가 롤 창을 사용하지 않고 첫 번째 바이트부터 일치하게 됩니다.
- USB의 경우 트리거링은 사용자가 선택한 데이터 입력이 바이트 오프셋에서 시작하는 신호의 데이터 및 검정기와 일치할 때 발생합니다. 바이트 수를 원하는 바이트 수와 일치하게 설정하십시오. 데이터 검정기를 사용하여 =, !=, <, >, >= 및 <= 연산을 수행하십시오.
- CAN의 경우 트리거링은 사용자가 선택한 데이터 입력이 첫 번째 바이트에서 시작하는 신호의 데이터 및 검정기와 일치할 때 발생합니다. 바이트 수를 원하는 바이트 수와 일치하게 설정하십시오. 데이터 검정기를 사용하여 =, !=, <, >, >= 및 <= 연산을 수행하십시오. 식별자와 데이터의 트리거링은 항상 사용자가 선택한 식별자와 데이터와 일치합니다. 이때 데이트는 첫 번째 바이트에서 시작합니다. 롤 창은 사용되지 않습니다.
- FlexRay 및 이더넷의 경우 트리거링은 사용자가 선택한 데이터 입력이 바이트 오프셋에서 시작하는 신호의 데이터 및 검정기와 일치할 때 발생합니다. 바이트 수를 원하는 바이트 수와 일치하게 설정하십시오. 데이터 검정기를 사용하여 =, !=, <, >, >= 및 <= 연산을 수행하십시오. 식별자와

데이터의 트리거링은 항상 사용자가 선택한 식별자와 데이터와 일치합니다. 이때 데이트는 첫 번째 바이트에서 시작합니다. 롤링 창은 사용되지 않습니다.

데이터 값 일치

RS-232 바이트에 대한 특정 데이터 값을 트리거할 수 있습니다. 패킷 끝 문자를 RS-232 버스 디코딩에 사용하도록 정의한 경우 동일한 패킷 끝 문자를 트리거 데이터 일치를 위한 데이터 값으로 사용할 수 있습니다. 이렇게 하려면 Tx EoP 또는 Rx EoP 문자를 트리거 On 선택 항목으로 선택합니다.

다른 버스에 대해 특정 데이터 값을 트리거할 수도 있습니다.

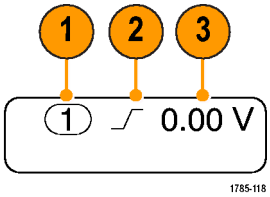
병렬 버스 트리거 데이터 일치

아날로그 채널만 사용하거나 디지털 채널만 사용하면 최적의 병렬 버스 트리거 성능을 얻을 수 있습니다.

트리거 설정 확인

일부 주요 트리거 매개 변수를 신속하게 결정하려면 디숀¤플레이 하단의 트리거 판독값을 확인하십시오. 판독값은 에지 및 고급 트리거에서 각각 다릅니다.

1. 트리거 소스 = 채널 1.
2. 트리거 기울기 = 상승.
3. 트리거 레벨 = 0.00V.



에지 트리거 판독값

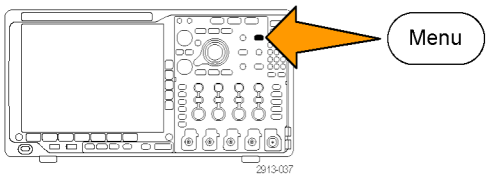
시퀀스 트리거 사용(A(주) 및 B(지연))

보다 복잡한 신호를 캡처하려면 에지 A 이벤트(주) 트리거를 B 이벤트(지연) 트리거와 결합하십시오. A 이벤트가 발생하면 파형을 트리거 및 표시하기 전에 트리거 시스템이 B 이벤트를 검색합니다.

A 및 B 트리거는 일반적으로 별도의 소스를 갖고 있습니다.

에지 트리거 메뉴를 사용하여 A 트리거를 먼저 설정합니다. 그런 다음 B 트리거를 사용하려면 다음을 수행합니다.

1. 트리거 **메뉴**를 누릅니다.

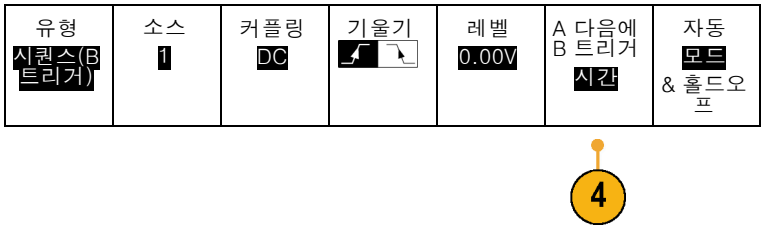


2. **유형**을 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 **시퀀스(B 트리거)** 트리거 유형을 선택합니다.

   이렇게 하면 시퀀스(B 트리거) 메뉴가 나타납니다.

4. **A 다음에 B 트리거**를 누릅니다.

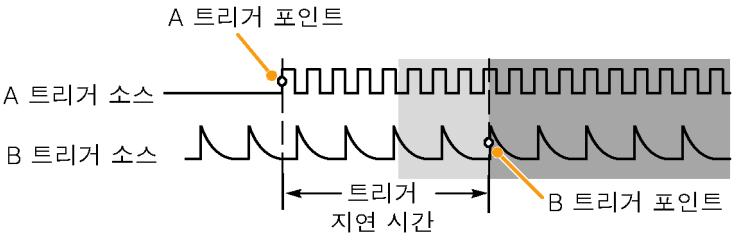


사이드 메뉴 버튼을 눌러 A 다음에 B 트리거 시퀀스에 사용할 방법을 선택합니다.

5. 관련 사이드 및 하단 베젤 메뉴에서 다른 시퀀스 트리거 매개 변수를 설정합니다.

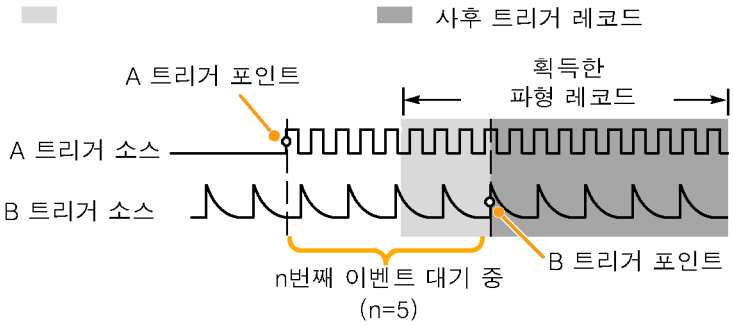
지연 시간 이후의 B 트리거

A 트리거는 장비를 준비합니다. 사후 트리거 획득은 트리거 지연 시간이 지난 후 첫 번째 B 에지에서 시작됩니다.



B 이벤트 트리거

A 트리거는 장비를 준비합니다. n번째 B 이벤트에서 획득을 시작합니다.

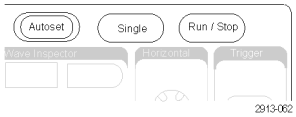


빠른 팁

- B 트리거 지연 시간과 수평 위치는 독립적인 기능입니다. A 트리거만 사용하거나 A 트리거와 B 트리거를 함께 사용하여 트리거 조건을 수립했을 때 수평 위치 컨트롤을 사용해 추가적으로 획득을 지연시킬 수 있습니다.
- B 트리거를 사용하면 A 및 B 트리거 유형만 에지가 될 수 있습니다.

획득 시작 및 정지

획득 및 트리거 매개 변수를 정의한 후에 **실행/정지** 또는 **싱글**을 사용하여 획득을 시작하십시오.



- 획득을 시작하려면 **실행/정지**를 누릅니다. 이 버튼을 다시 눌러 획득을 정지할 때까지 오실로스코프는 획득을 반복해서 수행합니다.
- 단일 획득을 얻으려면 **싱글**을 누릅니다.

  싱글은 단일 획득에 대해 트리거 모드를 **보통**으로 설정합니다.
- RF 형적 및 다른 아날로그 또는 디지털 파형이 활성화된 경우 획득을 정지하기 위해 **실행/정지**를 누르면 정지되기 전에 오실로스코프가 트리거 이벤트를 하나 더 기다립니다. 트리거 이벤트를 기다리는 동안 **실행/정지** 버튼은 노란색으로 바뀌고 싱글 버튼은 녹색으로 바뀝니다. 획득이 발생하면 **실행/정지** 버튼은 빨간색으로 바뀌고 **싱글** 버튼은 꺼집니다.

  트리거 모드가 자동으로 설정된 경우 자동 트리거 타임아웃 기간 내에 다른 트리거 이벤트가 발생하지 않으면 획득이 실행되고 장비가 정지합니다.

  트리거 모드가 보통으로 설정된 경우 오실로스코프는 필요한 시간 동안 트리거 이벤트가 발생할 때까지 계속 기다립니다.

RF 입력에 대한 트리거링

개요

MDO4000에서는 이벤트 소스가 아날로그인지, 디지털인지 또는 RF 입력인지에 관계없이 싱글 이벤트가 모든 아날로그, 디지털 및 RF 획득을 트리거합니다.

MDO4000을 통해 원하는 주파수 도메인 이벤트가 발생하는 정확한 시간에 트리거할 수 있습니다. 이렇게 할 수 있는 이유는 트리거된 획득 시스템이 RF 및 시간 도메인 채널 모두와 완전하게 통합되어 있기 때문입니다. 싱글 트리거 이벤트가 시간 및 주파수 도메인 모두의 획득을 조정합니다.

또한 MDO4000을 통해서는 RF 입력의 전력 엔벨로프에서의 변경 사항에 대해 트리거할 수 있습니다. 트리거되는 RF 전력은 현재 전체 폭뿐만이 아니라 대역 내에서 획득된 총 전력입니다.

주석노트. MDO4000 획득 시스템에서는 중간 주파수 및 전체 폭을 설정한 위치에 따라 RF 데이터를 획득하기 위해 세 주파수 대역 중 하나를 사용합니다. 대역은 50kHz~3.75GHz, 2.75GHz~4.5GHz 및 3.5GHz~6.0GHz입니다.

MDO4000 시리즈에서는 RF 전력을 에지 트리거링을 위한 소스로 제공합니다. 이를 통해 RF 전력 엔벨로프가 특정 전력 레벨을 통과함에 따라 오실로스코프가 트리거됩니다. 이렇게 하려면 RF가 켜지는 이벤트에 대해 트리거되도록 오실로스코프가 상승 에지에 대해 트리거되도록 설정합니다. 반대로, RF가 꺼지는 이벤트에 대해 트리거되도록 오실로스코프가 하강 에지에 대해 트리거되도록 설정합니다.

MDO4TRIG 애플리케이션 모듈이 설치되어 있으면 MD4000에서는 펄스 폭, 타임아웃, 런트, 로직 및 시퀀스 트리거에 대한 소스로 RF 전력도 제공합니다.

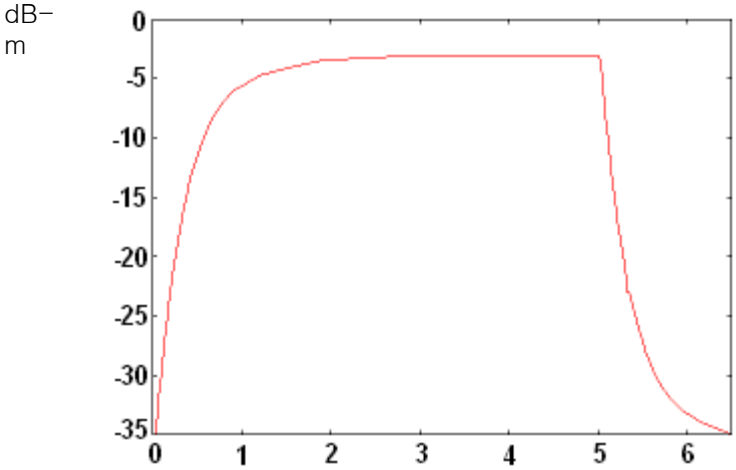
제한 사항

RF 전력 트리거가 작동하는 방식 및 제한 사항을 이해함으로써 RF 전력 트리거를 적절하게 사용할 수 있습니다.

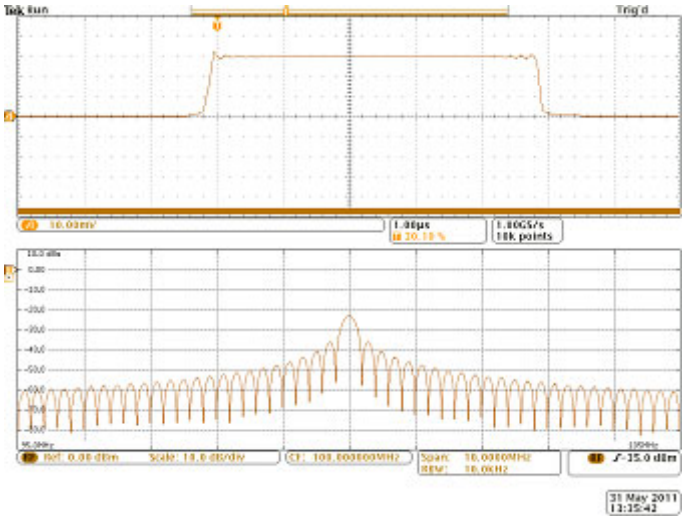
RF 전력 트리거는 RF 로그 눈금 전력 감지기로 하나의 비교기 입력을 구동합니다. 트리거 레벨은 dBm 단위의 다른 비교기 입력에 대한 기준을 제공합니다. 전력 감지기의 출력이나 비교기 모두 직접 관찰할 수 없으므로 이 트리거가 작동하는 방식을 인식하는 것이 중요합니다. 예를 들어 연속 사인파 또는 스윕 사인파는 전력 감지기가 사인파 전력에 비례하는 DC 전압을 출력하도록 합니다. 전력 레벨에 변경 사항이 없으므로 RF 전력 트리거는 트리거를 제공하지 않습니다. 트리거를 얻으려면 감지된 전력 레벨에 변경 사항이 있어야 합니다. 버스트 또는 진폭 변조 사인파와 같은 신호는 전력 감지기가 에지를 트리거할 수 있는 변동 출력을 생성하도록 합니다.

RF 전력 감지기는 아날로그 채널 트리거에 비해 상대적으로 느립니다. 전력 감지기는 RF 전력 레벨의 변경 사항에 응답하는 데 최대 2μs가 걸릴 수 있습니다. 오른쪽 그림에서 RF 채널은 5μs의 버스트 기간 동안 100MHz 사인파, 500사이클 버스트로 구동되었습니다. 그 결과, RF 전력 한계값이 트리거 지연 및 펄스의 피상 전력 폭에 영향을 줍니다. 예를 들어 트리거 레벨이 -10dBm이면 지연이 대략 500ns입니다. 입력 버스트 길이가 5μs인 경우에도 펄스 폭은 겨우 4.5μs인 것으로 나타납니다.

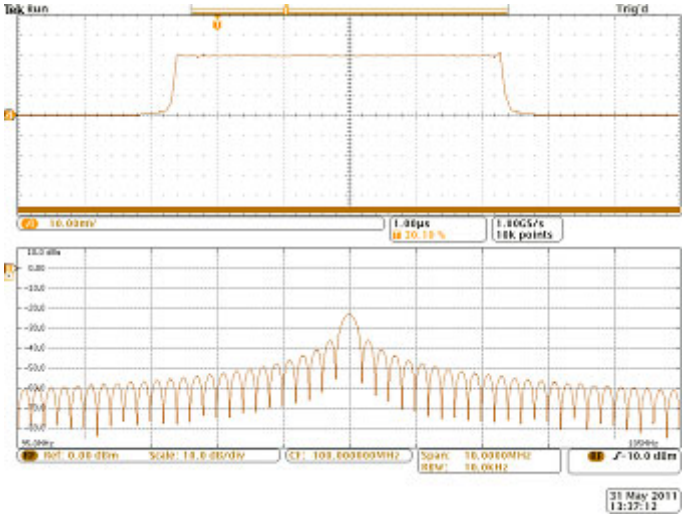
100MHz 500사이클 사인파 버스트에 대한 RF 전력 감지기 응답



오른쪽 그림에서 -35dBm 트리거 수준에 버스트 시작과 트리거 사이에 최소 지연이 있습니다. 시간 도메인 계수선에 표시된 RF 진폭 대 시간 형적은 이 RF 버스트의 프로파일을 나타냅니다.



오른쪽 그림에서 에지 트리거 전력 레벨이 이제 -10dBm으로 높아졌습니다. 트리거 표시는 이제 버스트 시작에서 대략 500ns 지연되었습니다. 이는 앞에서 설명한 전력 감지기 응답 때문입니다.



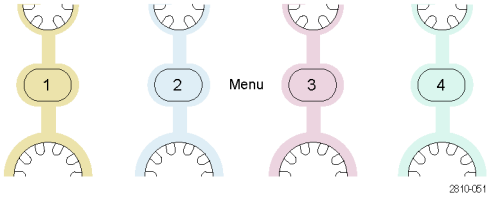
파형 또는 형적 데이터 표시

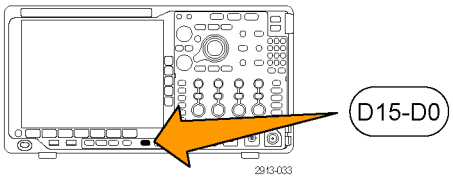
이 절에는 획득한 파형 또는 형적을 표시하는 개념과 절차에 대해 설명되어 있습니다.

파형 추가 및 제거

1. 디스플레이에 파형을 추가하거나 제거하려면 해당 전면 패널 채널 버튼 또는 D15-D0 버튼을 누릅니다.

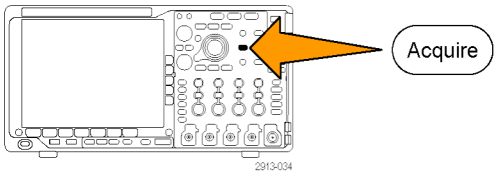
   채널이 표시되는지 여부에 관계없이 트리거 소스로 사용할 수 있습니다.



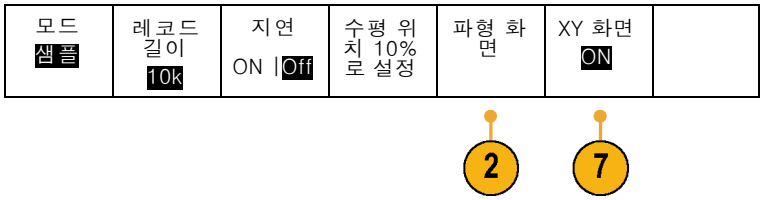


화면 형태 및 지속 기능 설정

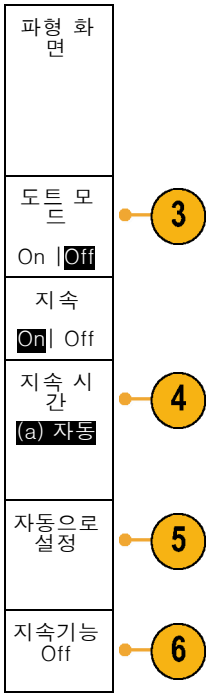
1. 화면 형태를 설정하려면 **획득**을 누릅니다.



2. **파형 화면**을 누릅니다.



3. 사이드 베젤 메뉴에서 **도트 모드 전용 ON OFF**를 누릅니다. 도트 ON에는 파형 레코드 포인트가 화면상의 도트로 표시됩니다. 도트 OFF는 도트를 벡터와 연결합니다.
4. **지속**을 Off로 눌러 화면 지속을 표시합니다.
5. **지속 시간**을 누르고 범용 노브 a를 돌려 사용자가 지정한 시간 동안 화면에 파형 데이터가 나타나도록 합니다.
6. 오실로스코프에서 사용자를 대신해 지속 기능을 자동으로 결정하도록 하려면 **자동으로 설정**을 누릅니다.
7. 지속 정보를 재설정하려면 **지속 기능** Off를 누릅니다.



8. 한 파형의 진폭에 대한 다른 파형의 진폭을 표시하려면 **XY 화면**을 누릅니다. 그런 다음 사이드 메뉴에서 **트리거된 XY**를 누릅니다.

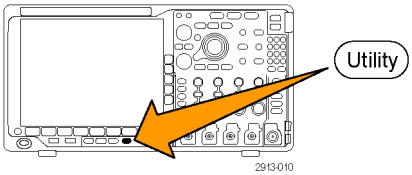
   첫 번째 파형의 데이터 포인트가 수평 위치를 지정하는 동안 두 번째 파형의 대응하는 데이터 포인트가 표시된 각각의 포인트에 대한 수직 위치를 지정합니다.

빠른 팁

- 변수 지속 기능은 지정된 시간 간격 동안 레코드 포인트를 누적합니다. 각 레코드 포인트는 시간 간격에 따라 독립적으로 소멸됩니다. 변수 지속 기능을 사용하여 글리치와 같이 자주 나타나지 않는 비정상적인 신호를 표시하십시오.
- 무한대 지속 기능은 사용자가 획득 표시 설정 중 하나를 변경할 때까지 계속해서 레코드 포인트를 누적합니다. 무한대 지속 기능을 사용하여 글리치와 같이 고유한 비정상적인 신호를 표시하십시오.
- XY 표시 모드에서는 서로에 대해 고정된 파형 쌍 형식으로 데이터의 그래프를 표시합니다.
- XY 화면이 켜져 있는 경우 데이터와 시간을 표시하는 창이 상단에 나타납니다.

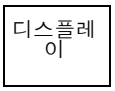
계수선 유형 설정

1. 계수선 형태를 설정하려면 Utility를 누릅니다.

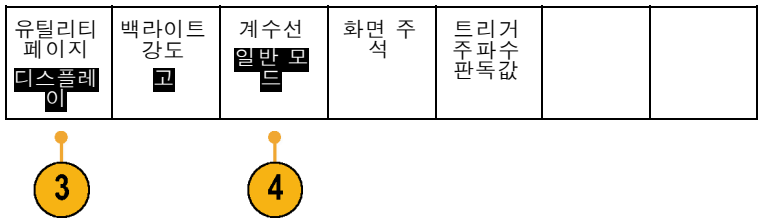


2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 **디스플레이**를 선택합니다.



4. 하단 베젤 메뉴에서 **계수선**을 누릅니다.

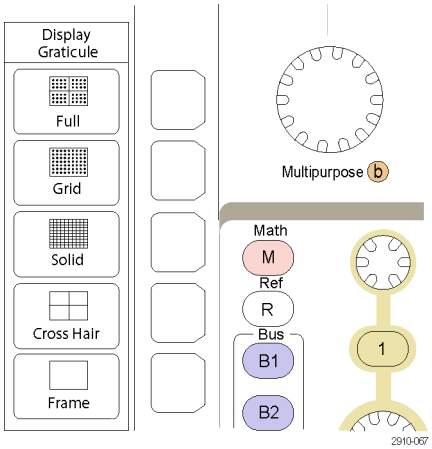


5. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 형태를 선택합니다.

   프레임 계수선은 자동 측정 결과값 및 기타 화면 문자를 가장 쉽게 읽을 수 있는 깔끔한 화면을 제공합니다.

   전체 계수선을 사용하면 하드 카피에 커서 측정값을 표시할 수 있습니다.

   점선, **실선** 및 **십자선** 계수선을 사용하면 **프레임**과 **전체** 간에 조정할 수 있습니다.

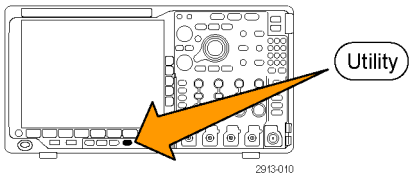


빠른 팁

- IRE 및 mV 계수선을 표시할 수 있습니다. 이렇게 하려면 트리거 유형을 비디오로 설정하고 수직 스케일을 114mV/구간으로 설정합니다. 114mV/구간 선택은 트리거 유형을 비디오로 설정한 경우에 채널에 대한 미세 조정 수직 스케일 설정에서 사용할 수 있습니다. 오실로스코프가 NTSC 신호에 대한 IRE 계수선 및 다른 비디오 신호(PAL, SECAM, HDTV 및 사용자 신호)에 대한 mV 계수선을 자동으로 표시합니다.

LCD 백라이트 설정

1. Utility를 누릅니다.



2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 **디스플레이**를 선택합니다.

디스플레이

4. **백라이트 강도**를 누릅니다.

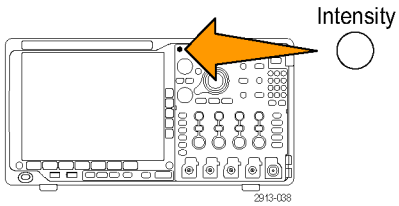
유틸리티 페이지	백라이트 강도	계수선	화면 주석			
디스플레이	고	일반 모드				

5. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 밝기 레벨을 선택합니다. 선택할 수 있는 항목으로는 **높음**, **중간** 및 **낮음**이 있습니다.

백라이트 강도
고
중
저

파형 밝기 설정

1. 전면 패널 **밝기** 버튼을 누릅니다.

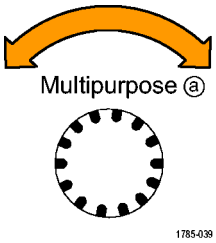


이렇게 하면 디스플레이에 밝기 판독값이 나타납니다.

ⓐ Waveform Intensity: 35%
ⓑ Graticule Intensity: 75%

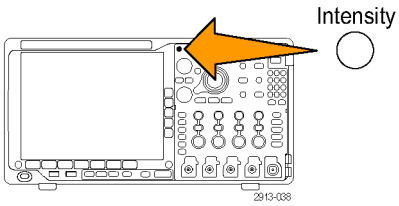
2121-245

2. 범용 노브 a를 돌려 원하는 파형 밝기를 선택합니다.



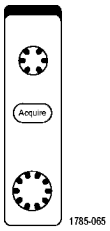
3. 범용 노브 b를 회전해 계수선에 대해 원하는 밝기를 선택합니다.

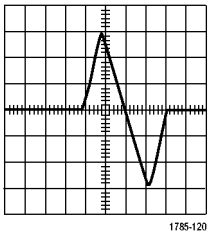
4. **밝기**를 다시 눌러 디스플레이에서 밝기 판독값을 지웁니다.



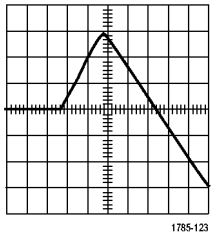
파형 스케일 및 위치 조절

수평 컨트롤을 사용하여 시간 기반을 조정하고 트리거 포인트를 조정하고 파형 세부 사항을 보다 자세히 살펴 보십시오. 또한 Wave Inspector 팬 및 줌 컨트롤을 사용하여 파형의 디스플레이를 조정할 수 있습니다. (151페이지의 *긴 레코드 길이 파형 관리* 참조)

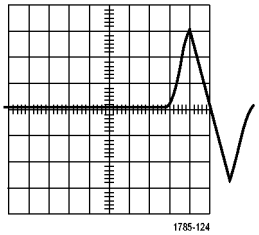




원래 파형

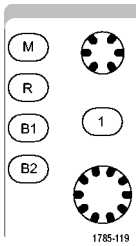


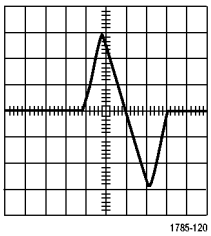
수평으로 스케일 조절됨



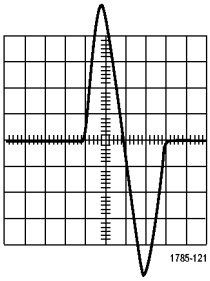
수평으로 위치 조절됨

수직 컨트롤을 사용하여 파형을 선택하고 파형 수직 위치 및 스케일을 조정하고 입력 매개 변수를 설정하십시오. 채널 메뉴 버튼(1, 2, 3 또는 4) 및 관련 메뉴 항목을 필요한 만큼 여러 번 눌러 파형을 선택, 추가 또는 제거하십시오.

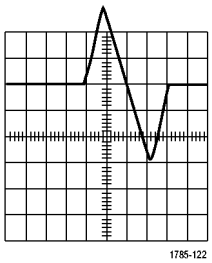




원래 파형



수직으로 스케일 조절됨



수직으로 위치 조절됨

빠른 팁

- **미리 보기.** 획득이 정지되거나 다음 트리거를 기다리고 있을 때 위치 또는 스케일 컨트롤을 변경하면 오실로스코프가 새 컨트롤 설정에 대응하여 관련 파형의 스케일과 위치를 다시 조절합니다. 여기서는 **실행** 버튼을 누를 경우 표시되는 내용을 시뮬레이트합니다. 오실로스코프는 다음 획득 시 새 설정을 사용합니다.

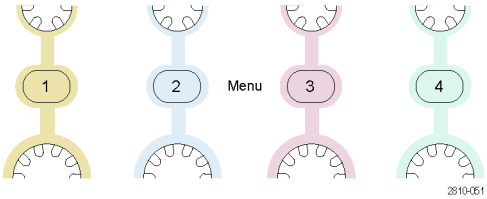
  원래 획득이 화면을 벗어난 경우 잘려진 파형이 표시됩니다.

  미리 보기를 사용할 경우 연산 파형, 커서 및 자동 측정 기능이 활성 및 유효한 상태로 유지됩니다.

입력 매개 변수 설정

수직 컨트롤을 사용하여 파형을 선택하고 파형 수직 위치 및 스케일을 조정하고 입력 매개 변수를 설정하십시오.

1. 채널 메뉴 버튼 **1**, **2**, **3** 또는 **4**를 눌러 지정된 파형에 대한 수직 메뉴를 불러옵니다. 수직 메뉴는 선택한 파형에만 영향을 줍니다.

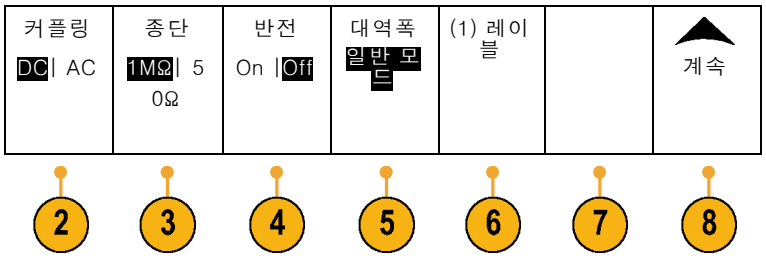


   채널 버튼을 눌러도 해당 파형이 선택되거나 취소됩니다.

2. **커플링**을 반복해서 눌러 사용할 커플링을 선택합니다.

   AC 및 DC 구성 요소를 모두 통과시키려면 DC 커플링을 사용합니다.

   DC 구성 요소는 차단하고 AC 신호만 표시하려면 AC 커플링을 사용합니다.



3. **종단**을 반복해서 눌러 사용할 입력 임피던스를 선택합니다.

   DC 커플링을 사용하는 경우 입력 임피던스(종단)를 50Ω 또는 1MΩ으로 설정합니다. 입력 임피던스는 AC 커플링을 사용할 경우 자동으로 1MΩ으로 설정됩니다.

   입력 임피던스에 대한 자세한 내용은 **빠른 팁**을 참조하십시오. (109페이지의 *빠른 팁* 참조)

4. 신호를 반전하려면 **반전**을 누릅니다.

   정상적으로 작동 시에는 **반전** OFF를 선택하고 사전 진폭기에서 신호의 극성을 반전하려면 **반전** ON을 선택합니다.

5. **대역폭**을 누르고 그 결과 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 원하는 대역폭을 선택합니다.

   선택할 수 있는 항목으로 전체, 250MHz 및 20MHz가 있습니다. 사용하는 프로브에 따라 추가 선택 항목이 나타날 수도 있습니다.

   대역폭을 전체 오실로스코프 대역폭으로 설정하려면 **일반 모드**를 선택합니다.

   대역폭을 250MHz로 설정하려면 **250MHz**를 선택합니다.

   대역폭을 20MHz로 설정하려면 **20MHz**를 선택합니다.

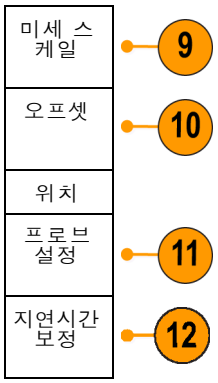
주석노트. 100MHz 모델 오실로스코프에는 메뉴에 250MHz 옵션이 포함되지 않습니다.

6. **레이블**을 눌러 채널에 대한 레이블을 만듭니다. (53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

7. 일부 프로브 유형의 경우 이 버튼을 눌러 프로브 팁에서 특정 오실로스코프 채널까지 전체 신호 경로에서 AC 교정을 수행하도록 오실로스코프에 지시할 수 있습니다. 이렇게 하면 전체 주파수 범위에서 평준화된 주파수 응답을 얻을 수 있습니다.

8. **자세히**를 눌러 추가 사이드 베젤 메뉴에 액세스합니다.

9. 범용 노브 a를 사용하여 미세 수직 스케일을 조정하려면 **미세 스케일**을 선택합니다.



10. 범용 노브 a를 사용하여 수직 오프셋을 조정하려면 **오프셋**을 선택합니다.

    수직 오프셋을 0V로 설정하려면 사이드 베젤 메뉴에서 **0V로 설정**을 누릅니다.

    오프셋에 대한 자세한 내용은 **빠른 팁**을 참조하십시오. (109페이지의 *빠른 팁* 참조)

11. **프로브 설정**을 선택하여 프로브 매개 변수를 정의합니다.

    이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 다음을 수행하십시오.

    - TekProbe 레벨 1, TekProbe II(TPA-BNC 어댑터 필요) 또는 TekVPI 인터페이스가 없는 프로브에 프로브 유형을 설정하려면 **전압** 또는 **전류**를 선택합니다.
    - Tek 인터페이스가 없는 프로브에 대해 **프로브 유형**이 **전압**으로 설정된 경우 범용 노브 a를 사용하여 프로브와 일치하도록 **감쇠**를 설정합니다.
    - Tek 인터페이스가 없는 프로브에 대해 **프로브 유형**이 **전류**로 설정된 경우 범용 노브 a를 사용하여 프로브와 일치하도록 암페어/볼트 비율(감쇠)을 설정합니다.
    - 레지스터의 전압 하강을 프로브하여 전류를 측정하는 경우 "**전류 측정**"을 "**예**"로 설정합니다. A/V 비율 사이드 베젤 버튼을 누르고 범용 노브 a를 돌려 암페어/볼트 또는 볼트/암페어 비율을 설정합니다. 예를 들어 2Ω 레지스터의 전압 하강을 측정하는 경우 V/A 비율을 2로 설정합니다.

12. 다양한 전파 지연을 갖는 프로브의 표시 및 측정을 조정하려면 **지연시간**을 선택합니다. 이 작업은 전류 프로브를 전압 프로브와 함께 사용하는 경우에 특히 중요합니다.

    Tektronix 067-1686-xx와 같은 지연시간 고정기를 사용하면 최상의 결과를 얻을 수 있습니다.

지연시간 고정기가 없는 경우, 지연시간 메뉴에서 컨트롤을 사용하여 각 프로브의 공칭 전파 지연에 따라 오실로스코프의 지연시간 매개변수를 권장 값으로 설정할 수 있습니다. 오실로스코프에서는 TekVPI 및 TekProbe II(TPA-BNC 어댑터를 사용해야 함) 프로브의 공칭 전파 지연 값이 자동으로 로드됩니다. 다른 일반 프로브의 경우 먼저 사이드 베젤 **선택** 버튼을 누르고 프로브가 연결된 채널을 선택합니다. 그런 후 사이드 베젤 **프로브 모델** 버튼을 누르고 프로브 모델을 선택합니다. 사용 중인 프로브가 목록에 없는 경우 프로브 모델을 **기타**로 설정하고 사이드 베젤 **전파 지연** 버튼을 누른 후 범용 노브 a를 사용하여 전파 지연 값을 조정합니다.

오실로스코프에서 계산된 권장 지연시간 값을 표시하려면 사이드 베젤 **권장 지연시간 표시**를 **예**로 설정합니다.

각 채널의 지연시간 값을 권장 값으로 설정하려면 사이드 베젤 **모든 역기울기를 권장 값으로 설정** 버튼을 누릅니다.

빠른 팁

- **TekProbe II 및 TekVPI 인터페이스와 함께 프로브 사용.** TekProbe II 및 TekVPI 인터페이스에 프로브를 부착하면 오실로스코프가 프로브 요구 사항에 맞게 채널 감도, 커플링 및 종단 저항을 자동으로 설정합니다. Tek Probe II 프로브에서는 TPA-BNC 어댑터를 사용해야 합니다.

- **수직 위치 및 오프셋 간의 차이.** 파형을 표시하려는 위치에 놓으려면 수직 위치를 조정합니다. 파형 베이스라인 표시기에는 각 파형에 대한 0볼트(또는 암페어) 레벨이 나타납니다. 채널의 수직 스케일을 조정하면 파형이 파형 베이스라인 표시기 주변에서 확장되거나 축소됩니다.

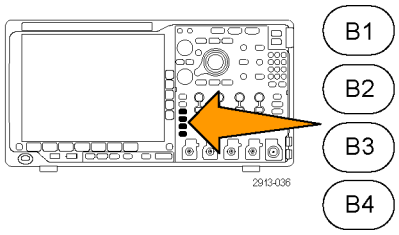
  채널<x> > **자세히** >**오프셋** > **수직 오프셋** 컨트롤을 사용하여 파형을 이동하면 베이스라인 표시기에 더 이상 0이 나타나지 않습니다. 대신 오프셋 레벨이 나타납니다. 채널의 수직 스케일을 조정하면 파형이 파형 베이스라인 표시기 주변에서 확장되거나 축소됩니다.

- **50Ω 보호.** 50Ω 종단을 선택한 경우 최대 수직 스케일 계수가 1V/div로 제한됩니다(10X 프로브에서 스케일 계수가 10V인 경우 제외). 초과 입력 전압을 적용하면 내부 50Ω 종단을 보호하기 위해 오실로스코프가 10Ω 종단으로 자동 전환됩니다. 자세한 내용은 MDO4000 시리즈 오실로스코프 기술 참조의 사양을 참조하십시오.

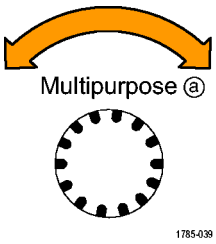
버스 신호 위치 조정 및 레이블 지정

버스 신호 위치 조정: 해당 전면 패널 버스 버튼을 누르고 범용 노브 a를 돌려 선택한 버스의 수직 위치를 조정합니다. (62페이지의 *직렬 또는 병렬 버스 설정* 참조)

1. 해당 전면 패널 버스 버튼을 눌러 해당 버스를 선택합니다.

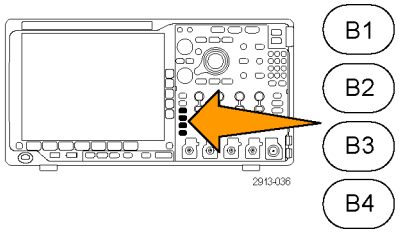


2. 범용 노브 a를 돌려 선택한 버스의 수직 위치를 조정합니다.



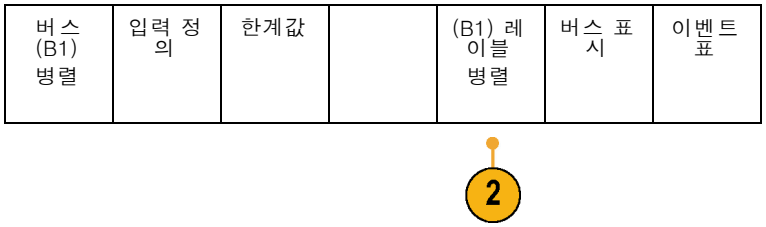
버스 신호 레이블 지정: 버스에 레이블을 지정하려면 다음 단계를 수행합니다.

1. 해당 전면 패널 버스 버튼을 누릅니다.



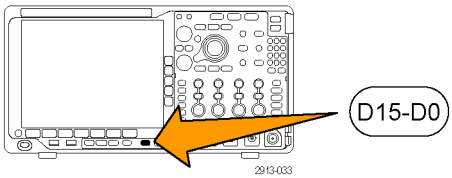
2. **레이블**을 누릅니다.

(53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

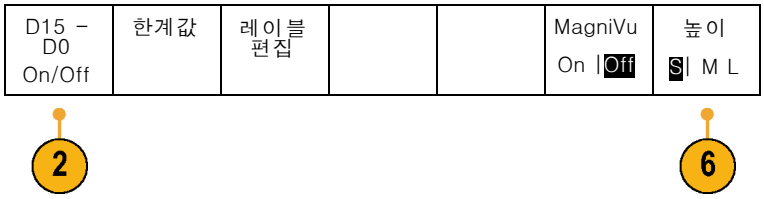


디지털 채널 위치 조정, 스케일 및 그룹화

1. 전면 패널 D15–D0 버튼을 누릅니다.

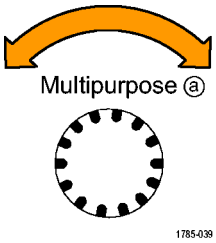


2. 하단 베젤 D15–D0 메뉴 항목을 누릅니다.



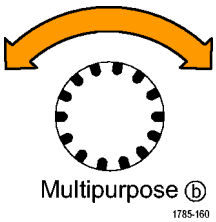
3. 사이드 베젤 **선택** 버튼을 누릅니다.

4. 범용 노브 a를 돌려 이동할 채널을 선택합니다.



5. 범용 노브 b를 돌려 선택한 채널을 이동합니다.

주석노트. 채널 또는 그룹의 표시는 노브 회전을 중지한 후에만 이동합니다.



6. 디지털 채널의 스케일(높이)을 변경하려면 하단 메뉴 **높이** 버튼을 누릅니다.

주석노트. S(Small) 선택 항목은 0.2 구간 길이에서 각 파형을 표시합니다. M(Medium) 선택 항목은 0.5 구간 길이에서 각 파형을 표시합니다. L(Large) 선택 항목은 1 구간 길이에서 각 파형을 표시합니다. L은 파형을 표시할 충분한 공간이 디스플레이에 있는 경우에만 작동합니다. 한 번에 최대 10개의 L 파형을 표시할 수 있습니다.

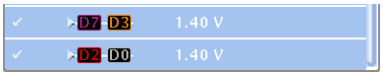
---

7. 더 쉽게 식별하기 위해 개별 디지털 채널에 레이블을 지정할 수 있습니다. (53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

8. 일부 또는 모든 디지털 채널을 그룹화하려면 채널을 서로 옆으로 이동합니다. 서로 옆에 있는 모든 채널은 자동으로 그룹을 형성합니다.

   사이드 베젤 **선택** 항목을 누르고 범용 노브 a를 돌려 그룹을 볼 수 있습니다.

   그룹이 선택되면 범용 노브 b를 돌려 전체 그룹을 이동합니다.



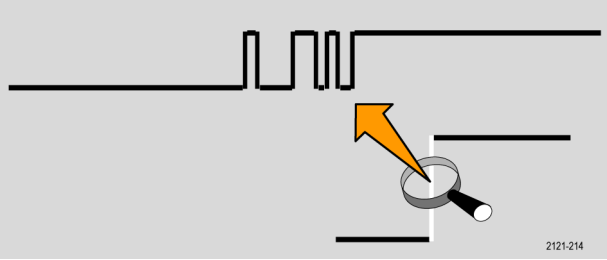
디지털 채널 보기

디지털 채널에서 데이터를 표시하는 다양한 방법은 신호를 분석하는 데 도움이 됩니다. 디지털 채널은 각 샘플에 대한 높음 또는 낮음 상태를 저장합니다.

높은 로직 레벨은 녹색으로 표시됩니다. 낮은 로직 레벨은 파란색으로 표시됩니다. 하나의 픽셀 열이 나타내는 시간 동안 단일 변이가 발생할 경우 해당 변이(에지)는 회색으로 표시됩니다.

하나의 픽셀 열이 나타내는 시간 동안 여러 변이가 발생할 경우 해당 변이(에지)는 흰색으로 표시됩니다.

여러 변이를 나타내는 흰색 에지가 디스플레이에 표시될 경우 확대하여 개별 에지를 볼 수 있습니다.



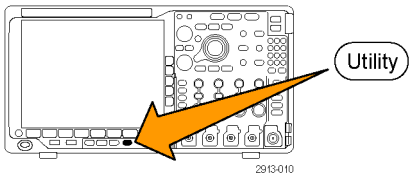
샘플당 둘 이상의 픽셀 열이 있도록 크게 확대한 경우 에지 위치의 불확실성이 연한 회색 음영으로 표시됩니다.

주석노트. 연한 회색 음영이 표시될 경우 MagniVu를 사용하십시오.

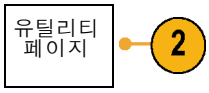
화면에 주석 달기

다음을 수행하여 화면에 자체 텍스트를 추가할 수 있습니다.

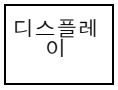
1. Utility를 누릅니다.



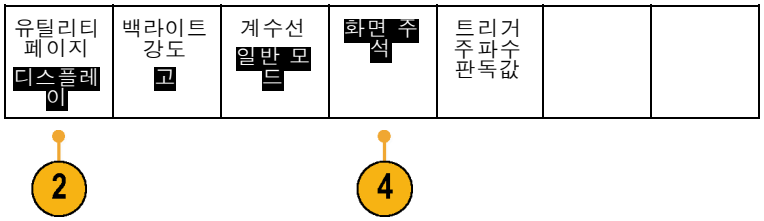
2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.



3. 범용 노브 a를 돌려 **디스플레이**를 선택합니다.



4. 이때 나타나는 베젤 메뉴에서 **화면 주석**을 누릅니다.



5. **주석 표시**를 눌러 사이드 베젤 메뉴에서 On을 선택합니다.

   이제 주석 창이 나타납니다. 범용 노브 a 및 b를 돌려 위치를 맞춥니다.

6. 사이드 베젤 메뉴에서 **주석 편집**을 누릅니다.

7. 범용 노브 a를 돌려 원하는 각 문자를 선택하기 위해 문자, 숫자 및 기타 문자 목록을 스크롤합니다.

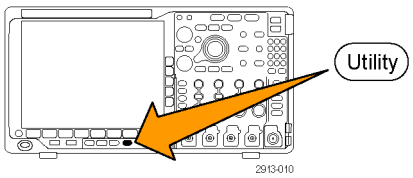
   또는 USB 키보드를 사용하여 문자를 입력합니다. (33페이지의 *오실로스코프에 USB 키보드 연결* 참조)

   주석 텍스트의 위치를 변경하려면 사이드 베젤 **위치** 버튼을 누르고 범용 노브 a 및 b를 원하는 대로 돌립니다.

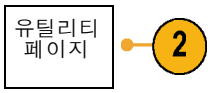
트리거 주파수 보기

트리거 주파수의 판독값을 표시할 수 있습니다. 이 값은 트리거 여부에 관계없이 트리거 가능한 모든 이벤트를 계산하여 초당 발생 횟수를 표시한 것입니다. 이 판독값을 표시하려면 다음을 수행합니다.

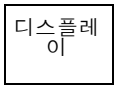
1. Utility를 누릅니다.



2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.



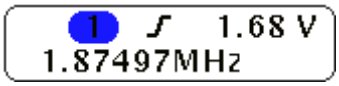
3. 범용 노브 a를 돌려 **디스플레이**를 선택합니다.



4. 이때 나타나는 하단 베젤 메뉴에서 **트리거 주파수 판독값**을 누릅니다.

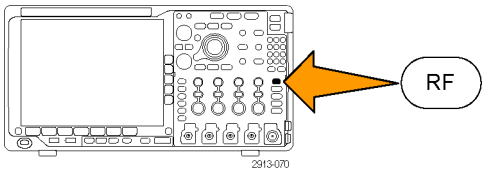
5. 사이드 베젤 메뉴에서 **켬**을 누릅니다

   이제 트리거 주파수가 화면 하단 오른쪽의 트리거 판독기에 나타납니다.

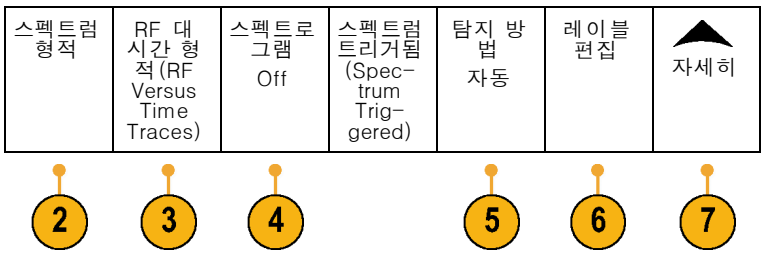


주파수 도메인 메뉴 표시

1. RF를 눌러 하단 베젤 주파수 도메인 메뉴를 불러옵니다.



2. **스펙트럼 형적**을 눌러 MDO4000에서 표시할 수 있는 네 가지 서로 다른 스펙트럼 형적 유형의 사이드 메뉴를 불러옵니다.



3. **RF 대 시간 형적**(RF Versus Time Traces)을 눌러 MDO4000에서 표시할 수 있는 세 가지 서로 다른 RF 대 시간 형적의 사이드 메뉴를 불러옵니다.

4. **스펙트로그램**을 눌러 스펙트로그램 디스플레이를 활성화 및 구성하기 위한 사이드 메뉴를 불러옵니다.

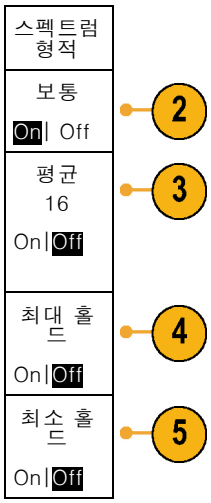
5. **탐지 방법**을 눌러 FFT 출력을 1,000픽셀 폭 디스플레이로 축소하기 위한 방법의 사이드 메뉴를 불러옵니다.

6. **레이블 편집**을 눌러 RF 및 RF 대 시간 형적의 레이블을 지정합니다.
7. **자세히**를 눌러 RF 신호 경로를 보정하기 위한 사이드 메뉴 또는 RF 입력 프로브를 구성하기 위한 사이드 메뉴 중에서 선택합니다.

형적 유형

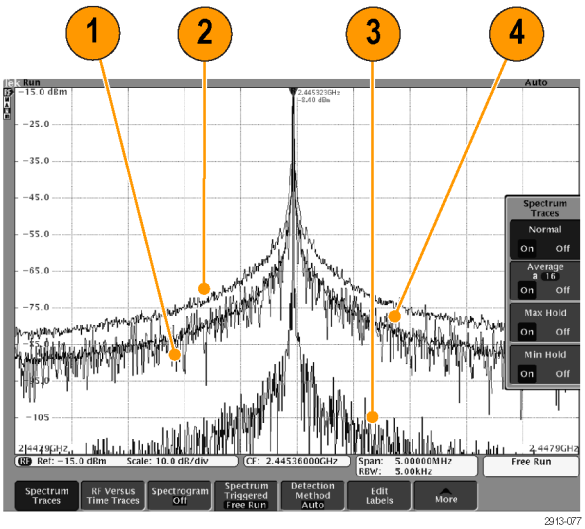
주파수 도메인 창에서는 네 가지 스펙트럼 형적을 지원합니다. 이러한 각 형적을 독립적으로 켜고 끌 수 있습니다. 이러한 형적의 전부 또는 일부를 동시에 표시할 수 있습니다.

1. RF 메뉴에서 **스펙트럼 형적**을 눌러 관련 사이드 메뉴를 불러옵니다.
2. **보통**을 On으로 설정하여 보통 형적을 표시합니다.
3. **평균**을 On으로 설정하여 평균 형적을 표시합니다. Multipurpose 노브 a를 돌려 각 평균에 포함할 파형 수를 설정합니다.
4. **최대 홀드**를 On으로 설정하여 최대 홀드 형적을 표시합니다.
5. **최소 홀드**를 On으로 설정하여 최소 홀드 형적을 표시합니다.



오른쪽 그림은 다양한 형적 유형을 나타냅니다.

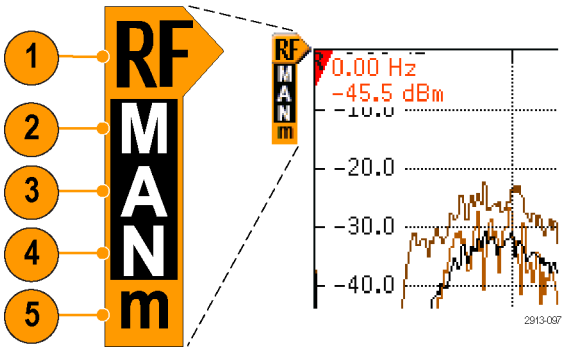
1. 일반 형적: 각 획득은 새 데이터가 획득됨에 따라 삭제됩니다.
2. 최대 홀드 형적: 최대 데이터 값은 보통 형적의 여러 획득에 대해 누적됩니다.
3. 최소 홀드 형적: 최소 데이터 값은 보통 형적의 여러 획득에 대해 누적됩니다.
4. 평균 형적: 보통 형적의 데이터가 여러 획득에 대해 평균화됩니다. 이는 로그 변환 전에 발생하는 진정한 제곱 평균화입니다. 각 2의 제곱 평균화는 표시되는 노이즈를 3db만큼 줄입니다.



오른쪽 그림은 주파수 도메인 창의 형적 표시기를 나타냅니다.

1. RF 형적 표시기는 기준 레벨에 있습니다.
2. 최대 형적이 켜지면 대문자 M이 나타납니다.
3. 평균 형적이 켜지면 대문자 A가 나타납니다.
4. 보통 형적이 켜지면 대문자 N이 나타납니다.
5. 최소 형적이 켜지면 소문자 m이 나타납니다.

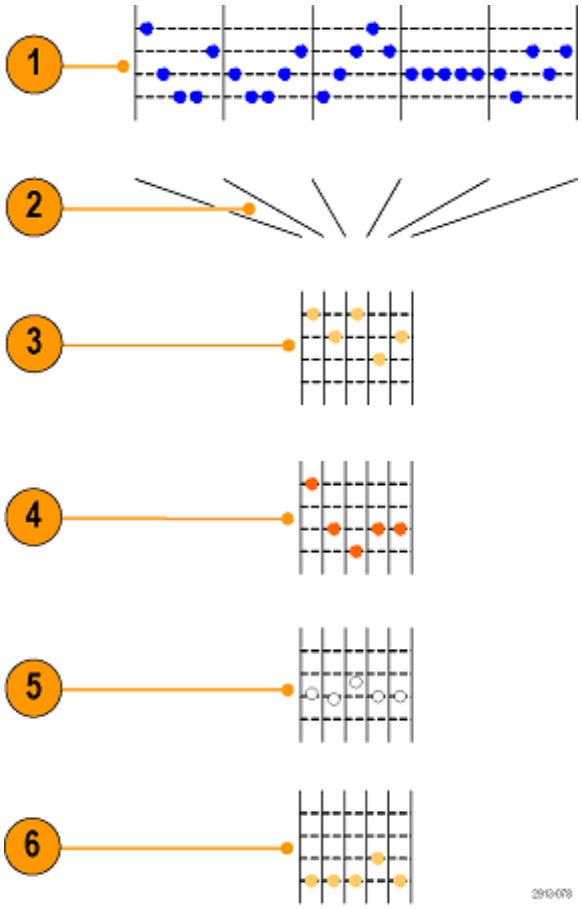
강조 표시된 주황색은 현재 선택한 형적을 나타냅니다. 오른쪽 그림에는 최소 형적을 나타내는 소문자 m이 강조 표시되어 있습니다. 이는 현재 최소 형적이 선택되어 있음을 나타냅니다.



탐지 유형

MDO4000에서는 획득 설정에 따라 1,000~2,000,000 포인트 출력으로 FFT를 계산합니다. 그런 다음 해당 FFT 출력을 1,000픽셀 폭 디스플레이로 축소합니다. 이는 대략 1~2,000개의 FFT 포인트가 각 픽셀 열로 압축됨을 의미합니다. MDO4000에서는 이 압축을 수행할 수 있는 몇 가지 방법을 제공합니다. 선택할 수 있는 항목으로는 +피크, 샘플, 평균 및 -피크가 있습니다. 아래의 그림에서는 5개의 포인트가 각 픽셀 열로 축소되는 5:1 압축에서 이러한 탐지 방법이 작동하는 방식을 보여줍니다.

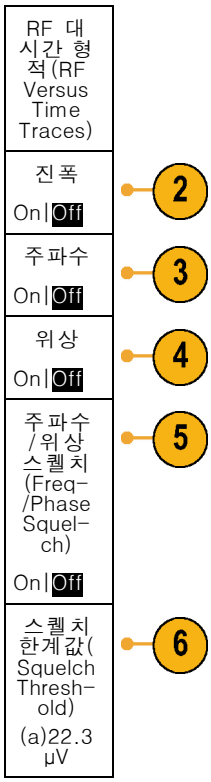
1. FFT 포인트
2. 부분 제거
3. +피크: 각 간격의 최고 진폭 포인트를 사용합니다.
4. 샘플: 각 간격의 첫 번째 포인트를 사용합니다.
5. 평균: 각 간격의 모든 포인트를 평균화합니다.
6. –피크: 각 간격의 최저 진폭 포인트를 사용합니다.



RF 시간 도메인 형적

시간 도메인 창에는 일반 아날로그 및 디지털 파형 외에 세 가지 RF 시간 도메인 형적도 표시할 수 있습니다. 이러한 각 형적을 독립적으로 켜거나 끌 수 있으며 이러한 형적의 전부 또는 일부를 동시에 표시할 수 있습니다. 이러한 형적을 사용하려면

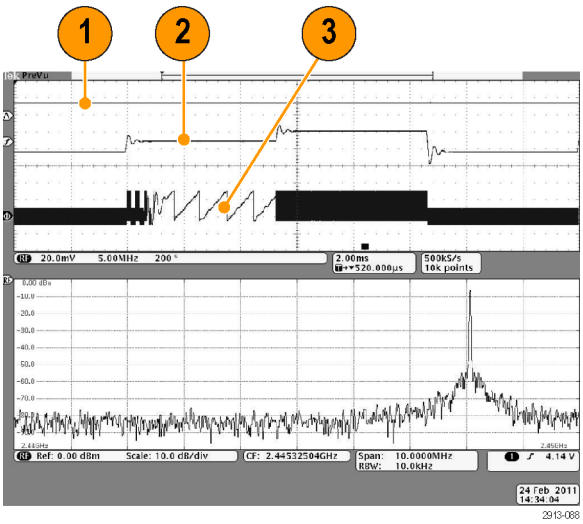
1. RF 메뉴에서 **RF 대 시간 형적**을 눌러 관련 사이드 메뉴를 불러옵니다.



2. **진폭**을 On으로 설정하여 진폭 대 시간 형적을 표시합니다.
3. **주파수**를 On으로 설정하여 주파수 대 시간 형적을 표시합니다.
4. **위상**을 On으로 설정하여 위상 대 시간 형적을 표시합니다.
5. **주파수/위상 스퀠치**(Freq/Phase Squelch)를 On으로 설정하여 스퀠치 기능을 사용합니다.
6. **스퀠치 한계값**(Squelch Threshold)을 누르고 Multipurpose 노브 **a**를 돌려 스퀠치 기능에 대한 한계값을 설정합니다.

형적 옵션은 다음과 같습니다.

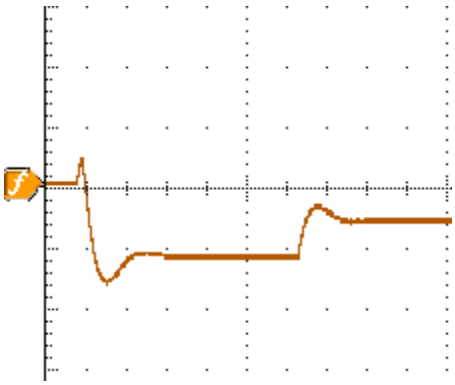
형적 옵션은 다음과 같습니다.



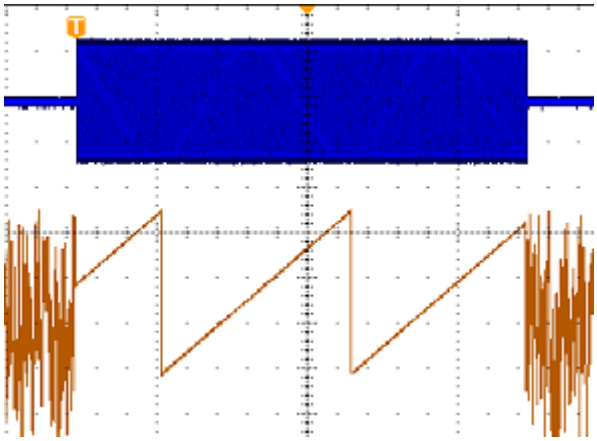
1. 진폭 대 시간 형적(Amplitude Versus Time Trace): 대역 통과 필터링 후 중간 주파수 및 전체 폭 설정에 정의된 대로 현재 주파수 범위에 대한 입력의 순간 진폭입니다.
2. 주파수 대 시간 형적(Frequency Versus Time Trace): 중간 주파수에 상대적인 입력의 순간 주파수입니다. 수직 축에는 중간 주파수에 상대적인 주파수가 표시됩니다.
3. 위상 대 시간 형적(Phase Versus Time Trace): 중간 주파수에 상대적인 입력의 순간 위상입니다. 수직 축은 위상이며 대략 +/- 180° 로 래핑됩니다.

이러한 모든 형적은 RF 채널에 대해 획득된 시간 도메인 IQ 데이터에서 파생되며, 다른 아날로그 및 디지털 채널과 시간 상호 연관되며 연속 시간 도메인 데이터 스트림을 나타냅니다.

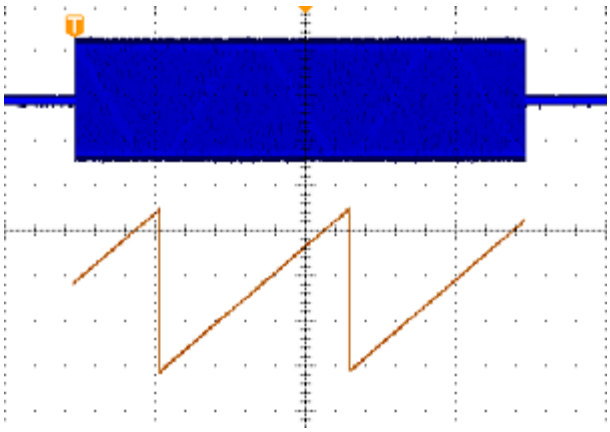
주파수 대 시간 파형 핸들(베이스라인 표시기)은 중간 주파수를 나타냅니다. 형적이 파형 핸들 위에 있으면 형적이 중간 주파수 위에 있게 됩니다. 형적이 파형 핸들 아래에 있으면 형적이 중간 주파수 아래에 있게 됩니다.



RF 입력의 진폭이 사용자가 지정한 값 아래에 있을 때 위상 및 주파수 정보를 억제(표시하지 않음)하려면 스퀠치를 사용합니다. 이 기능은 RF 입력에 신호가 없을 때 주파수 대 시간 형적과 위상 대 시간 형적 모두가 노이즈의 광대역을 표시하지 않도록 합니다.



스퀠치 끔



스퀠치 켬

스펙트로그램 디스플레이

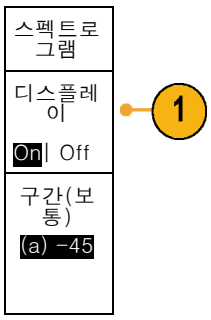
스펙트로그램 디스플레이는 느리게 변하는 RF 현상을 모니터링하는 데 특히 유용합니다. 일반 스펙트럼 디스플레이와 마찬가지로 x축은 주파수를 나타냅니다. y축은 시간을 나타냅니다. 색상은 진폭을 나타냅니다.

스펙트로그램 구간은 각 스펙트럼을 선택하여 이 스펙트럼이 1픽셀 행 높이가 되도록 해당 에지에서 플립한 다음, 해당 주파수에서의 진폭을 기반으로 각 픽셀에 색상(차가운 색상인 파란색과 녹색은 낮은 진폭을 나타내고 뜨거운 색상인 노란색과 빨간색은 높은 진폭을 나타냄)을 할당하여 생성됩니다. 새로운 각 획득은 스펙트로그램의 하단에 다른 구간을 추가하고 해당 내역이 한 행 위로 이동합니다.

획득이 정지되면 사이드 메뉴 구간 컨트롤을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 스펙트로그램의 내역을 탐색할 수 있습니다. 획득이 정지되고 스펙트로그램이 표시되면 스펙트로그램 구간 형적이 보통 스펙트럼 형적으로 표시됩니다.

스펙트로그램 기능을 사용하려면 RF 메뉴에서 **스펙트로그램**을 눌러 관련 사이드 메뉴를 불러옵니다.

1. **디스플레이**를 On으로 눌러 스펙트로그램을 시작합니다.
2. 스펙트로그램에서 포착된 각 스펙트럼을 검토하려면 **실행/정지** 버튼을 눌러 RF 획득을 정지합니다. Multipurpose 노브 a를 돌립니다.

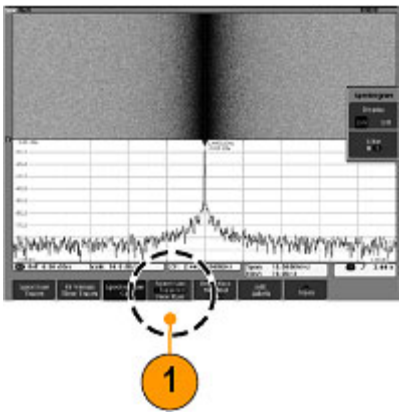


스펙트로그램 트리거됨 및 자유 실행

MDO4000에서 주파수 도메인만 표시하고 시간 도메인은 표시하지 않는 경우 스펙트럼이 트리거 메뉴에 정의된 트리거를 사용하여 트리거되어야 하는지 아니면 자유 실행 모드여야 하는지를 선택할 수 있습니다. 자유 실행 모드를 선택하면 MDO4000에서 가능한 한 빨리 스펙트럼을 획득합니다.

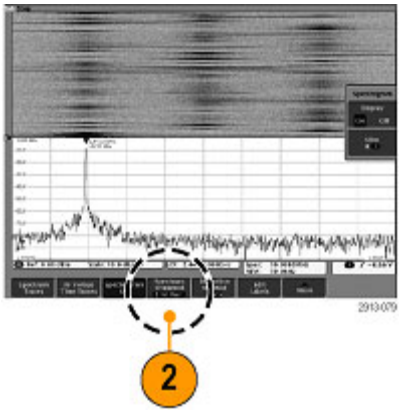
스펙트로그램 트리거됨 및 자유 실행 기능을 사용하려면 RF 메뉴에서 **스펙트럼**을 눌러 **트리거됨**과 **자유 실행** 간에 전환합니다. 이 기능은 MDO4000에서 주파수 도메인만 표시하고 시간 도메인은 표시하지 않는 경우에만 작동합니다.

1. 오실로스코프에서 시간 도메인과 주파수 도메인을 모두 표시하면 표시된 스펙트럼이 항상 트리거됩니다.



2. 주파수 도메인만 표시되면 트리거 또는 자유 실행 모드를 선택할 수 있습니다. 자유 실행 모드에서 오실로스코프는 가능한 한 빨리 스펙트럼을 획득합니다.

   주파수 도메인만 표시하려면 채널 2~4, 디지털 채널 0~15, 버스, 시간 도메인 연산 파형, 시간 도메인 기준 파형, 모든 RF 대 시간 형적 등 모든 시간 도메인 파형을 끕니다.

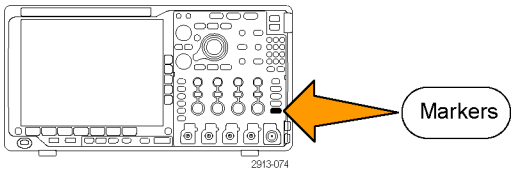


파형 또는 형적 데이터 분석

원하는 파형 또는 형적의 획득, 트리거링 및 표시를 제대로 설정한 후에는 결과를 분석할 수 있습니다. 커서, 자동 측정, 통계, 파형 히스토그램, 연산 및 FFT 같은 기능 중에서 선택합니다.

주파수 도메인에 마커 사용

1. **마커**를 누릅니다. 이렇게 하면 **마커** 사이드 메뉴가 나타납니다.



2. **피크 마커**를 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 디스플레이에 레이블을 지정할 피크 수를 선택합니다.

주석노트. 이 값은 표시되는 최대 피크 수입니다. 한계값 및 최소 상대값 기준을 충족하는 피크 수가 이 컨트롤에서 식별된, 지정된 피크 마커 수보다 많으면 지정된 최고 진폭 피크 수만 표시됩니다.

3. R을 누릅니다.

중간으로를 눌러 중간 주파수를 기준 마커로 표시된 주파수로 설정합니다. 기준 마커는 자동으로 최고 진폭 피크에 있습니다.

4. **한계값**을 누르고 Multipurpose 노브 a를 돌려 피크 마커의 한계값을 정의합니다. Multipurpose 노브 b를 돌려 최소 상대값을 정의합니다.

5. **수동 마커(Manual Markers)**를 눌러 수동 마커를 활성화합니다. 수동 마커를 사용하여 원하는 스펙트럼의 피크가 아닌 구역을 측정합니다.

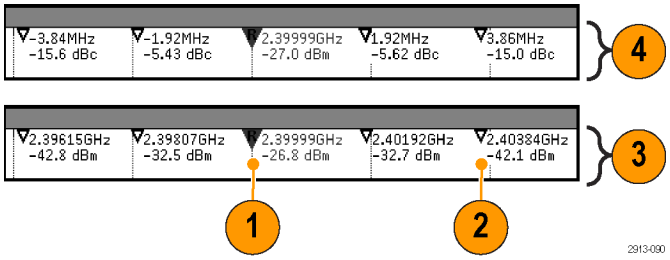
6. **판독값**을 눌러 절대 판독값과 델타 판독값 중에서 선택합니다. 델타 판독값은 기준 마커에 상대적입니다.

마커
피크 마커 (a) 5 On | Off
R 중간으로(To Center)
한계값 -50.0 dBm 최소 상대값 30.0dB
수동 마커 (Manual Markers) On | Off
판독값 절대 델타

자동 피크 마커

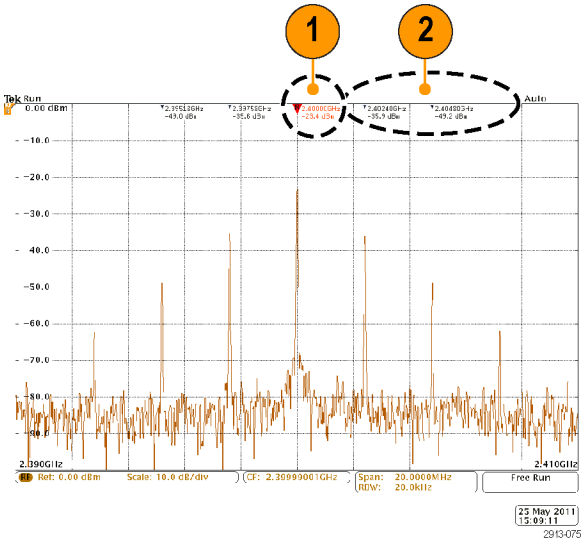
자동 피크 마커는 기본적으로 켜져 있으며 스펙트럼에서 주파수 및 피크 진폭을 신속하게 식별할 수 있도록 도와 줍니다.

1. 기준 마커는 최고 진폭 피크에 있으며, 빨간색 R이 포함된 삼각형으로 표시됩니다.
2. 자동 마커는 주파수 및 진폭을 나타냅니다.
3. 절대 판독값은 실제 주파수 및 자동 마커의 진폭을 표시합니다.
4. 델타 판독값은 기준 마커에 상대적인 주파수 및 자동 마커의 진폭을 표시합니다.



아래 표시된 화면 샷에서 마커는 디스플레이의 분명한 각 피크에 있습니다. 기준 마커는 최고 피크이며, 빨간색 R이 포함된 삼각형으로 표시되고 해당 판독값은 빨간색 텍스트로 표시되어 있습니다.

1. 기준 마커
2. 자동 마커



한계값 및 **최소 상대값**을 사용하여 표시할 피크를 정의합니다.

한계값은 신호가 유효 피크가 되기 위해 교차해야 하는 최소 진폭입니다. 한계값이 낮을수록 마커를 포함하기 위해 검증되려고 하는 피크가 많아지는 경향이 있습니다. 한계값이 높을수록 마커를 포함하기 위해 검증되려고 하는 피크가 적어지는 경향이 있습니다.

최소 상대값은 신호가 다른 유효 피크가 되기 위해 표시된 피크 간의 진폭에서 얼마나 멀리 속해야 하는지를 말합니다. 최소 상대값이 낮으면 관련 마커를 포함하기 위해 검증되려고 하는 피크가 많아지는 경향이 있습니다. 최소 상대값이 높으면 관련 마커를 포함하기 위해 검증되려고 하는 피크가 적어지는 경향이 있습니다.

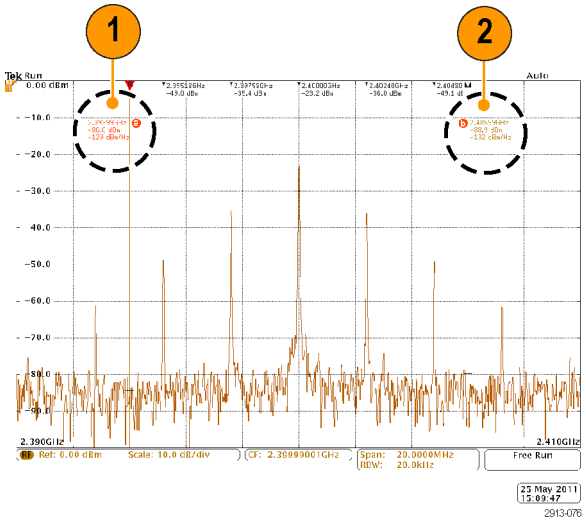
각 자동 마커에는 관련된 판독값이 있습니다. 이러한 판독값은 절대 판독값 또는 델타 판독값일 수 있습니다. 절대 마커 판독값은 실제 주파수 및 관련 마커의 진폭을 표시합니다. 델타 마커 판독값은 주파수 및 기준 마커로부터의 진폭 차이를 표시합니다. 기준 마커의 판독값은 판독값 유형에 관계없이 절대 주파수 및 진폭을 나타냅니다.

수동 마커(Manual Markers)

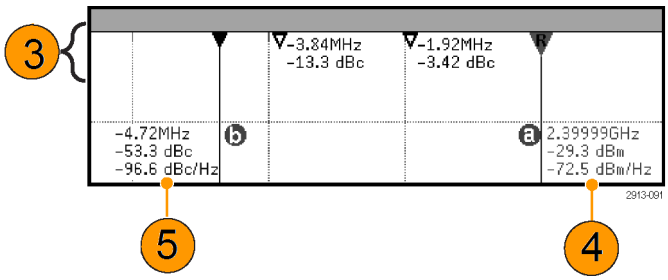
두 수동 마커는 스펙트럼의 피크가 아닌 구역, 노이즈 밀도 및 위상 노이즈를 측정할 수 있도록 제공됩니다. 수동 마커를 켜면 기준 마커가 더 이상 자동으로 최고 진폭 피크에 연결되지 않습니다. 이제 기준 마커가 Multipurpose 노브 a에 할당되었으므로 기준 마커를 원하는 위치로 이동할 수 있습니다. 이 기능을 통해 스펙트럼의 모든 부분을 쉽게 측정하고 스펙트럼의 모든 부분에 대한 델타 측정을 쉽게 수행할 수 있습니다. 또한 피크가 아닌 원하는 스펙트럼 성분을 측정할 수 있습니다. 수동 마커에 대한 판독값은 자동 마커 판독값과 마찬가지로 주파수 및 진폭을 나타냅니다.

자동 피크 마커 판독값과 마찬가지로 수동 마커 판독값은 절대값 또는 델타값을 표시할 수 있습니다.

1. 하나의 수동 마커는 Multipurpose 노브 a로 제어됩니다.
2. 다른 수동 마커는 Multipurpose 노브 b로 제어됩니다.



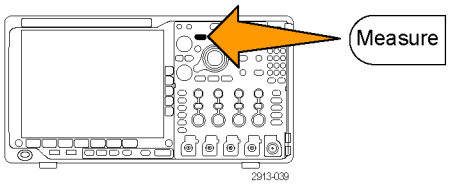
3. 주파수 및 진폭에 대한 델타 판독값은 디스플레이의 맨 위에 표시됩니다.
4. 수동 마커 a의 세 번째 라인은 항상 노이즈 밀도(dBm/Hz)를 표시합니다.
5. 수동 마커 b의 세 번째 라인은 절대 마커 선택 시 항상 노이즈 밀도를 표시하며, 델타 마커(dBc/Hz) 선택 시 위상 노이즈를 표시합니다.



주파수 도메인에서 자동 측정 수행

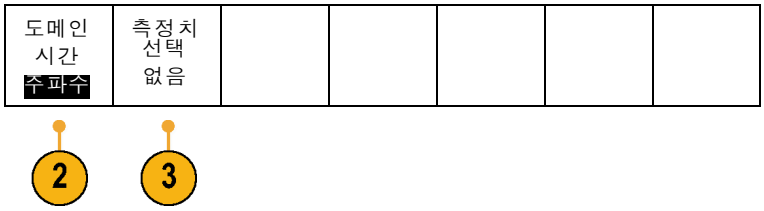
주파수 도메인에서 자동 측정을 수행하려면

1. **측정**을 누릅니다.

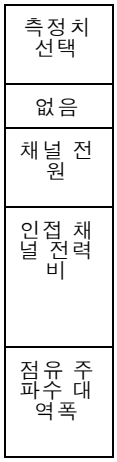


2. **도메인**을 눌러 **주파수**를 선택합니다.

3. **측정치 선택**을 누릅니다.



4. 사이드 메뉴에서 원하는 측정치를 선택합니다.



채널 전원: 채널 폭을 통해 정의되는 대역폭 내의 총 전력입니다.

인접 채널 전력비: 각 인접 채널의 윗부분과 아랫부분에 대해 주 채널의 전력과 주 전력에 대한 채널 전력의 비율입니다.

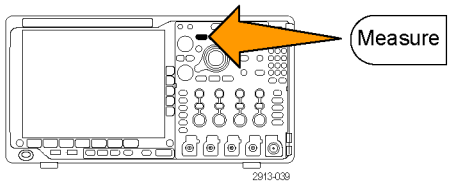
점유 주파수 대역폭: 분석 대역폭 내의 지정된 %의 전력을 포함하는 대역폭입니다.

각 주파수 측정을 선택할 때 해당 측정의 목적을 설명하기 위해 화면에 도움말이 표시됩니다. 하단 메뉴에 **구성** 항목이 표시됩니다. **구성**을 누르고 이때 표시되는 사이드 메뉴에서 측정 매개변수를 설정하면 오실로스코프가 자동으로 폭을 설정합니다. RF 측정이 On으로 설정되어 있으면 자동 감지 방법이 모든 주파수 도메인 형적을 **평균** 감지 방법으로 설정합니다. 이는 최적의 측정 정확도를 제공합니다.

시간 도메인에서 자동 측정 수행

시간 도메인에서 자동 측정을 수행하려면

1. **측정**을 누릅니다.



2. **도메인**을 눌러 **시간** 도메인 측정을 선택합니다.

3. **측정 추가**를 누릅니다.
4. Multipurpose 노브 b를 돌려 특정 측정을 선택합니다. 그런 다음 필요에 따라 Multipurpose 노브 a를 돌려 측정할 채널을 선택합니다.

5. 측정치를 제거하려면 **측정치 제거**를 누르고, 범용 노브 a를 돌려 특정 측정을 선택하고, 사이드 베젤 메뉴의 **측정치 제거 확인**을 누릅니다.

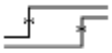
빠른 팁

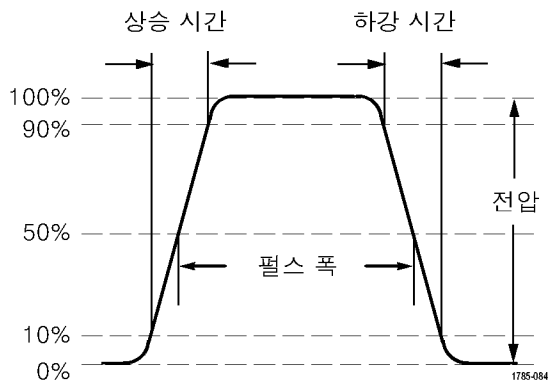
- 모든 측정치를 제거하려면 **모든 측정치 제거**를 선택하십시오.
- 수직 클리핑 현상이 있을 경우 예정된 측정 수치 대신 ⚠ 기호가 나타납니다. 파형의 일부는 화면 위 또는 아래에 있습니다. 적절한 측정 수치를 얻으려면 수직 스케일과 위치 노브를 돌려 파형 전체가 화면에 표시되도록 하십시오.
- 오실로스코프에 **저해상도** 메시지가 표시되면 측정을 계산하는 데 있어 오실로스코프에 더 많은 포인트가 제공되도록 획득의 레코드 길이를 늘리십시오.

시간 도메인에서 자동 측정 선택

다음 표에는 범주(시간 또는 진폭)별로 각 자동 측정이 나와 있습니다. (128페이지의 *시간 도메인에서 자동 측정 수행* 참조)

시간 측정 기능

측정 기능		설명
주파수		파형 또는 게이트된 영역의 첫 번째 사이클입니다. 주파수는 주기의 역수로, 헤르츠(Hz) 단위로 측정되며 1Hz는 초당 한 개의 사이클을 나타냅니다.
주기		파형이나 게이된 영역의 첫 번째 사이클을 완료하는 데 걸리는 시간입니다. 주기는 주파수의 역수로, 초 단위로 측정됩니다.
상승 시간		파형 또는 게이트된 영역의 파형에서 첫 번째 펄스의 상승 에지가 최종값의 낮은 기준값(기본값=10%)에서 높은 기준값(기본값=90%)으로 상승하는 데 걸리는 시간입니다.
하강 시간		파형 또는 게이트된 영역의 파형에서 첫 번째 펄스의 하강 에지가 최종값의 높은 기준값(기본값=90%)에서 낮은 기준값(기본값=10%)으로 하강하는 데 걸리는 시간입니다.
지연		서로 다른 두 파형의 중간 기준(기본값 50%) 진폭 포인트 사이의 시간입니다. 위상을 참조하십시오.
위상		하나의 파형이 다른 파형보다 빠르거나 느린 시간으로, 도 단위로 표시됩니다. 360°가 하나의 파형 사이클을 구성합니다. 지연을 참조하십시오.
포지티브 펄스 폭		포지티브 펄스의 중간 기준(기본값 50%) 진폭 포인트 사이의 거리(시간)입니다. 파형 또는 게이트된 영역의 첫 번째 펄스에서 측정됩니다.
네거티브 펄스 폭		네거티브 펄스의 중간 기준(기본값 50%) 진폭 포인트 사이의 거리(시간)입니다. 파형 또는 게이트된 영역의 첫 번째 펄스에서 측정됩니다.
포지티브 듀티 사이클		퍼센트로 표현된 신호 주기에 대한 포지티브 펄스 폭의 비율입니다. 듀티 사이클은 파형 또는 게이트된 영역의 첫 번째 사이클에서 측정됩니다.
네거티브 듀티 사이클		퍼센트로 표현된 신호 주기에 대한 네거티브 펄스 폭의 비율입니다. 듀티 사이클은 파형 또는 게이트된 영역의 첫 번째 사이클에서 측정됩니다.
버스트 폭		버스트(일련의 일시적 이벤트)의 기간으로, 전체 파형 또는 게이트된 영역에 대해 측정됩니다.

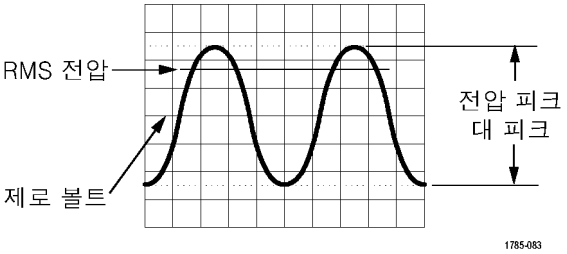


진폭 측정 기능

측정 기능		설명
피크-피크		전체 파형 또는 게이트된 영역에서 최대 진폭 및 최소 진폭 사이의 절대적 차이입니다.
진폭		전체 파형 또는 게이트된 영역에 대해 측정된 높은 값과 낮은 값의 차이입니다.
최대		가장 포지티브한 피크 전압입니다. 전체 파형 또는 게이트된 영역에서 최대값을 측정합니다.
최소		가장 네거티브한 피크 전압입니다. 전체 파형 또는 게이트된 영역에서 최소값을 측정합니다.
높음		이 값은 하강 시간이나 상승 시간 측정에서와 같이 높은 기준값, 중간 기준값 또는 낮은 기준값이 필요할 때마다 100%로 사용됩니다. 최소/최대 또는 막대 그래프를 사용하여 계산하십시오. 최소/최대 방법에서는 발견된 최대값을 사용합니다. 히스토그램 방법에서는 중간 지점 위에서 발견된 가장 일반적인 값을 사용합니다. 이 값은 전체 파형 또는 게이트된 영역에 대해 측정됩니다.
낮음		이 값은 하강 시간이나 상승 시간 측정에서와 같이 높은 기준값, 중간 기준값 또는 낮은 기준값이 필요할 때마다 0%로 사용됩니다. 최소/최대 또는 막대 그래프를 사용하여 계산하십시오. 최소/최대 방법에서는 발견된 최소값을 사용합니다. 히스토그램 방법에서는 중간 지점 아래에서 발견된 가장 일반적인 값을 사용합니다. 이 값은 전체 파형 또는 게이트된 영역에 대해 측정됩니다.
포지티브 오버슈트		전체 파형이나 게이트된 영역에 대해 측정되며 다음과 같이 표현됩니다. 포지티브 오버슈트 = (최대값 – 높은 값) / 진폭 x 100%.
네거티브 오버슈트		전체 파형이나 게이트된 영역에 대해 측정되며 다음과 같이 표현됩니다. 네거티브 오버슈트 = (낮은 값 – 최소값) / 진폭 x 100%.
평균		전체 파형 또는 게이트된 영역에 대한 산술 평균입니다.

진폭 측정 기능 (계속)

측정 기능		설명
사이클 평균		파형의 첫 번째 사이클 또는 게이트된 영역의 첫 번째 사이클에 대한 산술 평균입니다.
RMS		전체 파형 또는 게이트된 영역에 대한 참 자승 평균 평방근 전압입니다.
사이클 RMS		파형의 첫 번째 사이클 또는 게이트된 영역의 첫 번째 사이클에 대한 참 자승 평균 평방근 전압입니다.



기타 측정 기능

측정 기능		설명
포지티브 펄스 카운트		파형이나 게이트된 영역에서 교차하는 중간 기준 이상으로 상승하는 포지티브 펄스의 수입니다.
네거티브 펄스 카운트		파형이나 게이트된 영역에서 교차하는 중간 기준 이하로 하강하는 네거티브 펄스의 수입니다.
상승 에지 카운트		파형 또는 게이트된 영역에서 낮은 기준값에서 높은 기준값으로의 포지티브 트랜지션 수입니다.
하강 에지 카운트		파형 또는 게이트된 영역에서 높은 기준값에서 낮은 기준값으로의 네거티브 트랜지션 수입니다.
구역		구역 측정은 시간 측정에 대한 전압으로, 전체 파형 또는 게이트된 파형에 대한 구역을 볼트-초 단위로 반환합니다. 접지 위에서 측정된 구역은 포지티브이고 접지 아래에서 측정된 구역은 네거티브입니다.
사이클 구역		시간에 따른 전압 측정입니다. 파형의 첫 번째 사이클에 대한 구역 또는 게이터된 영역의 첫 번째 사이클에 대한 구역을 볼트-초 단위로 측정합니다. 일반 기준 포인트 위에 있는 구역은 포지티브이고 일반 기준 포인트 아래에 있는 영역은 네거티브입니다.

히스토그램 측정

측정	설명
파형 수 계산	히스토그램에 포함된 파형 수를 표시합니다.
상자 내 히트	히스토그램 박스 내부 또는 경계에 있는 샘플 수를 표시합니다.
피크 히트	최대 히트를 포함한 빈 내의 샘플 수를 표시합니다.

히스토그램 측정 (계속)

측정	설명
중간	히스토그램 중간 값을 표시합니다. 이 때, 모든 히스토그램 데이터 포인트의 중간 값은 이 값보다 작고 중간 값은 이 값보다 큽니다.
피크-피크	히스토그램의 피크-피크 값을 표시합니다. 수직 히스토그램은 가장 큰 0이 아닌 값을 가진 빈의 전압에서 가장 낮은 0이 아닌 값을 가진 빈의 전압을 뺀 값을 표시합니다. 수평 히스토그램은 0이 아닌 값을 가진 가장 오른쪽 빈의 시간에서 0이 아닌 값을 가진 가장 왼쪽 빈의 시간을 뺀 값을 표시합니다.
히스토그램 최대값	수직 히스토그램의 가장 큰 0이 아닌 값을 가진 빈의 전압 또는 수평 히스토그램의 0이 아닌 값을 가진 가장 오른쪽 빈의 시간을 표시합니다.
히스토그램 최소값	수직 히스토그램의 가장 작은 0이 아닌 값을 가진 빈의 전압 또는 수평 히스토그램의 0이 아닌 값을 가진 가장 왼쪽 빈의 시간을 표시합니다.
히스토그램 평균값	히스토그램 상자 안 또는 위의 모든 히스토그램 데이터 포인트의 평균을 측정합니다.
표준 편차	히스토그램 안 또는 위의 모든 히스토그램 데이터 포인트의 표준 편차, 즉 RMS(제곱 평균) 편차를 측정합니다.
시그마1	히스토그램 평균의 한 표준 편차 내에 있는 히스토그램의 히트 백분율을 표시합니다.
시그마2	히스토그램 평균의 두 표준 편차 내에 있는 히스토그램의 히트 백분율을 표시합니다.
시그마3	히스토그램 평균의 세 표준 편차 내에 있는 히스토그램의 히트 백분율을 표시합니다.

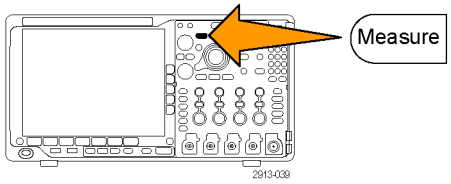
시간 도메인에서 자동 측정 사용자 지정

게이팅, 측정 통계 수정, 측정 기준 레벨 조정 또는 스냅숏 찍기 등을 통해 자동 측정 기능을 사용자 정의할 수 있습니다.

게이팅

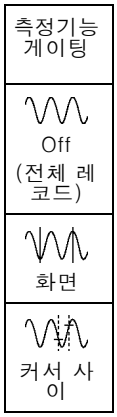
게이팅은 파형의 특정 부분으로 측정을 한정합니다. 사용하려면

1. **측정**을 누릅니다.



2. **자세히**를 필요한 만큼 여러 번 눌러 그 결과 나타나는 팝업 메뉴에서 **게이팅**을 선택합니다.

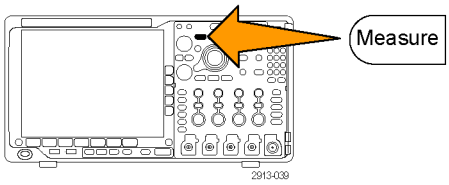
3. 사이드 베젤 메뉴 옵션에서 게이트의 위치를 정합니다.



통계

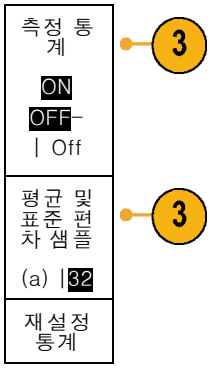
통계는 특정 기능의 안정성을 특성화합니다. 통계를 조정하려면

1. **측정**을 누릅니다.



2. **자세히**를 필요한 만큼 여러 번 눌러 그 결과 나타나는 팝업 메뉴에서 **통계**를 선택합니다.

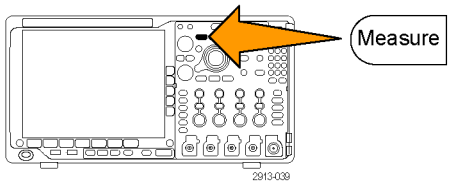
3. 사이드 베젤 메뉴 옵션을 누릅니다. 여기에는 통계를 켜거나 끌지 여부가 나와 있으며 평균 및 표준 편차 계산을 위해 사용할 샘플 수가 포함되어 있습니다.



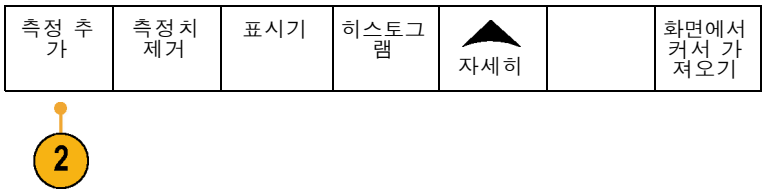
스냅숏

단일 소스 측정 기능을 모두 한 번에 보려면

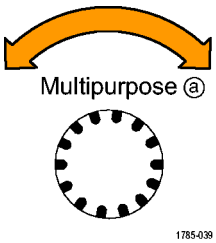
1. **측정**을 누릅니다.



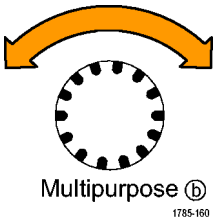
2. **측정 추가**를 누릅니다.



3. 범용 노브 a를 돌려 원하는 **신호원** 채널을 선택합니다.



4. 범용 노브 b를 돌려 **스냅샷**의 **측정 유형**을 선택합니다.



5. **모든 측정 기능 스냅숏**을 누릅니다.

6. 결과를 봅니다.

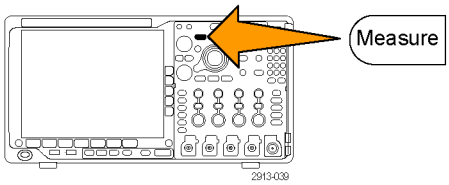
1의 스냅숏

주기	: 312.2µs	주파수	: 3.203kHz
+폭	: 103.7µs	−폭	: 208.5µs
버스트 폭	: 936.5µs		
상승	: 1.452µs	하강	: 1.144µs
+Duty	: 33.23%	−Duty	: 66.77 %
+오버슈트	: 7.143%	−오버슈트	: 7.143 %
높음	: 9.200V	낮음	: −7.600V
최대	: 10.40V	최소	: −8.800V
진폭	: 16.80V	피크−피크	: 19.20V
평균	: −5.396V	사이클 평균	: −5.396V
RMS	: 7.769V	사이클 RMS	: 8.206V
구역	: −21.58 mVs	사이클 구역	: −654.6µ−Vs
+에지	: 1	−에지	: 0
+펄스	: 2	−펄스	: 2

기준 레벨

기준 레벨은 시간 관련 측정을 수행하는 방법을 결정합니다. 예를 들어, 상승 및 하강 시간을 계산하는 데 사용됩니다.

1. **측정**을 누릅니다.



2. **자세히**를 필요한 만큼 여러 번 눌러 그 결과 나타나는 팝업 메뉴에서 **기준 레벨**을 선택합니다.

3. 사이드 베젤 메뉴에서 레벨을 설정합니다.

기준 레벨
레벨 설정 은 % | 단위
고 기준 a 90.0%
중간 기준 50.0 % 50.0 %
저 기준 10.0 %
-계속-

상승 및 하강 시간을 계산하려면 높은 기준 및 낮은 기준을 사용합니다.

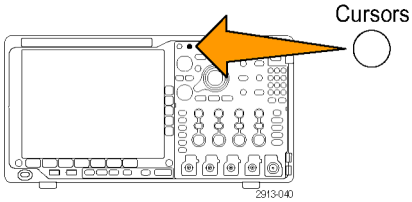
펄스 폭 같은 에지 사이의 측정을 위해서는 중간 기준을 사용합니다.

커서로 수동 측정

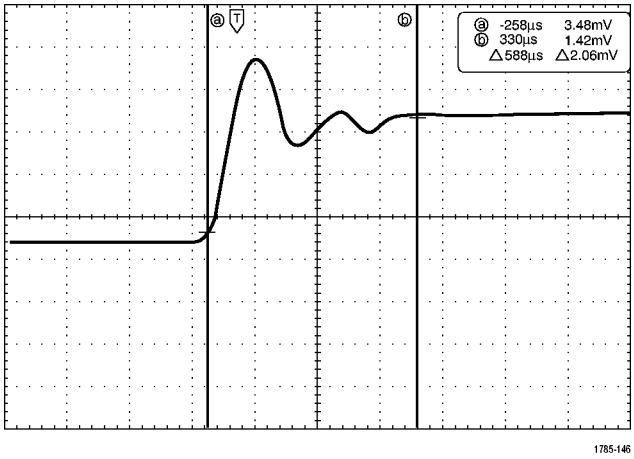
커서는 획득한 데이터에서 수동 측정을 수행하기 위해 파형 표시에 배치하는 화면상의 마커로, 수평선 및/또는 수직선으로 표시됩니다. 아날로그 또는 디지털 채널에서 커서를 사용하려면 다음을 수행합니다.

1. 커서를 켜려면 **커서**를 누르십시오.

주석노트. 다시 누르면 커서가 꺼집니다. **커서**를 계속 누르고 있으면 커서 메뉴가 표시됩니다.

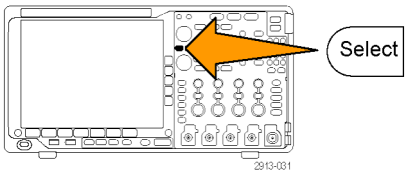


이 예에서는 선택한 화면 파형에 두 개의 수직 커서가 나타납니다. 범용 노브 a를 돌리면 커서가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동합니다. 범용 노브 b를 돌리면 커서가 오른쪽에서 왼쪽으로 이동합니다.



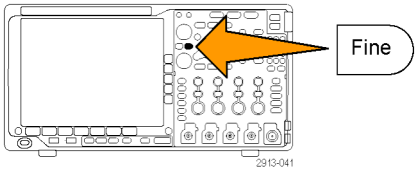
2. 커서가 켜지면, **선택**을 누릅니다.

   이렇게 하면 커서 연결이 켜지고 꺼집니다. 연결이 켜져 있는 경우 범용 노브 a를 돌리면 커서 2개가 함께 이동합니다. 범용 노브 b를 돌리면 커서 사이의 시간이 조정됩니다.



3. 범용 노브 a 및 b에 대한 보통 조정 또는 미세 조정 사이를 전환하려면 **미세 조정**을 누릅니다.

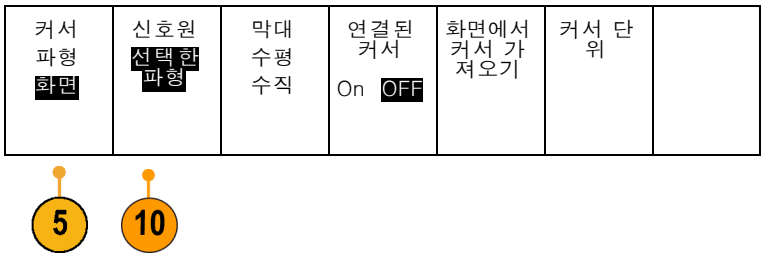
   미세 조정을 누르면 다른 노브의 감도도 변경됩니다.



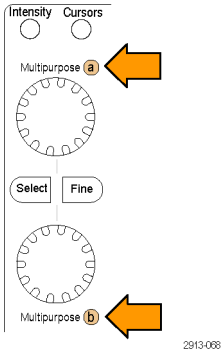
4. **커서**를 계속 누르고 있으면 커서 메뉴가 표시됩니다.

5. **커서** 하단 베젤 버튼을 눌러 커서를 **화면**으로 설정하십시오.

   화면 모드에서 두 수평 막대와 두 수직 막대가 계수선으로 확장됩니다.



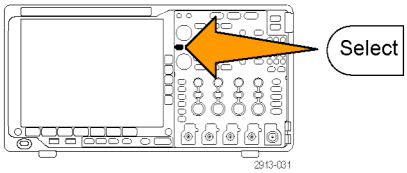
6. 범용 노브 a 및 b를 돌려 수평 커서 쌍을 이동합니다.



7. **선택**을 누릅니다.

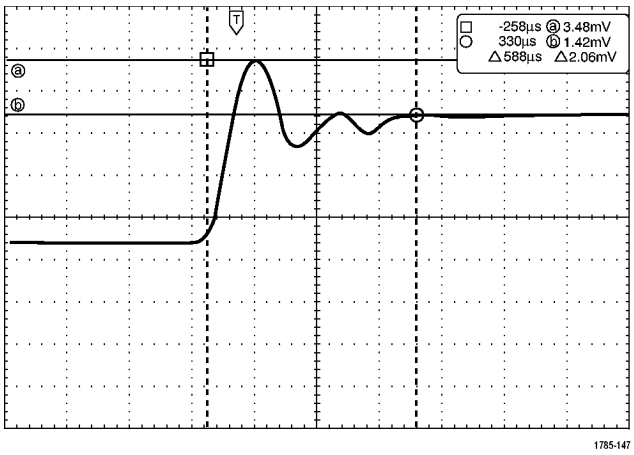
   이렇게 하면 수직 커서가 활성 상태가 되고 수평 커서는 비활성 상태가 됩니다. 이제 범용 노브를 돌리면 수직 커서가 이동합니다.

   선택을 다시 한 번 눌러 수평 커서를 다시 활성 상태로 만드십시오.



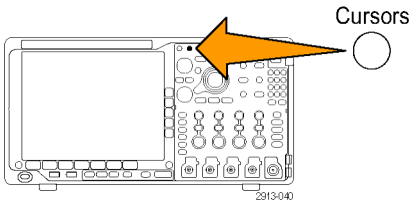
8. 커서 및 커서 판독값을 봅니다.

주석노트. 디지털 채널에서 커서를 사용하여 타이밍 측정을 수행할 수 있지만 진폭 측정은 수행할 수 없습니다.



9. 채널 1~4 버튼 중에서 하나 이상을 누르거나 D15 – D0 버튼을 눌러 화면에 여러 파형을 표시합니다.

10. **커서**를 계속 누르고 있으면 커서 메뉴가 다시 표시됩니다.



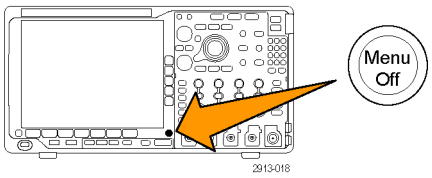
11. 하단 베젤 메뉴에서 **소스**를 누릅니다.

    팝업 메뉴가 나타납니다. 기본적으로 선택되는 메뉴인 **선택한 파형** (Selected Waveform)은 커서가 선택한(마지막으로 사용한) 파형을 측정하도록 합니다.

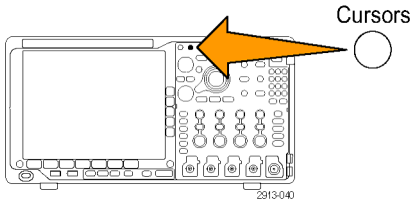
12. Multipurpose 노브 a를 돌려 **선택한 파형**(Selected Waveform) 이외로 표시된 메뉴를 측정하도록 채널을 선택합니다.

13. MENU OFF를 눌러 팝업 메뉴를 제거합니다.

14. 범용 노브 a를 돌려 대체 파형에 대한 커서 측정을 수행합니다.



15. **커서**를 다시 한 번 누릅니다. 이렇게 하면 커서가 꺼집니다. 화면에 더 이상 커서 및 커서 판독값이 표시되지 않습니다.



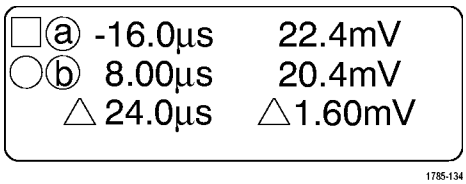
커서 판독값 사용

커서 판독값은 현재 커서 위치에 대한 텍스트 및 숫자 정보를 제공합니다. 커서가 켜져 있으면 오실로스코프에 항상 판독값이 표시됩니다.

판독값은 계수선의 오른쪽 맨 위에 나타납니다. 줌이 켜져 있으면 판독값이 줌 창의 오른쪽 상단 모서리에 나타납니다.

버스를 선택하면 판독값에 버스 메뉴에서 선택한 형식으로 디코드된 버스 데이터가 표시됩니다. 디지털 채널이 선택된 경우 커서는 모든 표시된 디지털 채널의 값을 표시합니다.

주석노트. 직렬 또는 병렬 버스가 선택된 경우 해당 포인트의 데이터 값이 커서 판독값에 표시됩니다.



Δ 판독값:

Δ 판독값은 커서 위치 간의 차이를 나타냅니다.

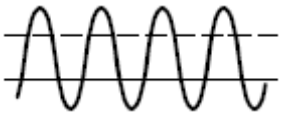
a 판독값:

값이 범용 노브 a에 의해 제어됨을 나타냅니다.

b 판독값:

값이 범용 노브 b에 의해 제어됨을 나타냅니다.

디스플레이의 수평 커서선은 수직 매개 변수(일반적으로 전압)를 측정합니다.



디스플레이의 수직 커서선은 수평 매개 변수(일반적으로 시간)를 측정합니다.

수직 및 수평 커서가 모두 있을 경우 판독값의 사각형 및 원 모양은 범용 노브에 매핑됩니다.

XY 커서 사용

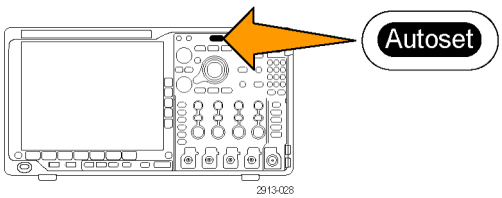
XY 화면 모드가 켜져 있는 경우 커서 판독값이 아래쪽 계수선(XY)의 오른쪽에 나타납니다. 표시되는 판독값에는 직사각형, 극좌표 시스템, 곱하기 및 비율 판독값이 포함됩니다. 오실로스코프가 위쪽 계수선(YT)에 수직 막대 파형 커서를 표시합니다.

히스토그램 설정

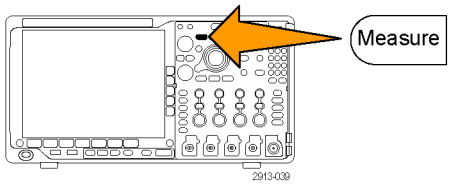
수직(전압) 또는 수평(시간) 히스토그램을 표시할 수 있습니다. 히스토그램 측정을 사용하면 한 축을 따라 파형 구역의 통계적 측정 데이터를 얻을 수 있습니다. 히스토그램을 위한 소스는 네 개의 아날로그 채널 중 하나일 수도 있고, 연산 파형 또는 네 개의 기준 파형 중 하나일 수도 있습니다.

히스토그램 표시하기

1. 히스토그램을 측정할 파형을 표시하도록 오실로스코프를 설정합니다. 필요한 경우, **자동 설정**을 사용합니다.



2. **측정**을 누릅니다.



3. **히스토그램** 하단 베젤 버튼을 누릅니다.

측정 추가	측정치 제거	표시기	히스토그램	▲ 계속		화면에서 커서 가져오기

3

4. 상부 베젤 버튼을 눌러 히스토그램 값을 표시하고자 하는 파형 축을 선택합니다. **수직** 또는 **수평**

OFF 수직 수평

5. **신호원** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, 범용 노브 a를 사용하여 히스토그램 측정치를 표시하고자 하는 채널을 선택합니다.

신호원 (a) 1

6. **수평(Horiz)을 누릅니다. 제한** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, 범용 노브 a 및 b를 사용하여 히스토그램 상자의 L(왼쪽) 및 R(오른쪽) 경계를 설정합니다.

수평 (Horiz) 제한 L (a) -584ns R (b) 760ns

7. **수직(Vert)을 누릅니다. 제한** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, 범용 노브 a및 b 를 사용하여 히스토그램 상자의 T(위쪽) 및 B(아래쪽) 경계를 설정합니다.

수직 (Vert) 제한 T (a) -584ns B (b) 760ns

8. **– 계속 –** 1/2을 누릅니다.

– 계속 – 1/2

9. **디스플레이** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, **선형** 또는 **로그**를 선택합니다.

디스플레이 선형 로그

히스토그램 데이터에 측정 추가하기

1. **히스토그램 데이터** 하단 베젤 버튼을 눌러 히스토그램 데이터에 측정치를 추가합니다.

측정 추가	측정치 제거	표시기	히스토그램	▲ 자세히		화면에서 커서 가져오기

2. **신호원** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, 범용 노브 a를 돌려 H 히스토그램 측정치를 선택합니다.

신호원 (a) H

3. **측정 유형** 사이드 베젤 버튼을 누른 다음, 범용 노브 b를 돌려 히스토그램 측정치를 선택합니다.

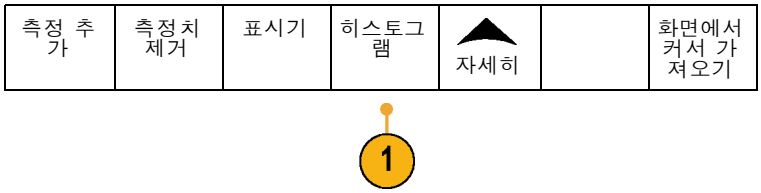
측정 종류 (b) 피크 히트

4. 측정치를 측정 판독 목록에 추가하려면 **측정 추가 확인** 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

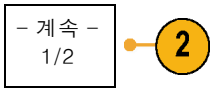
히스토그램 측정 및 통계 재설정

히스토그램 측정 및 통계를 재설정하려면 다음 단계를 따르십시오.

1. **히스토그램** 하단 베젤 버튼을 누릅니다.



2. **– 계속 –** 1/2 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

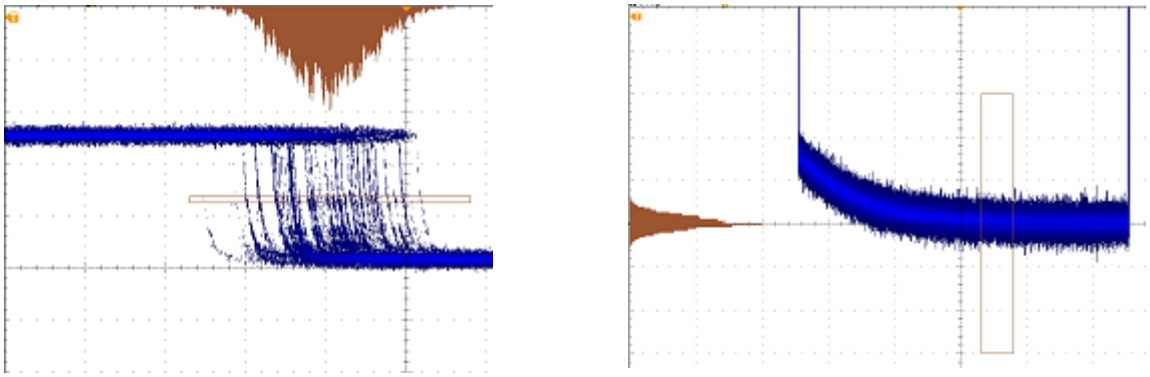


3. **히스토그램 계산 재설정** 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

4. **– 계속 –** 베젤 버튼을 누릅니다.

5. **통계 재설정** 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

히스토그램을 상단(수평 히스토그램의 경우) 또는 계수선의 왼쪽 에지(수직 히스토그램의 경우)에서 볼 수 있습니다.



빠른 팁

- 수평 히스토그램을 사용하여 지터 신호를 측정합니다.
- 수직 히스토그램을 사용하여 신호 노이즈를 측정합니다.

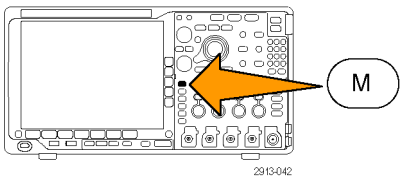
연산 파형 사용

채널 및 기준 파형의 분석을 지원하려면 연산 파형을 만드십시오. 소스 파형 및 기타 데이터를 결합하고 연산 파형으로 전송하면 애플리케이션에서 요구하는 데이터 보기를 파생시킬 수 있습니다.

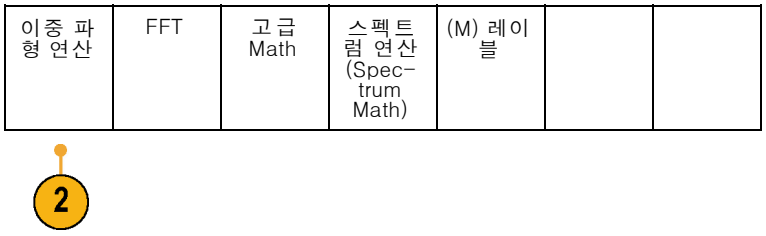
주석노트. 연산 파형을 직렬 버스와 함께 사용할 수 없습니다.

다음 절차를 사용하여 두 개의 파형에서 단순(+, –, *, ÷) 연산 작업을 실행하십시오.

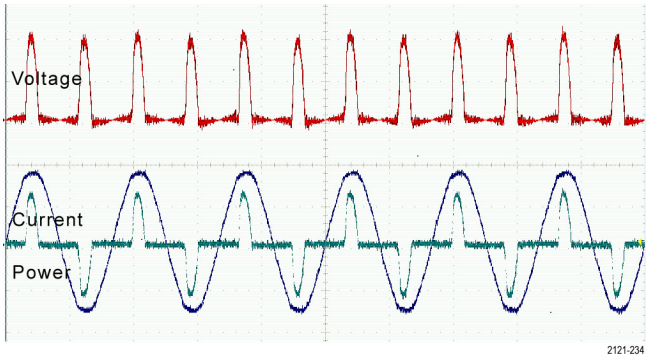
1. **연산**을 누릅니다.



2. **이중 파형 연산**을 누릅니다.



3. 사이드 베젤 메뉴에서 소스를 채널 1, 2, 3, 4 또는 기준 파형 R1, 2, 3 또는 4로 설정합니다. +, −, x 또는 ÷ 연산자를 선택합니다.
4. 예를 들어, 전압 파형과 전류 파형을 곱해 전력을 계산할 수 있습니다.



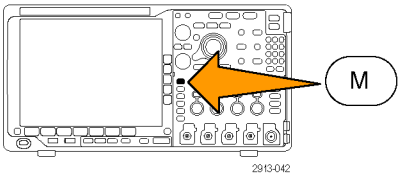
빠른 팁

- 연산 파형은 채널 또는 기준 파형 중 하나 또는 둘의 결합을 통해 만들 수 있습니다.
- 연산 파형에 대한 측정은 채널 파형과 똑같은 방법으로 수행할 수 있습니다.
- 연산 파형은 연산 수식의 소스에서 해당 수평 스케일을 파생시킵니다. 소스 파형에 대한 이 컨트롤을 조정하면 연산 파형도 조정됩니다.
- 팬-줌 컨트롤의 내부 노브를 사용하여 연산 파형을 줌 확대할 수 있습니다. 외부 노브를 사용하면 줌된 구역이 배치됩니다. (151페이지의 *긴 레코드 길이 파형 관리* 참조)

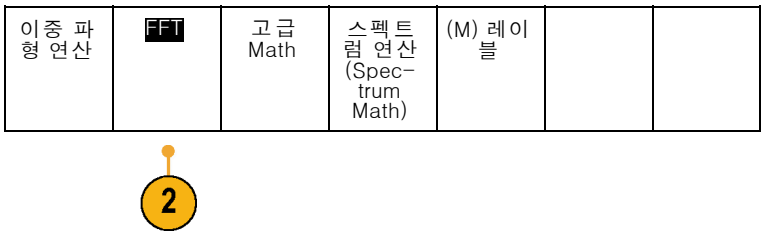
FFT 사용

FFT는 신호를 구성 요소 주파수로 분리합니다. 오실로스코프는 이 주파수를 사용하여 오실로스코프의 표준 시간 도메인 그래프가 아닌 신호의 주파수 도메인 그래프를 표시합니다. 이 주파수를 시스템 클럭, 발진기 또는 전원 공급품 같이 잘 알려진 시스템 주파수와 일치시킬 수 있습니다.

1. **연산**을 누릅니다.



2. FFT를 누릅니다.



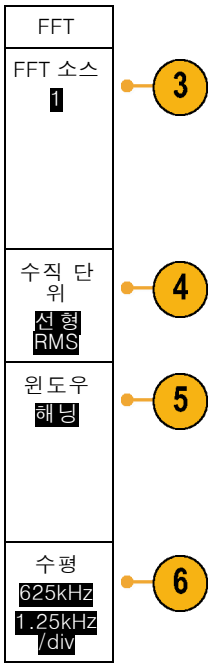
3. 필요한 경우 사이드 베젤 메뉴 **FFT 소스** 버튼을 누르고 범용 노드 a를 돌려 사용할 소스를 선택합니다. 선택할 수 있는 항목으로는 채널 1, 2, 3, 4, 기준 파형 1, 2, 3 및 4가 있습니다.

4. 사이드 베젤 **수직 스케일** 버튼을 반복해서 눌러 선형 RMS 또는 dBV RMS를 선택합니다.

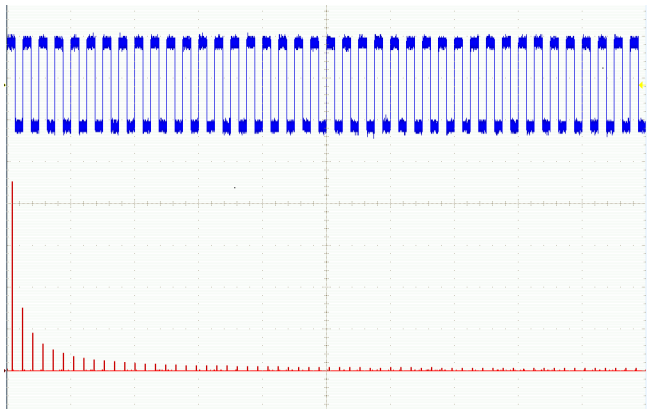
5. 사이드 베젤 **창** 버튼을 반복해서 눌러 원하는 창을 선택합니다.

   선택할 수 있는 창에는 직사각형, 해밍, 해닝 및 블랙맨-해리스가 있습니다.

6. FFT 디스플레이를 팬 및 줌하려면 사이드 베젤 **수평** 버튼을 눌러 범용 노브 a 및 b를 활성화합니다.



7. FFT가 디스플레이에 나타납니다.



빠른 팁

- 장비 응답 시간을 단축하려면 짧은 레코드 길이를 사용합니다.
- 신호에 상대적인 노이즈를 줄이고 주파수 해상도를 높이려면 긴 레코드 길이를 사용합니다.
- 원하는 경우 수평 **위치** 및 **스케일** 컨트롤과 함께 줌 기능을 사용하여 FFT 파형을 확대하고 배치합니다.
- 진폭이 다른 여러 주파수를 자세히 보려면 기본 dBV RMS 스케일을 사용합니다. 모든 주파수가 서로 비교하여 어떠한지 전체적으로 보려면 선형 RMS 스케일을 사용합니다.
- math FFT 기능은 4개의 창을 제공합니다. 각 창은 주파수 해상도와 진폭 정확도 사이에서 장단점을 가지고 있습니다. 측정할 내용과 소스 신호 특성에 따라 어떤 창을 사용할지 선택할 수 있습니다. 다음 지침에 따라 가장 적합한 창을 선택하십시오.

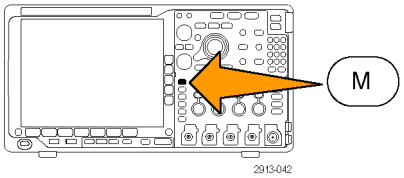
설명	창
직사각형 박스카 창이라고도 하는 직사각형 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 매우 양호하지만 스펙트럼 누출이 높으며 진폭 정확도가 불량합니다. 이벤트 전후의 신호 레벨이 거의 같은 곳에서 일시적 이벤트나 버스트 측정 시 직사각형 창을 사용하십시오. 또한 매우 가까운 주파수를 가진 진폭이 동일한 사인파 및 스펙트럼이 비교적 느린 광대역 랜덤 노이즈에서도 이 창을 사용하십시오. 이 창은 반복되지 않는 신호의 주파수 스펙트럼 및 DC 근처의 주파수 구성 요소를 측정하는 경우 가장 적합합니다.	
해밍 해밍 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 양호하며(해닝에 비해 약간 더 높음) 스펙트럼 누출이 보통이고 진폭 정확도도 보통입니다. 사인, 주기적 및 좁은 대역의 랜덤 노이즈를 측정할 경우 해밍 창을 사용하십시오. 이 창은 이벤트 전후 신호 레벨이 현저히 상이한 위치에 있는 일시적 이벤트 또는 버스트에서도 사용할 수 있습니다.	

설명	창
해닝 Hann이라고도 하는 해닝을 사용할 경우 주파수 해상도가 양호하고 스펙트럼 누출이 낮으며 진폭 정확도는 보통입니다. 사인, 주기적 및 좁은 대역의 랜덤 노이즈 측정 시 해닝 창을 사용하십시오. 이 창은 이벤트 전후 신호 레벨이 현저히 상이한 위치에 있는 일시적 이벤트 또는 버스트에서도 사용할 수 있습니다.	
블랙맨-해리스: 블랙맨-해리스 창을 사용할 경우 주파수 해상도는 불량하지만 스펙트럼 누출이 매우 낮고 진폭 정확도도 양호합니다. 더 높은 고조파 또는 여러 개의 보통 간격 또는 넓은 간격의 사인 파형 신호를 찾기 위해 단일 주파수 파형을 주로 측정하는 경우 블랙맨-해리스 창을 사용하십시오.	

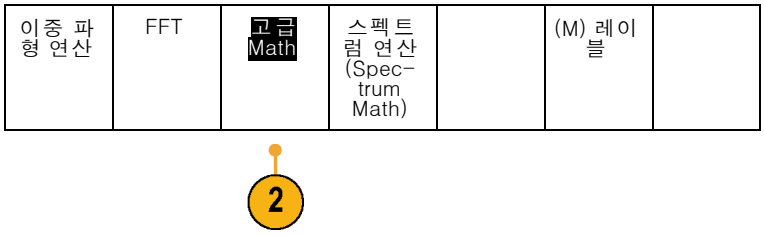
고급 연산 사용

고급 연산 기능을 사용하면 활성 및 기준 파형, 측정 및 수치 상수를 통합할 수 있는 사용자 정의 연산 파형 수식을 만들 수 있습니다. 이 기능을 사용하려면

1. **연산**을 누릅니다.



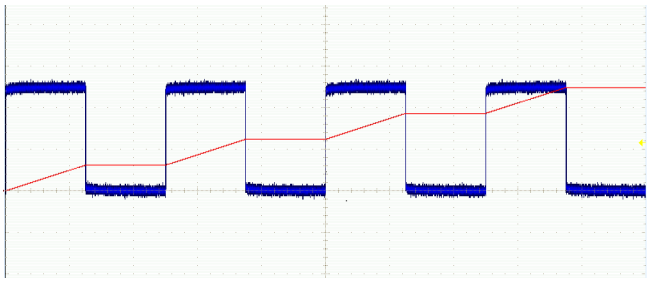
2. **고급 Math**를 누릅니다.



3. 사이드 베젤 메뉴 버튼을 사용하여 사용자 정의 수식을 만듭니다.

4. **수식 편집**을 누르고 범용 노브 및 그 결과 나타나는 하단 베젤 버튼을 사용하여 수식을 만듭니다. 완료되면 사이드 베젤 메뉴**승인 확인** 버튼을 누릅니다.

예를 들어, **수식 편집**을 사용하여 구형파의 정수를 가져오려면

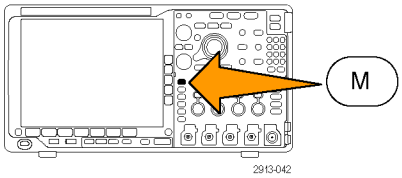


1. 하단 베젤 **지우기** 버튼을 누릅니다.
2. 범용 노브 a를 돌려 **적분(**를 선택합니다.
3. **선택 입력**을 누릅니다.
4. 범용 노브 a를 돌려 채널 1을 선택합니다.
5. **선택 입력**을 누릅니다.
6. 범용 노브 a를 돌려)를 선택합니다.
7. **승인 확인**을 누릅니다.

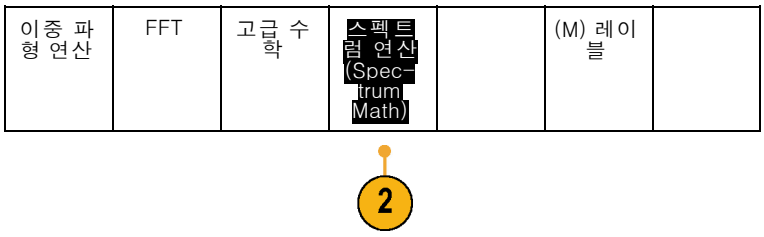
스펙트럼 연산 사용

스펙트럼 연산 기능을 통해 주파수 형적을 더하거나 빼서 연산 파형을 만들 수 있습니다.

1. **연산**을 누릅니다.



2. **스펙트럼 연산**(Spectrum Math)을 누릅니다.



사이드 버튼 메뉴 항목을 사용하여 원하는 연산 형적을 구성합니다.

3. **1차 소스**를 누르고 RF 보통 형적(**RF:N**), RF 평균 형적(**RF:A**), RF 최대 형적(**RF:M**), RF 최소 형적(**RF:m**) 또는 주파수 도메인 정보가 포함된 기준 메모리를 선택합니다.
4. 연산자로 + 또는 −를 선택합니다.
5. 제공된 옵션에서 두 번째 소스를 선택합니다.

연산 파형이 디스플레이에 빨간색 형적으로 나타납니다.

6. 하단 메뉴에서 **레이블**을 누르고 이때 나타나는 사이드 메뉴 항목을 사용하여 연산 형적에 적절한 레이블을 지정합니다.

주석노트. 오실로스코프는 소스 파형의 측정 단위가 조합 시 논리적으로 타당한 경우에만 계산을 완료합니다.

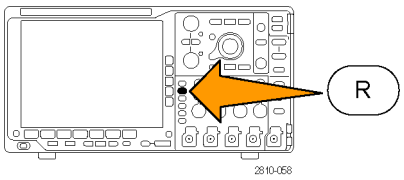
기준 파형 및 형적 사용

기준 파형 또는 형적을 만들어 저장합니다. 예를 들어, 이와 같이 하여 다른 파형의 비교 대상으로 사용될 표준을 설정할 수 있습니다. 기준 파형 또는 형적을 사용하려면

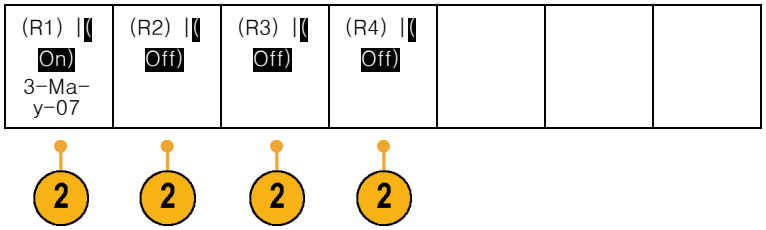
주석노트. 10M 및 20M 기준 파형은 휘발성으로, 오실로스코프 전원을 끌 경우 저장되지 않습니다. 이 파형을 보관하려면 외부 저장 장치에 저장하십시오.

---

1. **기준 R**을 누릅니다. 이렇게 하면 하단 베젤 기준 메뉴가 나타납니다.



2. 이때 나타나는 하단 베젤 메뉴 선택 사항을 사용하여 기준 파형 또는 형적을 표시하거나 선택합니다.



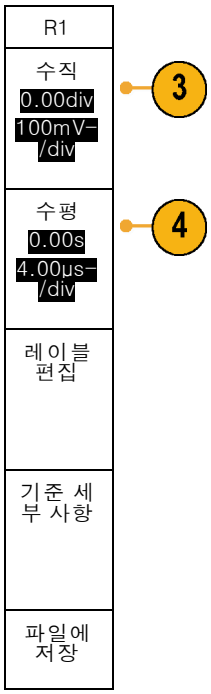
3. 사이드 베젤 메뉴에서 **수직**을 누르고 Multipurpose 노브를 사용하여 기준 파형 또는 형적의 수직 설정을 조정합니다.

4. 사이드 베젤 메뉴에서 **수평**을 누르고 Multipurpose 노브를 사용하여 기준 파형 또는 형적의 수평 설정을 조정합니다.

5. **레이블 편집**을 누르고 이때 나타나는 메뉴를 사용하여 기준 파형 및 형적으로 표시할 레이블을 정의합니다.

6. **기준 세부 사항**을 눌러 선택한 기준에 대한 정보를 읽습니다. 이 기능을 사용하여 기준이 아날로그 파형인지 아니면 RF 형적인지 확인합니다.

7. **파일에 저장**을 눌러 외장 스토리지에 기준 정보를 저장합니다.



빠른 팁

- **기준 파형 선택 및 표시.** 모든 기준 파형을 동시에 표시할 수 있습니다. 특정 기준 파형을 선택하려면 해당 화면 버튼을 누르십시오.
- **디스플레이에서 기준 파형 제거.** 디스플레이에서 기준 파형을 제거하려면 전면 패널 R 버튼을 눌러 하단 베젤 메뉴에 액세스하십시오. 그런 다음 하단 베젤 메뉴에서 관련 버튼을 눌러 끄십시오.
- **기준 파형 스케일 및 위치 조절.**기존 파형의 위치 및 스케일을 표시된 다른 모든 파형과 독립적으로 조절할 수 있습니다. 기준 파형을 선택한 다음 범용 노브로 조정하십시오. 획득의 실행 여부와 상관없이 이와 같이 할 수 있습니다.

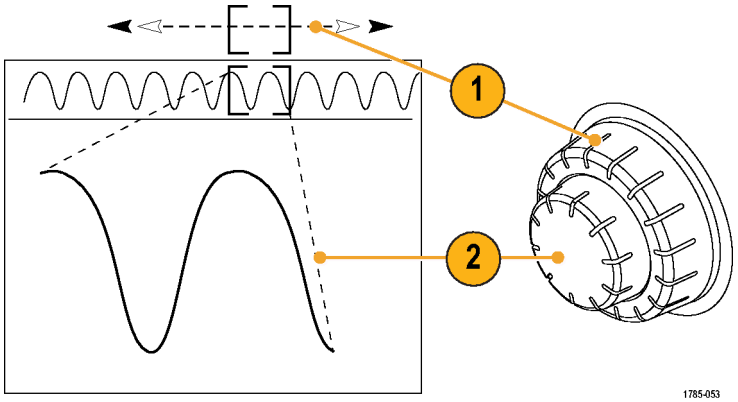
  기준 파형이 선택되어 있는 경우 기준 파형의 스케일 및 위치 조절은 줌이 켜져 있는지 여부에 관계없이 똑같이 진행됩니다.
- **10M 및 20M 기준 파형 저장.** 10M 및 20M 기준 파형은 휘발성으로, 오실로스코프 전원을 끌 경우 저장되지 않습니다. 이 파형을 보관하려면 외부 저장 장치에 저장하십시오.

긴 레코드 길이 파형 관리

줌/팬, 재생/일시 중지, 표시, 검색 기능이 있는 Wave Inspector 컨트롤을 통해 긴 레코드 길이 파형 작업을 효율적으로 수행할 수 있습니다. 파형을 수평으로 확대하려면 줌 노브를 돌리고 확대된 파형을 스크롤하려면 팬 노브를 돌리십시오.

팬-줌 컨트롤은 다음으로 구성되어 있습니다.

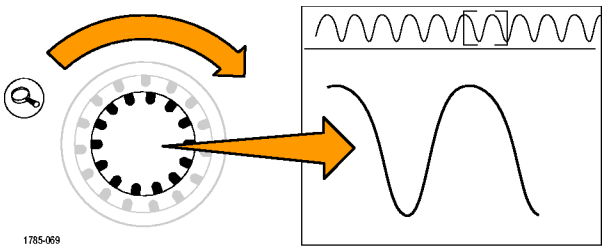
1. 외부 팬 노브
2. 내부 줌 노브



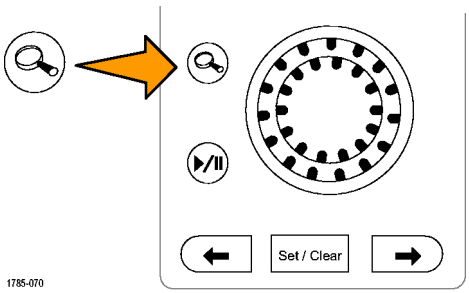
파형 줌

줌을 사용하려면

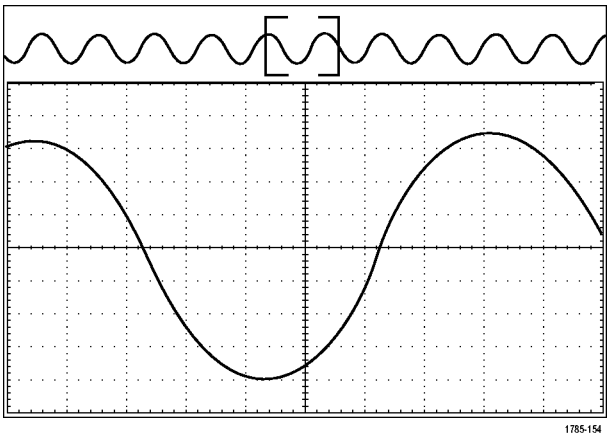
1. 파형의 선택한 부분을 줌 확대하려면 팬-줌 컨트롤의 내부 노브를 시계 방향으로 돌리고, 다시 줌 축소하려면 노브를 시계 반대 방향으로 돌립니다.



2. 또는 줌 버튼을 눌러 줌 모드를 활성화하거나 비활성화합니다.



3. 파형의 줌된 보기가 디스플레이의 확대된 하단 부분에 나타나는지 살펴 봅니다. 디스플레이의 상단 부분에는 전체 레코드 컨텍스트 내에 파형의 줌된 부분의 위치 및 크기가 표시됩니다.

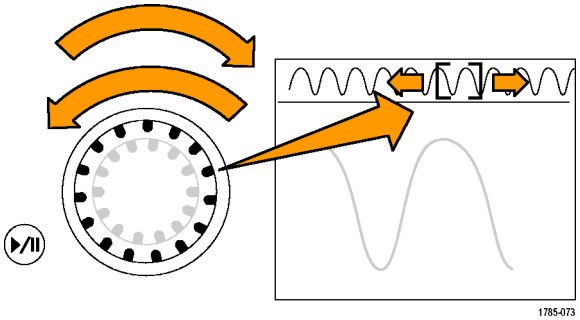


파형 팬

줌 기능이 켜져 있는 동안 팬 기능을 사용하여 신속하게 파형을 스크롤할 수 있습니다. 팬을 사용하려면

1. 팬-줌 컨트롤의 팬(외부) 노브를 돌려 파형을 팬합니다.

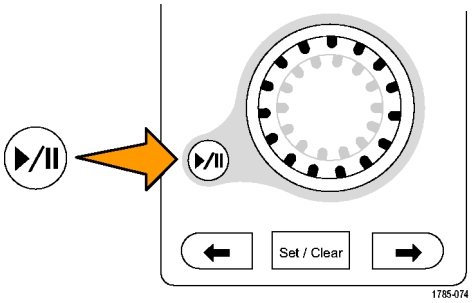
   앞으로 팬하려면 노브를 시계 방향으로 돌립니다. 반대로 팬하려면 시계 반대 방향으로 돌립니다. 노브를 많이 돌리면 돌릴수록 줌 창이 더 빠르게 팬됩니다.



파형 재생 및 일시 중지

재생-일시 중지 기능을 사용하여 파형 레코드를 자동으로 팬하십시오. 이 기능을 사용하려면

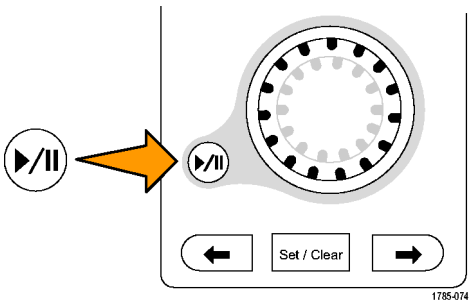
1. 재생-일시 중지 버튼을 눌러 재생-일시 중지 모드를 활성화합니다.
2. 팬(외부) 노브를 더 많이 돌려 재생 속도를 조정합니다. 더 많이 돌릴수록 속도가 빨라집니다.



3. 팬 노브를 돌리는 방향을 반대로 하여 재생 방향을 변경합니다.

4. 재생 중에 한 지점까지 링을 여러 번 돌릴수록 파형이 빠르게 가속화됩니다. 링을 최대한 빨리 돌리면 재생 속도는 달라지지 않지만 줌 상자가 해당 방향으로 빠르게 이동합니다. 방금 본 파형의 부분을 다시 보려는 경우 이 최대 회전 기능을 사용하여 파형을 재생하십시오.

5. 재생-일시 중지 버튼을 다시 한 번 눌러 재생-일시 중지 기능을 일시 중지합니다.



파형 검색 및 표시

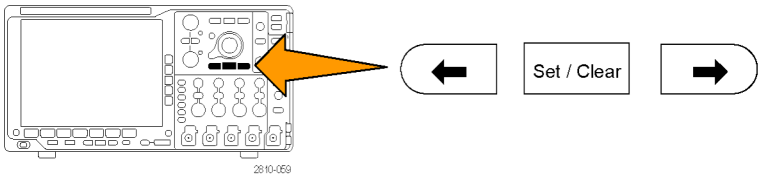
획득한 파형에 원하는 위치를 표시할 수 있습니다. 이 표시는 분석을 파형의 특정 영역으로 제한하는 데 도움이 됩니다. 파형의 영역이 일부 특수 기준을 만족하는 경우 이 영역을 자동으로 표시하거나 원하는 각 항목을 수동으로 표시할 수 있습니다. 화살표 키를 사용하여 표시 사이(원하는 구역 사이)를 이동할 수 있습니다. 트리거할 수 있는 같은 매개 변수 여러 개를 자동으로 검색하고 표시할 수 있습니다.

검색 표시는 기준에 대한 파형 영역을 표시하는 방법을 제공합니다. 검색 기준으로 표시를 자동으로 설정할 수 있습니다. 특정 에지, 펄스 폭, 런트, 로직 상태, 상승/하강 시간, 셋업 앤 홀드 및 버스 검색 유형을 사용하여 영역을 검색하고 표시할 수 있습니다.

표시를 수동으로 설정하고 지우려면(삭제)

1. 팬(외부) 노브를 돌려 검색 표시를 설정하거나 지우려는 파형의 구역으로 줌 상자를 이동합니다.

   다음(→) 또는 이전(←) 화살표 버튼을 눌러 기존 표시로 이동합니다.



2. **설정/지우기**를 누릅니다.

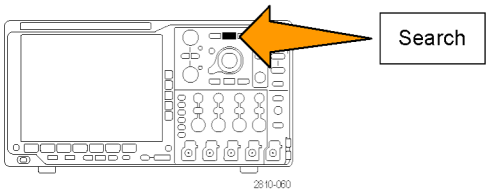
   화면 중앙에 검색 표시가 없으면 오실로스코프가 하나를 추가합니다.

3. 검색 표시 사이를 이동하면서 파형을 조사합니다. 다음(→) 또는 이전(←) 화살표 버튼을 사용하여 다른 컨트롤은 조정하지 않으면서 표시된 위치 사이를 이동합니다.

4. 표시를 삭제합니다. 다음(→) 또는 이전(←) 화살표 버튼을 눌러 지울 표시로 이동합니다. 중앙에 있는 현재 표시를 제거하려면 **설정/지우기**를 누릅니다. 이 사항은 자동 및 수동으로 만들어진 표시에 모두 적용됩니다.

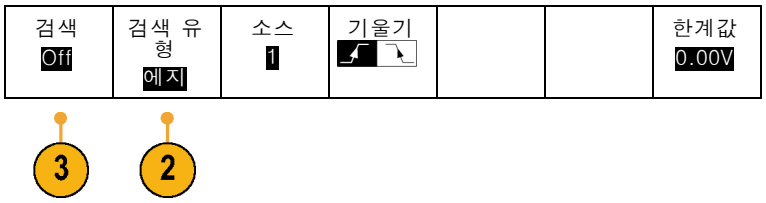
검색 표시를 자동으로 설정하고 지우려면(삭제)

1. **검색**을 누릅니다.



2. 하단 베젤 메뉴에서 원하는 검색 유형을 선택합니다.

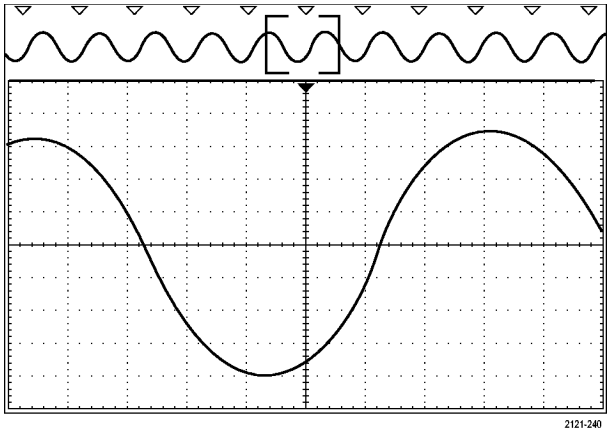
   검색 메뉴는 트리거 메뉴와 비슷합니다.



3. 사이드 베젤 메뉴에서 검색을 켭니다.

4. 화면에서 빈 삼각형은 자동 표시의 위치를 보여 주고 채워진 삼각형은 사용자 정의 위치를 보여 줍니다. 이 삼각형은 보통 및 줌된 파형 보기에 모두 나타납니다.

5. 다음(→) 및 이전(←) 화살표 버튼을 사용하여 검색 표시 사이를 이동하면서 파형을 신속하게 조사할 수 있습니다. 다른 조정은 필요하지 않습니다.



빠른 팁:

- 트리거 설정을 복사하여 트리거 조건을 만족하는 획득한 파형의 다른 위치를 검색할 수 있습니다.
- 검색 설정을 트리거로 복사할 수도 있습니다.
- 사용자 정의 표시는 파형을 저장하고 설정을 저장할 때 파형과 함께 저장됩니다.
- 자동 검색 표시는 파형을 저장할 때 파형과 함께 저장되지 않습니다. 그러나 검색 기능을 다시 사용하여 쉽게 다시 캡처할 수 있습니다.
- 검색 기준은 저장된 설정에 저장됩니다.

Wave Inspector에는 다음과 같은 검색 기능이 있습니다.

검색	설명
에지	사용자가 지정한 임계 레벨을 사용하여 상승 또는 하강 에지를 검색합니다.
펄스 폭	사용자 지정 펄스 폭보다 크거나 작거나 같거나 같지 않거나 범위 안 또는 밖에 있는 포지티브 또는 네거티브 펄스 폭을 검색합니다.
타임아웃	펄스 부족을 검색합니다. 신호는 설정된 시간에 대한 설정된 값 위 또는 아래(또는 위나 아래)에 유지됩니다.
런트	하나의 진폭 임계를 통과하지만 첫 번째 임계를 다시 통과하기 전에 두 번째 임계를 통과하지 못하는 포지티브 또는 네거티브 펄스를 검색합니다. 모든 런트 펄스 또는 지속 기간이 사용자가 지정한 시간과 >, <, =, ≠ 등의 관계가 성립되는 펄스만 검색합니다.
로직	각 입력이 높음, 낮음 또는 무정의로 설정된 여러 파형 전체의 로직 패턴(AND, OR, NAND, NOR)을 검색합니다. 이벤트가 지정한 시간에 대한 >, <, =, ≠ 등의 관계가 참이 되거나, 거짓이 되거나, 유효한 상태로 유지되는 경우를 검색합니다. 또한 입력 중 하나를 동기(상태) 검색에 대한 시계로 정의할 수 있습니다.
셋업/홀드	사용자가 지정한 셋업/홀드 시간에 대한 위반을 검색합니다.

검색	설명
상승/하강 시간	사용자가 지정한 시간과 >, <, =, ≠ 관계가 성립되는 상승 및/또는 하강 에지를 검색합니다.
버스	병렬: 2진수 또는 16진수 값을 검색합니다. I²C: 시작, 반복된 시작, 정지, 누락된 승인, 주소, 데이터 또는 주소/데이터를 검색합니다. SPI: SS Active, MOSI, MISO 또는 MOSI & MISO를 검색합니다. RS-232, RS-422, RS-485, UART: Tx 시작 비트, Rx 시작 비트, Tx EoP, Rx EoP, Tx 데이터, Rx 데이터, Tx 패리티 오류 또는 Rx 패리티 오류를 검색합니다. CAN: 프레임 시작, 프레임 유형(데이터, 원격, 오류, 오버로드), 식별자(표준 또는 확장), 데이터, 식별자 및 데이터, 프레임 끝 또는 누락된 승인, 비트 스터핑 오류를 검색합니다. LIN: 동기화, 식별자, 데이터, ID 및 데이터, 해제 프레임, 대기 프레임 및 오류를 검색합니다. FlexRay: 프레임 시작, 프레임 유형, 식별자, 주기 카운트, 헤더 필드, 데이터, ID 및 데이터, 프레임 끝, 오류를 검색합니다. 오디오: 단어 선택 또는 데이터를 검색합니다. USB: 동기, 재설정, 일시 중단 (Suspend), 다시 시작 (Resume), 패킷 끝 (End of Packet), 토큰(주소) 패킷 (Token (Address) Packet), 데이터 패킷 (Data Packet), 핸드셰이크 패킷 (Handshake Packet), 특수 패킷 (Special Packet) 또는 오류 검색 이더넷: 프레임 시작, MAC 주소, MAC 길이/유형, MAC 클라이언트 데이터, EoP, 유휴, FCS(CRC) 오류를 검색합니다. Q-(VLAN) 태깅을 켠 경우에는 Q-Tag 제어 정보를 검색할 수도 있습니다. MIL-STD-1553: 동기화, 명령, 상태, 데이터, Time(RT/IMG)(시간(RT/IMG)), 오류 검색

자동 확대(Auto-magnify)

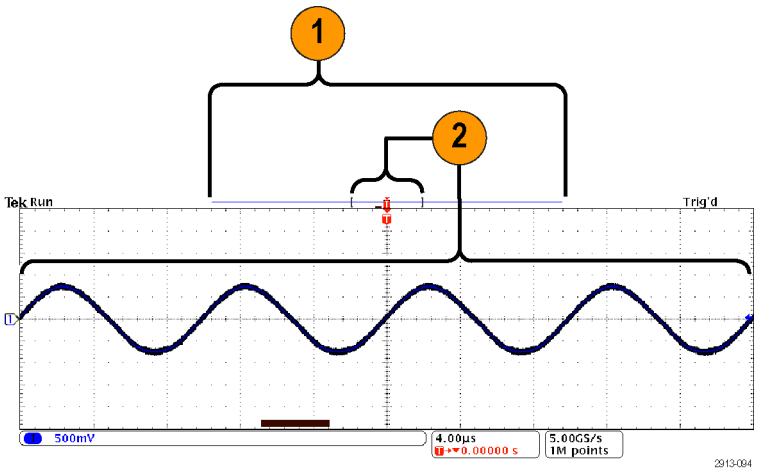
보다 빠른 시간/구간 설정에 맞게 수평 스케일 컨트롤을 조정함에 따라 MDO4000 시리즈에서는 자동으로 샘플 속도를 높여 보다 짧은 시간 동안 동일한 레코드 길이가 획득되도록 유지합니다. 그러나 결국 MDO4000 시리즈는 최대 샘플 속도에 도달합니다. 장비가 최대 샘플 속도에 도달하면 보다 빠른 시간 기준 설정에 대한 추가 변경 사항으로 인해 오실로스코프가 자동 확대(Auto-magnify) 모드에서 작동하게 됩니다. 자동 확대(Auto-magnify) 모드에서 오실로스코프는 원하는 보다 빠른 시간/구간 설정을 표시하고 계속해서 원하는 레코드 길이를 획득합니다. 그 결과, 오실로스코프는 원하는 시간/구간 설정 내에서 획득한 모든 포인트를 표시할 수 없게 됩니다.

대신, 오실로스코프는 시간 도메인 계수선에 전체 레코드의 일부분만 표시합니다. 이 기능은 보다 작은 줌 화면 디스플레이를 사용하지 않고도 레코드의 일부분을 확대할 수 있는 방법을 제공합니다. 또한 이 기능은 오실로스코프에서 샘플 속도/레코드 길이 조합의 최대 이점을 제공합니다. 자동 확대(Auto-magnify)를 통해 최대 샘플 속도로 전체 레코드 길이에 액세스할 수 있습니다.

주석노트. 자동 확대(Auto-magnify)는 줌 기능이 꺼진 경우에만 제공됩니다.

1. 전체 획득은 상단 디스플레이에서 수평 커서로 표시됩니다.

2. 시간 도메인 계수선에 표시된 획득 부분은 대괄호로 정의된 상단 디스플레이 부분 내에 표시됩니다.



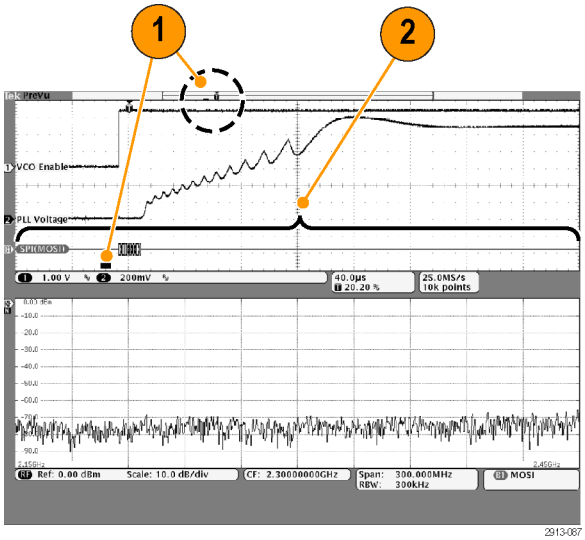
주석노트. 주파수 도메인 기능과 자동 확대(Auto-magnify) 기능을 동시에 사용하는 경우 및 스펙트럼 시간을 계수선에 표시된 획득 부분 외부로 이동하는 경우 주파수 도메인 디스플레이의 모든 작동이 그러하듯이 스펙트럼 시간을 표시하는 시간 도메인 디스플레이에서 주황색 막대가 사라집니다.

시간 상호 연관 다중 도메인 디스플레이

싱글 트리거 이벤트는 모든 아날로그, 디지털 및 RF 채널에서 획득을 조정합니다. 이를 통해 싱글 장비에서 시간과 주파수 도메인 신호 모두에 대한 시간 상호 연관 보기가 가능합니다.

1. 스펙트럼 시간(Spectrum Time): 주파수 도메인 계수선에 표시되는 스펙트럼을 계산하는 데 사용되는 시간에서의 위치입니다. 시간 도메인 디스플레이 하단의 주황색 막대가 스펙트럼 시간(Spectrum Time)을 나타냅니다. 또한 주황색 막대는 디스플레이 상단의 획득 개요에도 표시됩니다.

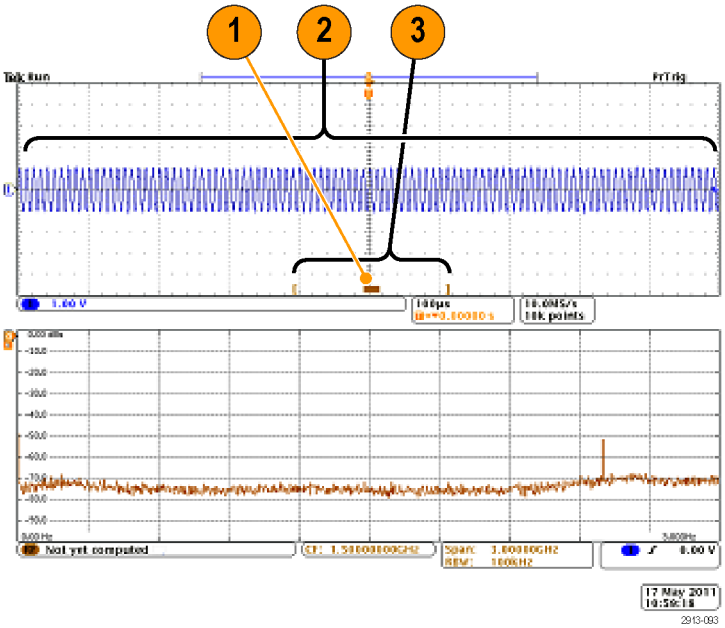
2. 아날로그 시간(Analog Time): 시간 도메인 계수선에서 획득된 시간이며, 수평 스케일 노브로 제어됩니다.



3. RF 획득 시간(RF Acquisition Time): RF 시스템에서 획득된 시간입니다.

   중간-빠름 시간 기준 설정에서 아날로그 시간과 같습니다. 느린 시간 기준 설정에서는 아날로그 시간보다 적을 수 있습니다.

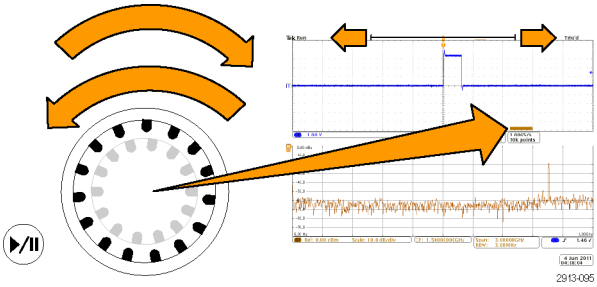
   오른쪽 그림에서 스펙트럼 시간 주변에 한 쌍의 대괄호로 표시되어 있습니다.



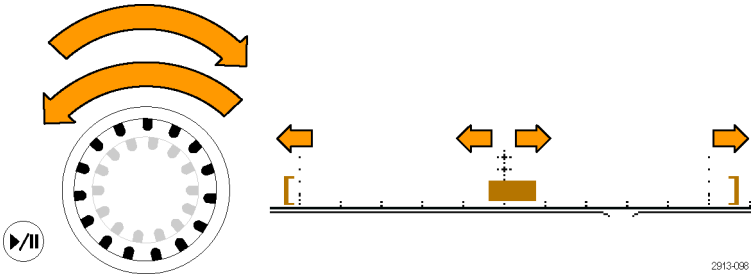
아날로그 시간을 통한 스펙트럼 시간 패닝

MDO4000 시리즈의 가장 강력한 기능 중 하나는 아날로그 시간을 통해 스펙트럼 시간을 이동할 수 있는 기능입니다. 이 기능을 통해 스펙트럼이 시간이 흐름에 따라 어떻게 변화하는지와 다른 아날로그 신호, 디지털 신호 또는 직렬/병렬 버스 명령에 상대적으로 어떻게 변화하는지를 볼 수 있습니다.

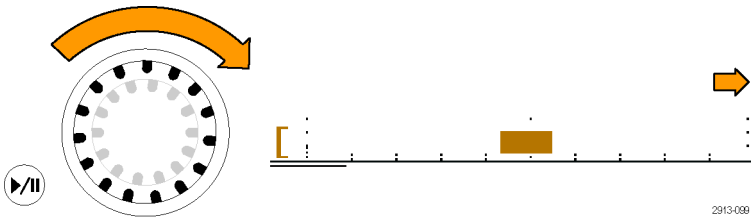
Wave Inspector 팬(외부) 노브를 돌려 아날로그 시간을 통해 스펙트럼 시간을 이동합니다.



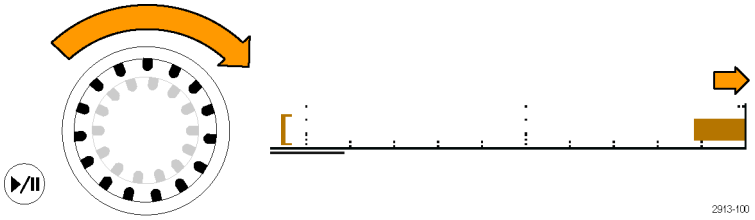
오실로스코프가 데이터를 획득 중(실행 중)인 상태에서 팬 컨트롤을 돌리면 스펙트럼 시간과 RF 획득 시간을 동시에 이동할 수 있습니다. 이 작업은 스펙트럼 시간을 따라 RF 획득 시간을 끄는 경우에만 작동합니다.



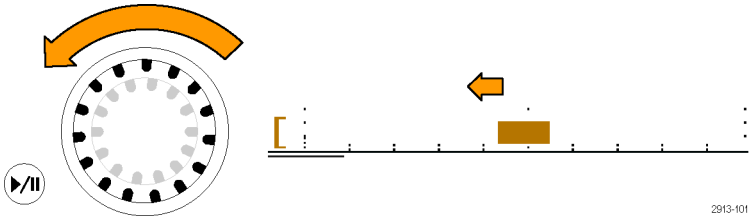
팬 노브를 시계 방향으로 돌리면 RF 획득 시간과 스펙트럼 시간이 디스플레이 오른쪽으로 이동됩니다. RF 획득 시간의 오른쪽이 화면 오른쪽 끝에 도달하면 RF 획득 시간을 오른쪽으로 더 이동할 수 없습니다.



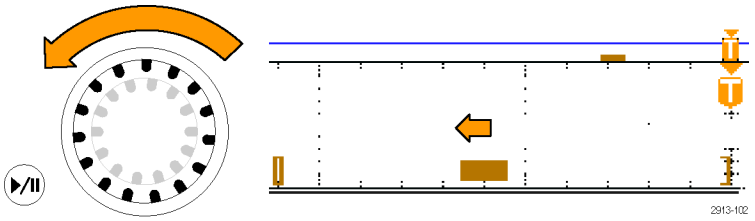
그러나 스펙트럼 시간은 RF 획득 시간/아날로그 시간 오른쪽에 도달할 때까지 계속해서 오른쪽으로 더 이동할 수 있습니다.



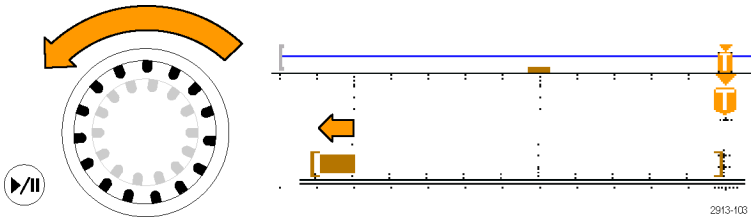
그런 다음 팬을 시계 반대 방향으로 돌리면 스펙트럼 시간이 RF 획득 시간의 중간으로 다시 돌아갑니다.



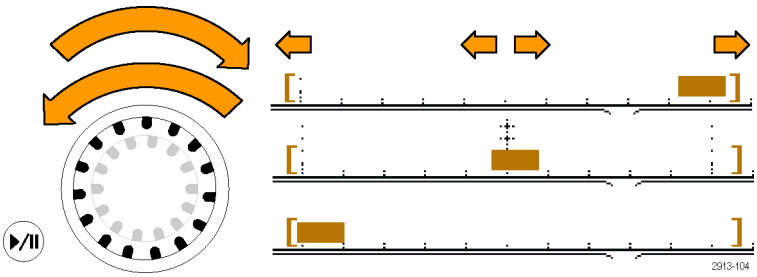
팬 컨트롤을 계속해서 시계 반대 방향으로 돌리고 RF 획득 시간과 스펙트럼 시간을 함께 디스플레이의 왼쪽으로 이동합니다. RF 획득 시간의 오른쪽이 디스플레이 상단에 표시된 트리거 표시기에 도달하면 팬 노브를 계속해서 돌리더라도 RF 획득 시간을 왼쪽으로 더 이동할 수 없습니다. RF 획득 시간은 트리거에 연결된 상태를 유지해야 합니다.



팬 컨트롤을 계속해서 시계 반대 방향을 돌리면 스펙트럼 시간이 RF 획득 시간의 왼쪽 끝에 도달할 때까지 계속해서 RF 획득 시간 내에서 왼쪽으로 이동합니다.



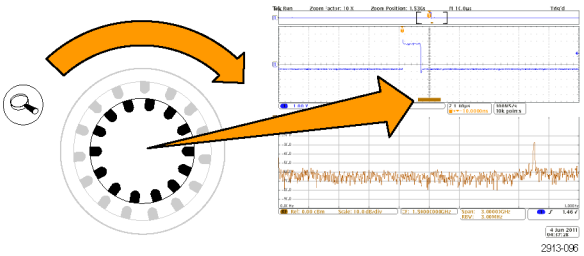
오실로스코프가 데이터를 획득하지 않는(정지된) 상태이면 RF 획득 시간이 디스플레이에 고정됩니다. 팬 컨트롤을 시계 방향 또는 시계 반대 방향으로 돌려도 RF 획득 시간이 이동하지 않습니다. 그러나 팬 컨트롤을 돌리면 RF 획득 시간 내에서 스펙트럼 시간은 이동합니다.



스펙트럼 시간 및 아날로그 시간 확대

1. 팬-줌 컨트롤의 줌(내부) 노브를 돌리거나 전면 패널 줌 버튼을 눌러 줌 컨트롤을 돌립니다.

2. 줌 컨트롤을 돌려, 표시된 시간 도메인 데이터를 확대 또는 축소합니다.



줌 컨트롤을 사용하여 아날로그 시간 및 시간 상호 연관 다중 도메인 디스플레이를 보다 자세하게 살펴볼 수 있습니다.

줌을 켜면 오실로스코프가 스펙트럼 시간을 시간 도메인 창의 줌된 보기 중간에 배치합니다. 주황색 스펙트럼 시간 막대는 시간 도메인 창의 줌 보기 중간에 고정된 상태를 유지합니다.

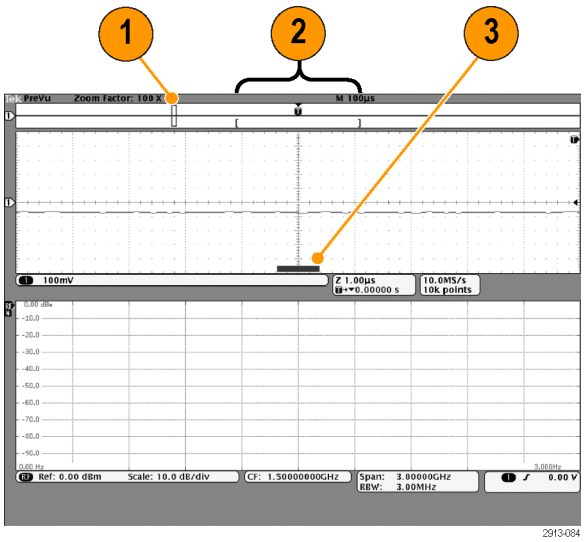
특별한 경우: 스펙트럼 시간이 RF 획득 시간 외부에 있을 때

줌 모드에서 팬 노브를 줌 상자가 RF 획득 시간의 외부로 이동할 때까지 돌리면 스펙트럼 시간 막대가 회색으로 변하고 주파수 도메인 디스플레이에서 스펙트럼 형적이 사라집니다. 그런 다음 팬 컨트롤을 줌 상자가 RF 획득 시간으로 다시 이동할 때까지 돌리면 스펙트럼 시간 막대가 주황색으로 돌아갑니다.

1. 아날로그 시간의 확대된 부분은 대괄호로 표시되어 있습니다. 오른쪽 그림에서 이 시간은 RF 획득 시간 외부에 있습니다.

2. RF 획득 시간은 한 쌍의 수직 대괄호로 표시되어 있습니다.

3. 스펙트럼 시간 표시기는 표시할 RF 데이터가 없는 경우 오른쪽 그림에 표시된 것처럼 회색으로 변합니다. 그런 다음 스펙트럼 시간이 RF 획득 시간 내에 발생하도록 스펙트럼 시간을 이동하면 주황색으로 돌아갑니다.



한계 및 마스크 테스트

마스크에 대해 활성 입력 신호를 모니터링하고 입력 신호가 마스크 경계 내에 있는지 판단하여 합격 또는 실패 결과를 출력합니다. 한계 또는 마스크 테스트를 설정하여 실행하려면 다음을 수행합니다.

1. 마스크를 선택하거나 만듭니다.
2. 테스트를 설정합니다.
3. 테스트를 실행하고 결과를 봅니다.

주석노트. 55Mb/s 이상의 텔레콤 표준의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

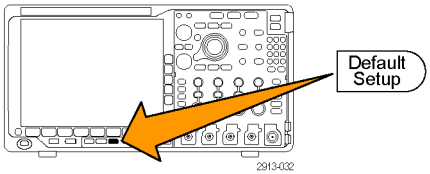
고속(HS) USB에는 1GHz 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

마스크 만들기 또는 선택

한계 테스트, 표준 및 사용자 지정과 같은 세 가지 유형의 마스크를 만들거나 선택할 수 있습니다.

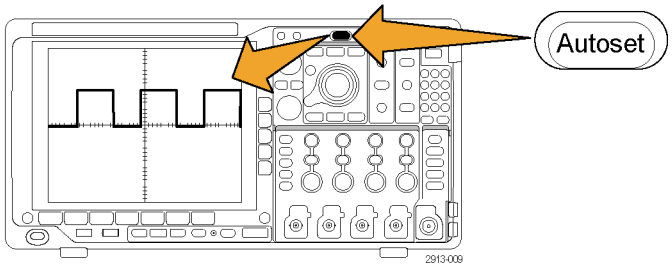
한계 테스트 마스크 만들기:

1. 전면 패널 **기본 셋업** 버튼을 누릅니다.

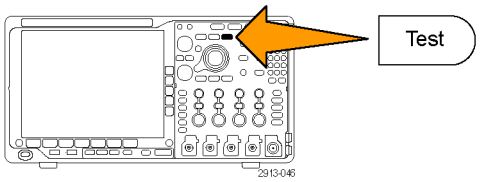


2. 오실로스코프에서 마스크 소스로 프로브를 연결합니다.

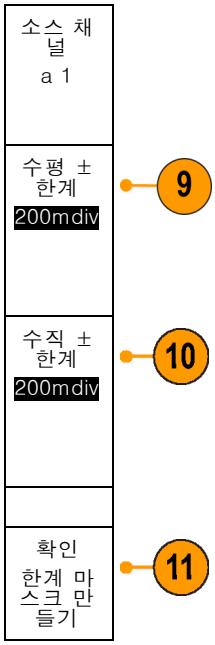
3. 전면 패널 **자동 설정** 버튼을 누릅니다.



4. 전면 패널 **테스트** 버튼을 누릅니다.



5. 하단 베젤 **애플리케이션** 메뉴 항목을 누릅니다. 범용 노브 a를 돌려 메뉴에서 **한계/마스크 테스트**를 선택합니다.
6. 하단 베젤 **마스크 선택** 메뉴 항목을 누르고 이때 표시되는 사이드 메뉴에서 **한계 테스트**를 선택합니다.
7. 하단 베젤 메뉴에서 **한계 마스크 만들기**를 누릅니다.
8. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 **소스 채널**을 누르고 범용 노브 a를 돌려 한계 테스트 템플릿으로 사용할 파형을 선택합니다.
9. **수평 ±한계**를 눌러 마스크 수평 한계를 설정합니다. 단위는 1개의 주요 구간이 1000 밀리구간(mdiv)을 포함하는 계수선 단위를 기준으로 합니다.
10. **수직 ±한계**를 눌러 마스크 수직 한계를 설정합니다. 단위는, 1개의 주요 구간이 1,000 밀리구간(mdov)을 포함하는 계수선 단위를 기준으로 합니다.
11. **확인 한계 마스크 만들기**를 눌러 오실로스코프에 마스크를 만듭니다.



표준 마스크 선택:

1. 전면 패널 **테스트** 버튼을 누릅니다.
2. 하단 베젤 **애플리케이션** 메뉴 항목을 누릅니다. 범용 노브 a를 돌려 메뉴에서 **한계/마스크 테스트**를 선택합니다.
3. 하단 베젤 **마스크 선택** 메뉴 항목을 누르고 이때 표시되는 사이드 메뉴에서 **표준**을 선택합니다.
4. 하단 베젤 **표준 선택**을 누릅니다.
5. 이때 나타나는 사이드 메뉴 항목에서 사용하려는 표준을 선택합니다.
6. 사이드 베젤 메뉴에서 **확인 표준 적용**을 누릅니다.

사용자 지정 마스크 만들기: 사용자 지정 마스크는 세 가지 방법으로 만들 수 있습니다. 표준 마스크를 편집하거나, 텍스트 파일에서 마스크를 로드하거나, 원격 인터페이스를 통해 마스크를 만들 수 있습니다.

표준 마스크를 편집하여 사용자 지정 마스크 만들기:

1. 전면 패널 **테스트** 버튼을 누릅니다.
2. 하단 베젤 **애플리케이션** 메뉴 항목을 누릅니다. 범용 노브 a를 돌려 메뉴에서 **한계/마스크 테스트**를 선택합니다.
3. 하단 베젤 **마스크 선택** 메뉴 항목을 누르고 이때 표시되는 사이드 메뉴에서 **표준**을 선택합니다.
4. 하단 베젤 **표준 선택**을 누릅니다.
5. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 사용하려는 표준을 선택합니다.
6. 사이드 베젤 메뉴에서 **확인 표준 적용**을 누릅니다.
7. 하단 베젤 **마스크 설정**을 누릅니다.
8. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 **활성 마스크를 사용자 지정으로 복사**를 누릅니다.

9. 하단 베젤 메뉴에서 **사용자 지정 마스크 편집**을 누릅니다.

10. 범용 노브 a를 돌려 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에 표시된 것처럼 사용자 지정 마스크 **수직 마진**을 조정합니다. 양수 값은 위 및 아래 마스크 세그먼트를 각각 펼치고, 음수 값은 위 및 아래 세그먼트를 함께 합칩니다.

주석노트. 편집 기능에 대한 자세한 내용은 "텍스트 파일에서 사용자 지정 마스크 만들기" 섹션 또는 "원격 인터페이스를 통해 마스크 만들기" 섹션을 참조하십시오.

텍스트 파일에서 사용자 지정 마스크 만들기:

1. 전면 패널 **테스트** 버튼을 누릅니다.

2. 하단 베젤 **애플리케이션** 메뉴 항목을 누릅니다. 범용 노브 a를 돌려 메뉴에서 **한계/마스크 테스트**를 선택합니다.

3. 하단 베젤 **마스크 설정** 항목을 누릅니다.

4. 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 **파일에서 마스크 호출**을 누릅니다.

텍스트 파일의 이름 확장명은 “.msk”이어야 하며 다음 형식을 사용해야 합니다.

```
:REM "사용자 지정 마스크 초기화"
:MASK:CUSTom INIT
:REM "마스크 설정 정보"
:MASK:USER:LABEL "STS-1의 사용자 지정 마스크"
:MASK:USER:AMPLITUDE 1.0000
:MASK:USER:VSCALE 200.0000E-3
:MASK:USER:VPOS -2.5000
:MASK:USER:VOFFSET 0.0E+0
:MASK:USER:HSCALE 4.0000E-9
:MASK:USER:HTRIGPOS 318.1000E-3
:MASK:USER:WIDTH 29.5500E-9
:MASK:USER:RECORDLENGTH 1000
:MASK:USER:TRIGTOSAMP 7.2750E-9
:REM "마스크 포인트는 볼트 및 초로 정의됨"
:REM "세그먼트의 포인트는 시계 반대 방향으로 정의되어 있어야 함"
:REM "0,0의 단일 포인트는 빈 세그먼트를 나타냄"
```

```
:MASK:USER:SEG1:POINTS          -7.5000E-9,1.5000,-7.5000E-9,100.0000E-3,-5.1656E-
9,100.0000E-3,-1.3536E-9,500.0000E-3,-1.3536E-9,1.2000,7.2750E-9,1.1000,15.9036E-
9,1.2000,15.9036E-9,500.0000E-3,19.7156E-9,100.0000E-3,22.0500E-9,100.0000E-
3,22.0500E-9,1.5000
:MASK:USER:SEG2:POINTS  -7.5000E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-500.0000E-3,22.0500E-9,-
100.0000E-3,13.4214E-9,-200.0000E-3,13.4214E-9,500.0000E-3,11.6780E-9,800.0000E-
3,7.2750E-9,900.0000E-3,2.8720E-9,800.0000E-3,1.1286E-9,500.0000E-3,1.1286E-9,-
200.0000E-3,-7.5000E-9,-100.0000E-3
:MASK:USER:SEG3:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG4:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG5:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG6:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG7:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
:MASK:USER:SEG8:POINTS 0.0E+0,0.0E+0
```

원격 인터페이스를 통해 사용자 지정 마스크 만들기: 원격 인터페이스 명령을 사용하여 마스크를 만들고 편집하려면 MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 오실로스코프 프로그래머 설명서를 참조하십시오.

테스트 설정

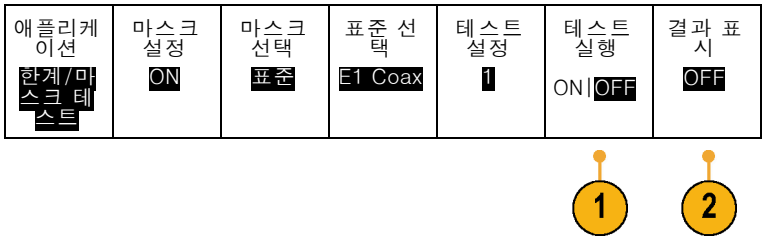
한계 또는 마스크 테스트를 설정하려면 오실로스코프에 테스트 소스를 연결합니다. 한계 테스트의 경우 한계 테스트 마스크를 만들 때 사용한 것과 동일한 값으로 테스트 소스 수평 및 수직 설정을 지정합니다. 하단 베젤 **테스트 설정** 메뉴 항목을 누르고 다음을 설정합니다.

설정	설명
소스 채널	테스트할 채널 선택
위반 한계값	테스트 상태가 실패로 간주되기 전에 발생할 수 있는 위반 수를 설정합니다.
상태 정지 파형 수	설정한 파형 수를 초과하면 정지하도록 테스트를 설정합니다.
상태 정지 시간	설정한 시간이 경과하면 정지하도록 테스트를 설정합니다.
실패 시 동작 선택	오실로스코프가 테스트 실패에 응답하는 방법을 설정합니다. 다음과 같은 동작을 설정할 수 있습니다. 획득 정지 파형을 파일에 저장 화면 이미지를 파일에 저장 화면 이미지 인쇄 보조 출력 펄스 원격 인터페이스 서비스 요청 설정(SRQ)
테스트 완료 시 동작 선택	오실로스코프가 테스트 완료에 응답하는 방법을 설정합니다. 다음과 같은 동작을 설정할 수 있습니다. 보조 출력 펄스 원격 인터페이스 서비스 요청 설정(SRQ)
사전 테스트 지연	테스트 시작 전 지연을 설정합니다.

설정	설명
테스트 반복	테스트가 최소 파형 또는 최소 시간 동안 실행된 경우 테스트를 반복하도록 하려면 On을 설정합니다. 테스트가 한 번만 실행되고 반복되지 않도록 하려면 Off를 설정합니다.
마스크 극성	테스트 중 사용할 마스크 극성을 설정합니다. **모두**를 선택하면 테스트는 예상 파형 수 또는 시간의 절반에 대해서 **보통** 극성으로 실행되고 나머지 테스트에 대해서는 **반전** 극성으로 실행됩니다.

테스트 실행 및 결과 보기

1. 하단 베젤 **테스트 실행** 항목을 눌러 테스트를 시작 및 중지합니다.
2. 하단 베젤 **결과 표시** 항목을 누르면 이때 표시되는 사이드 메뉴에서 기본 결과 또는 자세한 결과를 표시할지 여부를 선택합니다. 또한 결과를 재설정할 수도 있습니다.



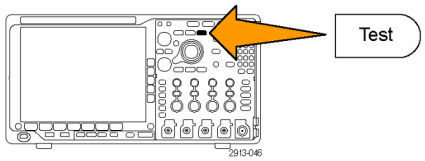
빠른 팁

- 평균 획득 모드를 사용하면 더 부드럽고 깔끔한 한계 테스트 마스크를 만들 수 있습니다.
- 이후에 마스크를 다시 사용하려면 하단 메뉴에서 **마스크 설정**을 선택하고 이때 나타나는 사이드 베젤 메뉴에서 **파일에 마스크 저장**을 선택하여 파일에 마스크를 저장합니다.
- 테스트 소스 설정을 간소화하려면 오실로스코프 설정을 신속하게 다시 로드하고 한계 테스트의 테스트 소스로 제대로 표시할 수 있도록 오실로스코프 설정을 저장합니다.
- 하단 메뉴에서 **마스크 설정**을 선택하고 이때 표시되는 사이드 베젤 메뉴에서 **마스크를 소스로 잠금**을 On으로 선택하여 소스 채널 설정 변경에 따라 마스크의 스케일이 자동으로 다시 조정되도록 할 수 있습니다.
- 마스크 테스트를 사용하는 경우 연산 파형은 사용할 수 없습니다.

전원 분석

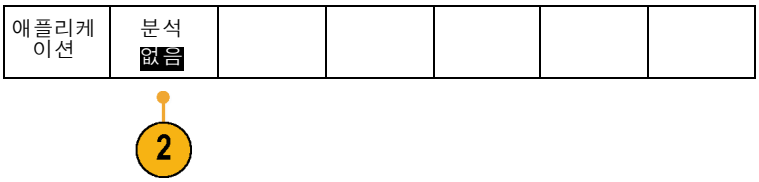
DPO4PWR 전원 분석 모듈에서 전원 신호를 획득하고 측정 및 분석할 수 있습니다. 이 애플리케이션을 사용하려면

1. **테스트**를 누릅니다.



2. 범용 노브 a를 돌려 **전력 분석**을 선택합니다.

3. **분석**을 누릅니다.



4. 사이드 베젤 버튼을 사용하여 원하는 분석 기능을 선택합니다.

   전원 품질, 스위칭 손실, 고조파, 리플, 변조, 안전 동작 영역 및 지연시간 중에서 선택합니다. 자세한 정보는 DPO3PWR 및 DPO4PWR 전력 분석 모듈 사용 설명서를 참조하십시오.

정보 저장 및 호출

오실로스코프는 설정, 파형 및 화면 이미지를 위한 영구적인 저장 장치를 제공합니다. 오실로스코프의 내부 저장 장치를 사용하여 설정 파일 및 기준 파형 데이터를 저장하십시오.

USB 드라이브나 네트워크 드라이브와 같은 외부 저장 장치를 사용하여 설정, 파형 및 화면 이미지를 저장합니다. 추가 분석 및 보관을 위해 원격 컴퓨터로 데이터를 전달하려면 외부 저장 장치를 사용하십시오.

외부 파일 구조: 외부 저장 장치에 정보를 저장하는 경우 해당 메뉴(예: 설정 및 파형을 저장하기 위한 **파일** 사이드 베젤 메뉴)를 선택하고 범용 노브 a를 돌려 외부 파일 구조를 스크롤합니다.

- E: 전면 오실로스코프에 있는 첫 번째(왼쪽) USB 포트에 꽂혀 있는 USB 메모리 장치입니다.
- F: 전면 오실로스코프에 있는 두 번째(오른쪽) USB 포트에 꽂혀 있는 USB 메모리 장치입니다.
- G: 및 H: 오실로스코프 후면의 USB 포트에 꽂혀 있는 USB 메모리 장치입니다.
- I~Z는 네트워크 저장 위치입니다.

범용 노브 a를 사용하여 파일 목록을 스크롤합니다. **선택** 전면 패널 버튼을 사용하여 폴더를 열고 닫습니다.

파일 이름 지정:

오실로스코프는 작성되는 모든 파일에 다음 형식의 기본 이름을 제공합니다.

- 설정 파일의 경우 tekXXXXX.set(여기서 XXXXX는 00000에서 99999 사이의 정수)
- 이미지 파일의 경우 tekXXXXX.png, tekXXXXX.bmp 또는 tekXXXXX.tif
- 스프레드시트 파일의 경우 tekXXXXYYY.csv 또는 내부 형식 파일의 경우 tekXXXXYYY.isf

파형의 경우 XXXX는 0000에서 9999 사이의 정수입니다. YYY는 파형의 채널이며 다음 중 하나가 될 수 있습니다.

- 아날로그 채널의 경우 CH1, CH2, CH3 또는 CH4
- 디지털 채널의 경우 D00, D01, D02, D03 등과 같은 방식으로 D15까지
- 연산 파형의 경우 MTH
- 기준 메모리 파형의 경우 RF1, RF2, RF3 또는 RF4
- 모든 파형 저장 선택 시에 여러 채널을 포함하는 단일 스프레드시트 파일의 경우 ALL

RF 형적의 경우 XXXX는 0000~9999 범위의 정수입니다. YYY는 형적을 정의하며 다음 중 하나일 수 있습니다.

- 보통 형적을 의미하는 NRM
- 평균 형적을 의미하는 AVG
- 최대 홀드 형적을 의미하는 MAX
- 최소 홀드 형적을 의미하는 MIN
- 진폭 대 시간 형적을 의미하는 AVT
- 주파수 대 시간 형적을 의미하는 FVT

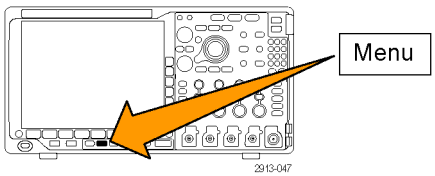
- 위상 대 시간 형적을 의미하는 PVT
- 기저 대역 I & Q 파일을 의미하는 TIQ

주석노트. 아날로그, 디지털 및 RF 파형과 형적 및 이러한 항목(예: 연산 및 기준)에서 파생된 파형 및 형적을 ISF 파일에 저장할 수 있습니다. 모든 채널을 ISF 형식으로 저장할 경우 파일 그룹이 저장됩니다. 각각에 대한 XXXX의 값은 동일하지만 YYY 값은 모든 파형 저장 작업을 수행할 때 켜져 있었던 서로 다른 채널로 설정됩니다.

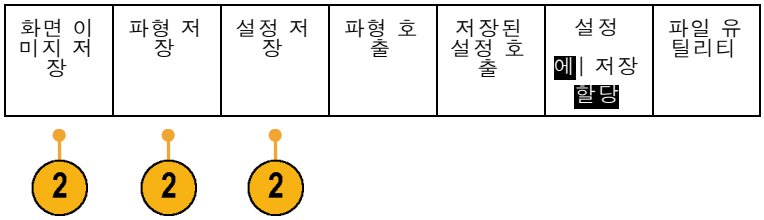
XXXX 값은 동일한 형식의 파일을 저장할 때마다 자동으로 증분됩니다. 예를 들어, 파일을 처음 저장할 때 파일 이름은 tek00000이 됩니다. 다음에 동일한 형식의 파일을 저장할 경우 파일 이름은 tek00001이 됩니다.

파일, 디렉토리, 기준 파형 또는 장비 설정 이름 편집: 나중에 알아 볼 수 있는 설명이 포함된 파일 이름을 제공하십시오. 파일 이름, 디렉토리 이름, 기준 파형 및 장비 설정 레이블을 편집하려면

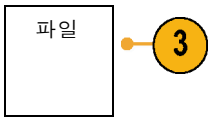
1. Save / Recall **메뉴**를 누릅니다.



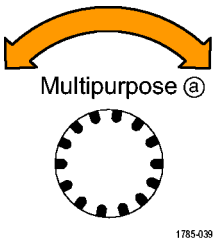
2. **화면 이미지 저장**, **파형 저장** 또는 **설정 저장**을 누릅니다.



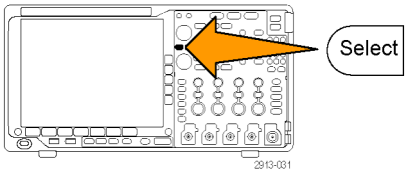
3. 파형 및 설정 파일의 경우 적절한 사이드 베젤 메뉴 항목을 눌러 파일 관리자를 입력합니다.



4. 범용 노브 a를 돌려 파일 구조를 스크롤합니다. (168페이지의 *외부 파일 구조* 참조)

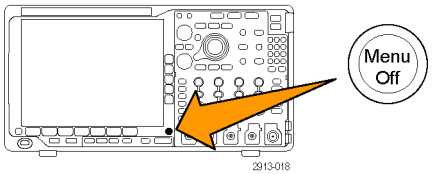


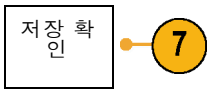
5. 파일 폴더를 열거나 닫으려면 **선택**을 누릅니다.



6. **파일 이름 편집**을 누릅니다.
   채널의 레이블을 편집하는 방법과 동일하게 파일 이름을 편집합니다. (53페이지의 *채널 및 버스 레이블 지정* 참조)

7. Menu Off 버튼을 눌러 저장 작업을 취소하거나 사이드 베젤 메뉴 **저장 확인** 항목을 눌러 작업을 완료합니다.

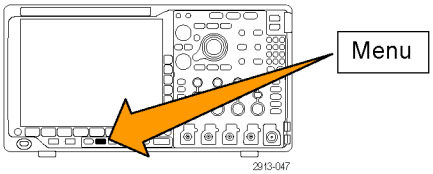




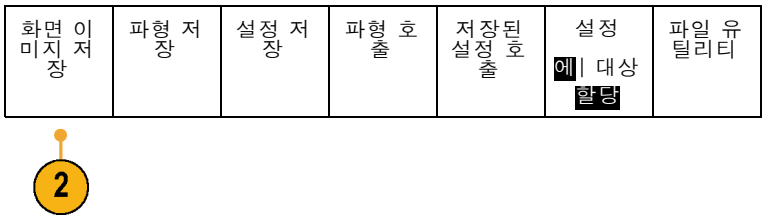
화면 이미지 저장

화면 이미지는 오실로스코프 화면의 그래픽 이미지로 구성됩니다. 이 이미지는 파형의 각 포인트에 대한 숫자 값으로 구성된 파형 데이터와 다릅니다. 화면 이미지를 저장하려면

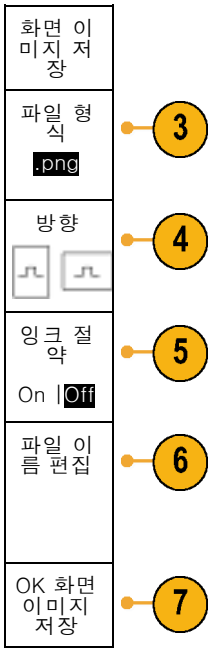
1. Save / Recall Menu를 누릅니다.
   아직 Save 버튼은 누르지 마십시오.



2. 하단 베젤 메뉴에서 **화면 이미지 저장**을 누릅니다.



3. 사이드 베젤 메뉴에서 **파일 형식**을 반복해서 눌러 .tif, .bmp 및 .png 형식 중에서 선택합니다.
4. **방향**을 눌러 이미지를 가로 방향(수평)으로 저장할지 아니면 세로 방향(수직)으로 저장할지 선택합니다.
5. **잉크 절약**을 눌러 **잉크 절약** 모드를 켜거나 끕니다. 켜져 있는 경우 이 모드는 흰색 배경을 표시합니다.
6. **파일 이름 편집**을 눌러 화면 이미지 파일의 사용자 정의 이름을 만듭니다. 기본 이름을 사용하려면 이 단계를 건너뛰십시오.
7. **화면 이미지 저장 확인**을 눌러 선택한 미디어에 이미지를 씁니다.

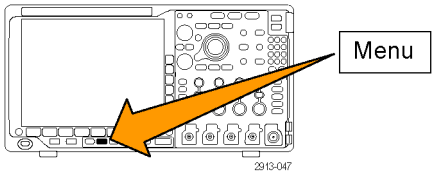


파형의 화면 이미지 인쇄에 대한 자세한 내용을 보려면 하드 카피 인쇄로 이동하십시오. (179페이지의 *하드 카피 인쇄* 참조)

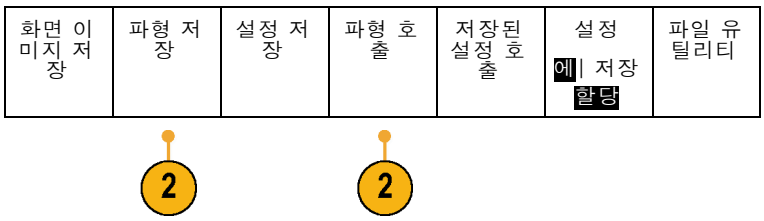
파형 및 형적 데이터 저장 및 호출

파형 및 형적 데이터는 파형 또는 형적의 각 포인트에 대한 숫자 값으로 구성되며 화면의 그래픽 이미지가 아닌 데이터를 복사합니다. 현재 파형 또는 형적 데이터를 저장하거나 이전에 저장한 파형 또는 형적 데이터를 호출하려면

1. Save / Recall Menu를 누릅니다.



2. 하단 베젤 메뉴에서 **파형 저장** 또는 **파형 호출**을 누릅니다.



주석노트. 오실로스코프는 디지털 파형을 기준 메모리가 아니라 .csv 파일에 저장할 수 있습니다. 오실로스코프는 디지털 파형을 호출할 수 없습니다.

주석노트. 오실로스코프는 RF 획득을 .TIQ 파일로 저장할 수 있지만 호출할 수는 없습니다. Tektronix SignalVu 벡터 신호 분석 소프트웨어에서 .TIQ 파일을 사용할 수 있습니다.

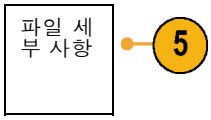
3. Multipurpose 노브 a를 돌리고 사이드 메뉴에서 표시되는 파형 또는 형적 중 하나를 선택합니다. 또는 **모든 표시 파형**을 선택합니다.

   RF 형적 데이터를 저장할 때 표준 디스플레이 데이터로 저장하거나 기저 대역 I & Q 데이터(.TIQ 파일)로 저장하도록 선택할 수 있습니다. Tektronix SignalVu 벡터 신호 분석 소프트웨어에서 I & Q 데이터를 사용합니다.

4. Multipurpose 노브 b를 돌리고 파형 또는 형적 데이터를 저장할 위치나 호출할 위치를 선택합니다.

   USB 드라이브나 마운트된 네트워크 드라이브에 외부적으로 정보를 저장하십시오. 또는 네 개의 기준 파일 중 하나에 내부적으로 정보를 저장하십시오.

5. USB 또는 네트워크 드라이브에 저장하려면 **파일 세부 사항**을 누릅니다.



이렇게 하면 파일 관리자 화면이 나타납니다. 이 화면에서 원하는 드라이브 및 폴더로 이동하고, 원하는 경우 파일 이름을 지정합니다. 기본 이름 및 위치를 사용하려면 이 단계를 건너뛰십시오.

파일에 파형 저장: **파일 세부 사항** 사이드 베젤 메뉴 버튼을 누르면 오실로스코프의 사이드 베젤 메뉴 내용이 변경됩니다. 다음 표는 데이터를 일괄 저장 파일로 저장하는 이 사이드 베젤 메뉴 항목을 설명합니다.

사이드 베젤 메뉴 버튼	설명
장비별 파일(.ISF) 형식	오실로스코프가 아날로그, 디지털 또는 RF 채널(및 해당 채널에서 파생된(가능한 경우) 연산과 기준 파형)의 데이터를 장비별 파일(.isf) 형식으로 저장하도록 설정합니다. 이 형식은 쓰기가 가장 빠릅니다. 또한 가장 작은 크기의 파일을 만듭니다. 아날로그 파형 또는 RF 형적을 기준 메모리로 호출하여 보거나 측정하려는 경우 이 형식을 사용하십시오.
스프레드시트 파일 형식(.csv)	오실로스코프가 데이터를 일반적인 스프레드시트 프로그램과 호환되는 쉼표로 구분된 데이터 파일로 저장하도록 설정합니다. 이 파일 형식으로 저장된 아날로그 및 RF 데이터는 기준 메모리로 호출할 수도 있습니다.

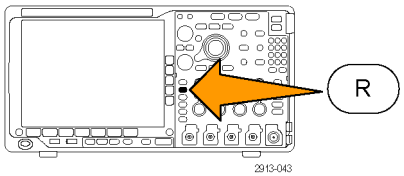
기준 메모리에 파형 또는 형적 저장: 파형 또는 형적을 오실로스코프 내부의 비휘발성 메모리에 저장하려면 **파형 저장** 화면 버튼을 누르고 저장하려는 파형을 선택한 다음 네 개의 기준 파형 위치 중 하나를 선택합니다.

저장된 파형에는 최신 획득만 포함되어 있습니다. 그레이스케일 정보가 있는 경우 이 정보는 저장되지 않습니다.

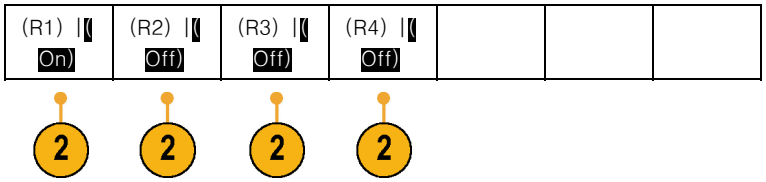
주석노트. 10M 및 20M 기준 파형은 휘발성으로, 오실로스코프 전원을 끌 경우 저장되지 않습니다. 이 파형을 보관하려면 외부 저장 장치에 저장하십시오.

기준 파형 표시: 비휘발성 메모리에 저장된 파형을 표시하려면

1. **기준 R**을 누릅니다.



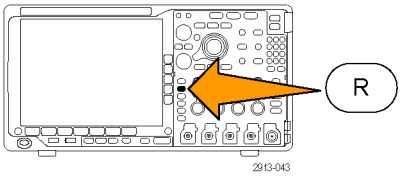
2. R1, R2, R3 또는 R4를 누릅니다.



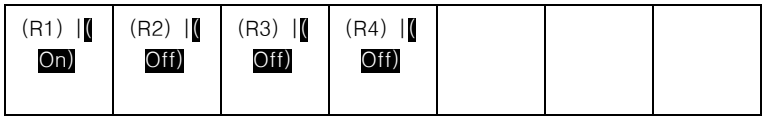
사이드 메뉴 **기준 세부 사항**을 누르면 기준에 아날로그 파형이 들어 있는지 아니면 RF 형적 정보가 들어 있는지를 알 수 있습니다.

화면에서 기준 파형 제거: 디스플레이에서 기준 파형을 제거하려면

1. **기준** R을 누릅니다.



2. R1, R2, R3 또는 R4 하단 베젤 버튼을 눌러 디스플레이에서 기준 파형 또는 형적을 제거합니다.



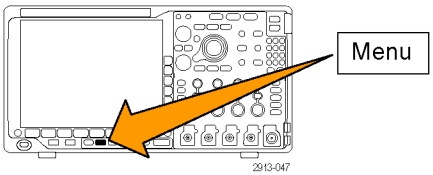
기준 파형은 비휘발성 메모리에 여전히 있으며 버튼을 다시 눌렀을 때 다시 표시될 수 있습니다.

주석노트. 10M 및 20M 기준 파형은 휘발성으로, 오실로스코프 전원을 끌 경우 저장되지 않습니다. 이러한 파형을 보관하려면 외장 스토리지에 저장하십시오.

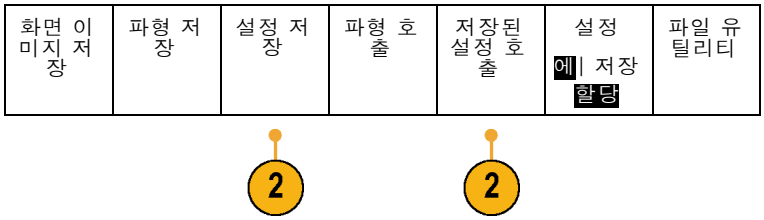
설정 및 호출 저장

설정 정보에는 수직, 수평, 트리거, 커서 및 측정 정보 같은 획득 정보가 들어 있습니다. GPIB 주소 같은 통신 정보는 포함되어 있지 않습니다. 설정 정보를 저장하려면

1. Save / Recall **메뉴**를 누릅니다.



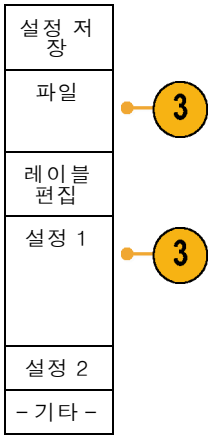
2. 하단 베젤 메뉴에서 **설정 저장** 또는 **설정 호출**을 누릅니다.



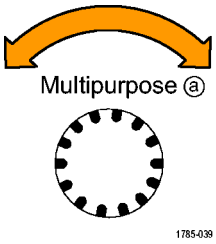
3. 이때 표시되는 사이드 베젤 메뉴에서 설정을 저장하거나 호출할 위치를 선택합니다.

   오실로스코프의 10개 내부 설정 메모리 중 하나에 설정 정보를 저장하려면 해당 사이드 베젤 버튼을 누릅니다.

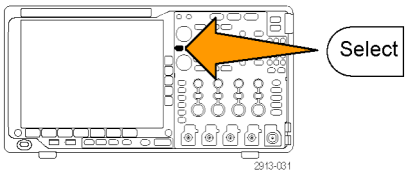
   USB 또는 네트워크 드라이브에 설정 정보를 저장하려면 **파일** 버튼을 누르십시오.



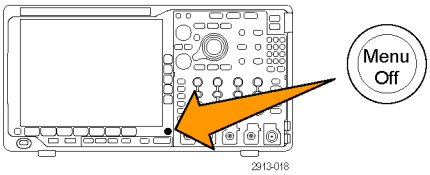
4. USB 또는 네트워크 드라이브에 정보를 저장하는 경우 범용 노브 a를 돌려 파일 구조를 스크롤합니다. (168 페이지의 *외부 파일 구조* 참조)



   파일 폴더를 열거나 닫으려면 **선택**을 누릅니다.



   Menu Off 버튼을 눌러 저장 작업을 취소하거나 사이드 베젤 메뉴 **선택한 파일에 저장** 항목을 눌러 작업을 완료합니다.



5. 파일을 저장합니다.

선택한 파일에 저장

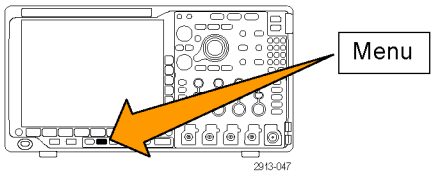
빠른 팁

- **Default Setup 호출**. Default Setup 버튼을 눌러 오실로스코프를 기존 설정으로 초기화하십시오. (55페이지의 *Default Setup 사용* 참조)

한 번 버튼 누르기로 저장

Save/Recall 메뉴 버튼 및 메뉴를 사용하여 save/recall 매개변수를 정의한 후에 Save 버튼을 한 번 눌러 파일을 저장할 수 있습니다. 예를 들어, USB 플래시 드라이브에 파형 데이터를 저장하도록 저장 작업을 정의한 경우 매번 Save 버튼을 누르면 현재 파형 데이터가 정의된 USB 플래시 드라이브에 저장됩니다.

1. Save 버튼 동작을 정의하려면 **Save/Recall 메뉴**를 누릅니다.



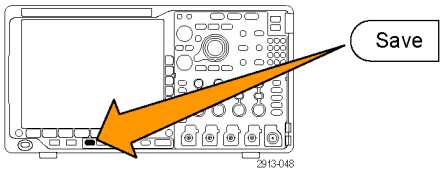
2. **다음 대상 저장 할당...**을 누릅니다.

화면 이미지 저장	파형 저장	설정 저장	파형 호출	저장된 설정 호출	설정 예 | 저장 할당	파일 유틸리티

3. Save 버튼을 누른 경우 저장하려는 항목에 해당하는 사이드 버튼을 누릅니다.

저장 할당
화면 이미지
파형
설정
이미지, 파형 및 설정

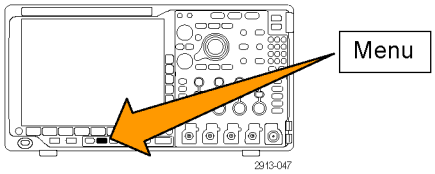
4. 지금부터는 Save를 누르면 매번 메뉴를 탐색할 필요 없이 방금 지정한 작업을 오실로스코프에서 수행합니다.



드라이브, 디렉토리 및 파일 관리

오실로스코프 사용자 인터페이스에서 드라이브, 디렉토리 및 파일을 관리할 수 있습니다.

1. Save/Recall **메뉴**를 누릅니다.



2. **파일 유틸리티**를 누릅니다.

화면 이미지 저장	파형 저장	설정 저장	파형 호출	설정 호출	다음 대상 저장 | 할당 설정	파일 유틸리티

사이드 메뉴에서 원하는 파일 작업을 선택합니다. 다음 작업 중 선택할 수 있습니다.

- 새 폴더 만들기
- 강조 표시된 디렉토리 또는 파일 삭제
- 강조 표시된 드라이브, 디렉토리 또는 파일 복사
- 이전에 복사한 드라이브, 디렉토리 또는 파일 붙여넣기
- 네트워크 드라이브 마운트 또는 마운트 해제
- 강조 표시된 드라이브, 디렉토리 또는 파일 이름 바꾸기
- 강조 표시된 드라이브 포맷

네트워크 드라이브 마운트

PC 또는 파일 서버와 같은 네트워크 스토리지 장치를 마운트하여 설정, 파형 및 화면 이미지를 드라이브에 직접 저장하거나 드라이브에서 파형 또는 설정을 호출할 수 있습니다.

네트워크 드라이브에서 파일을 저장 또는 호출하려면 먼저 네트워크에 오실로스코프를 연결해야 합니다(25페이지의 *오실로스코프를 컴퓨터에 연결* 참조).

주석노트. 네트워크 관련 정보는 네트워크 관리자에게 문의하십시오.

네트워크 연결 설정 후 다음을 수행합니다.

1. 전면 패널에서 Save/Recall Menu를 누릅니다.

2. 하단 베젤 **파일 유틸리티** 항목을 누르고 이때 나타나는 사이드 메뉴에서 **– 계속 –** 1/2를 선택합니다. 그런 다음 **마운트**를 선택합니다.

3. 이때 나타나는 사이드 메뉴에서 다음을 설정합니다.

설정	설명
드라이브 문자	I: ~ Z: 중에서 선택합니다.
서버 이름 또는 IP 주소	USB 키보드 또는 화면 인터페이스를 사용하여 서버 이름 또는 IP 주소를 입력합니다.
경로	USB 키보드 또는 화면 인터페이스를 사용하여 공유 파일 경로를 입력합니다. 예를 들어 “C:₩Example”이라는 MS Windows PC 디렉터리를 마운트하려면 “C$₩Example”을 입력합니다. 달러 기호를 사용하면 공유가 가능합니다. 콜론은 사용할 필요가 없습니다.
사용자 이름	필요한 경우 USB 키보드 또는 화면 인터페이스를 사용하여 사용자 이름을 입력합니다.
사용자 암호	필요한 경우 USB 키보드 또는 화면 인터페이스를 사용하여 사용자 암호를 입력합니다. 암호를 입력하면 오실로스코프에는 “*”만 표시됩니다. **확인 승인**을 누르면 별표는 화면에서 지워집니다.

주석노트. 네트워크 위치에서 파일을 공유할 수 있는지 확인합니다.

4. **확인 승인**을 누릅니다.

주석노트. 네트워크 드라이브를 마운트 해제하려면 전면 패널 Save/Recall Menu 버튼, 하단 베젤 메뉴 **파일 유틸리티**, 사이드 메뉴 **– 계속 –** 1/2 및 **마운트 해제** 항목을 누릅니다.

주석노트. 오실로스코프가 꺼진 경우 마운트된 모든 네트워크 위치는 오실로스코프 전원이 켜지면 자동으로 다시 마운트됩니다. 전원이 켜질 때 자동으로 다시 마운트하지 않으려는 네트워크 위치를 모두 마운트 해제합니다.

하드 카피 인쇄

오실로스코프 화면에 나타나는 이미지를 인쇄하려면 다음 절차를 따르십시오.

오실로스코프에 프린터 연결

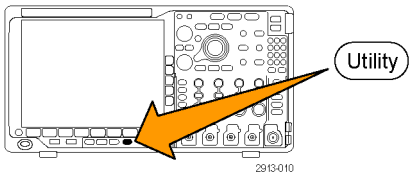
오실로스코프의 후면 또는 전면 패널의 USB 포트에 PictBridge 이외의 프린터를 연결합니다. 또는 PictBridge 프린터를 후면 패널의 USB 장치 포트에 연결하거나 이더넷 포트를 통해 네트워크 프린터를 연결합니다.

주석노트. 호환 가능한 프린터 목록은 www.tektronix.com/printer_setup 웹 페이지를 참조하십시오.

인쇄 매개 변수 설정

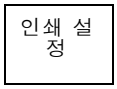
하드 카피를 인쇄하도록 오실로스코프를 설정하려면

1. Utility를 누릅니다.

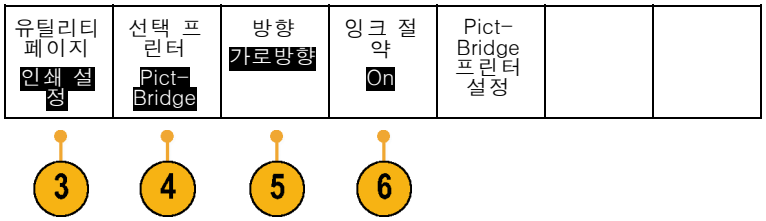


2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 **인쇄 설정**을 선택합니다.



4. 기본 프린터를 변경하는 경우 **선택 프린터**를 누릅니다.



범용 노브 a를 돌려 사용 가능한 프린터 목록을 스크롤합니다.

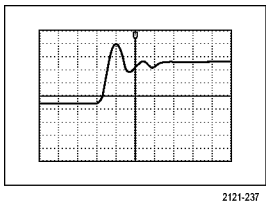
선택을 눌러 원하는 프린터를 선택합니다.

목록에 PictBridge가 아닌 USB 프린터를 추가하려면 USB 호스트 포트에 프린터를 꽂습니다. 오실로스코프는 대부분의 프린터를 자동으로 인식합니다.

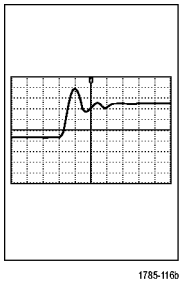
PictBridge USB 프린터를 설정하려면 다음 항목을 참조하십시오.

목록에 이더넷 프린터를 추가하려면 해당 항목을 참조하십시오. (181페이지의 *이더넷에서 인쇄* 참조)

5. 이미지 방향(세로 또는 가로 방향)을 선택합니다.



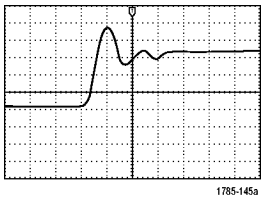
가로 방향



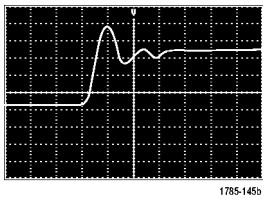
세로 방향

6. **잉크 절약** ON 또는 OFF를 선택합니다.

ON을 선택하면 흰색 배경에 사본이 인쇄됩니다.



잉크 절약 ON

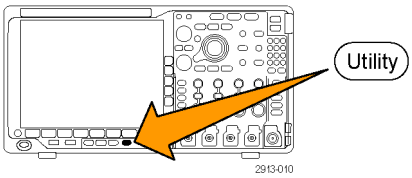


잉크 절약 OFF

PictBridge 프린터로 인쇄

PictBridge 프린터로 인쇄하도록 오실로스코프를 설정하려면

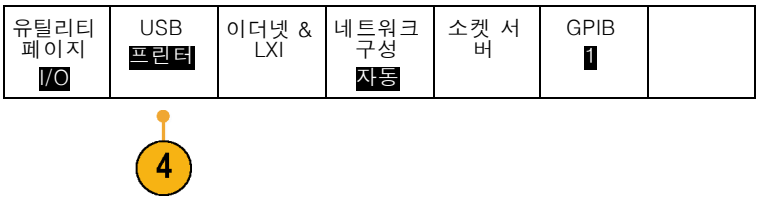
1. **Utility**를 누릅니다.



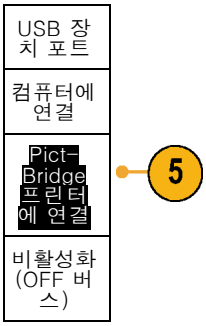
2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 I/O를 선택합니다.

4. USB를 누릅니다.



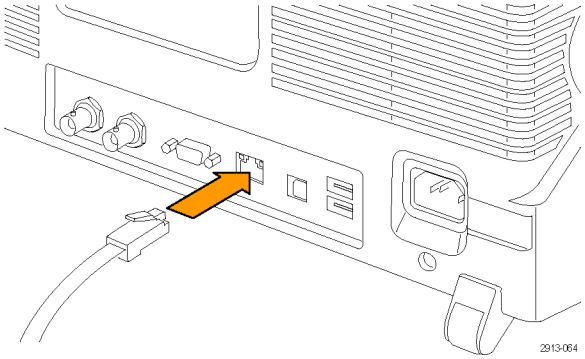
5. **PictBridge 프린터에 연결**을 누릅니다.



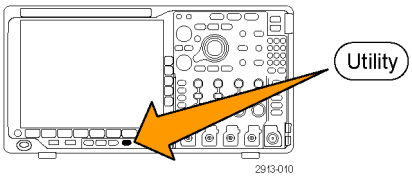
이더넷에서 인쇄

이더넷에서 인쇄하도록 오실로스코프를 설정하려면

1. 후면 패널 이더넷 포트에 이더넷 케이블을 연결합니다.

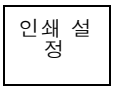


2. Utility를 누릅니다.



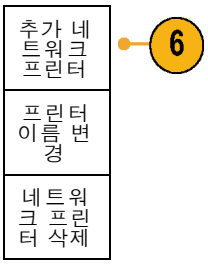
3. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

4. 범용 노브 a를 돌려 **인쇄 설정**을 선택합니다.



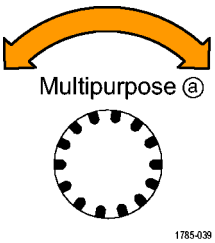
5. **선택 프린터**를 누릅니다.

6. **추가 네트워크 프린터**를 누릅니다.



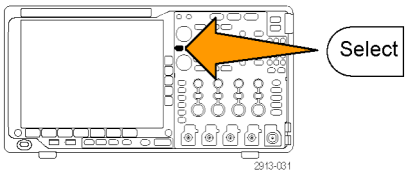
7. 입력하려는 프린터 이름의 첫 번째 문자를 찾으려면 범용 노브 a를 돌려 글자, 숫자 및 기타 문자를 스크롤합니다.

   USB 키보드를 사용하는 경우 화살표 키를 사용하여 삽입 지점을 배치하고 프린터 이름을 입력합니다. (33 페이지의 *오실로스코프에 USB 키보드 연결* 참조)



ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
0123456789_=+−!@#$%^&*()[]{}<>/~'"₩|:,.?

8. 사용하기에 적합한 문자를 선택했음을 오실로스코프가 인식하도록 하려면 **선택** 또는 **문자 입력**을 누릅니다.



하단 베젤 버튼을 사용하여 필요에 따라 이름을 편집할 수 있습니다.

Char 입력		←	→	백 스페이스	삭제	취소

9. 원하는 문자를 모두 입력할 때까지 계속 스크롤하고 **선택**을 누릅니다.

10. 문자 커서를 **서버 이름** 필드 바로 아래 행으로 이동하려면 아래쪽 화살표 키를 누릅니다.
11. 이름을 입력하는 데 필요한 만큼 여러 번 범용 노브 a를 돌리고 **선택** 또는 **문자 입력**을 누릅니다.
12. 원하는 경우 아래쪽 화살표 키를 눌러 문자 커서를 **서버 IP 주소:** 필드 바로 아래 행으로 이동합니다.

프린터 추가
↑
↓
확인 승인

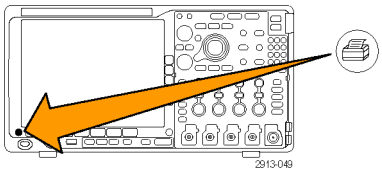
13. 이름을 입력하는 데 필요한 만큼 여러 번 범용 노브 a를 돌리고 **선택** 또는 **문자 입력**을 누릅니다.
14. 완료했으면 **승인 확인**을 누릅니다.

주석노트. 오실로스코프에 동시에 여러 대의 프린터가 연결되어 있는 경우 Utility > 시스템 > 인쇄 설정 > 프린터 선택 메뉴 항목에 나와 있는 프린터로 인쇄됩니다.

한 번 버튼 누르기로 인쇄

오실로스코프에 프린터를 연결하고 인쇄 매개 변수를 설정했으면 버튼을 한 번만 눌러 현재 화면 이미지를 인쇄할 수 있습니다.

전면 패널의 왼쪽 맨 아래에 있는 프린터 아이콘 버튼을 누릅니다.



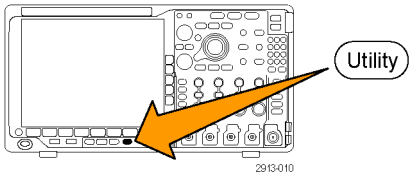
오실로스코프 메모리 지우기

TekSecure 기능을 사용하면 비휘발성 메모리에 저장된 모든 설정 및 파형 정보를 지울 수 있습니다. 오실로스코프에서 기밀 데이터를 획득한 경우 오실로스코프를 다시 일반적인 용도로 사용하기 전에 TekSecure 기능을 실행해야 합니다. TekSecure 기능은 다음과 같습니다.

- 모든 기준 메모리에 있는 모든 파형을 널 값으로 바꿉니다.
- 현재 전면 패널 설정 및 저장된 모든 설정을 기본 설정으로 바꿉니다.
- 확인의 성공 여부에 따라 확인 또는 경고 메시지를 표시합니다.

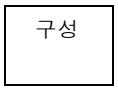
TekSecure를 사용하려면

1. Utility를 누릅니다.



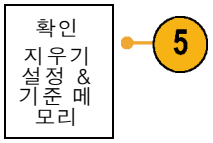
2. **유틸리티 페이지**를 누릅니다.

3. 범용 노브 a를 돌려 **구성**을 선택합니다.

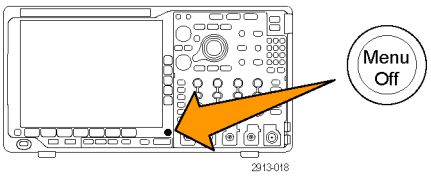


4. TekSecure를 누릅니다.

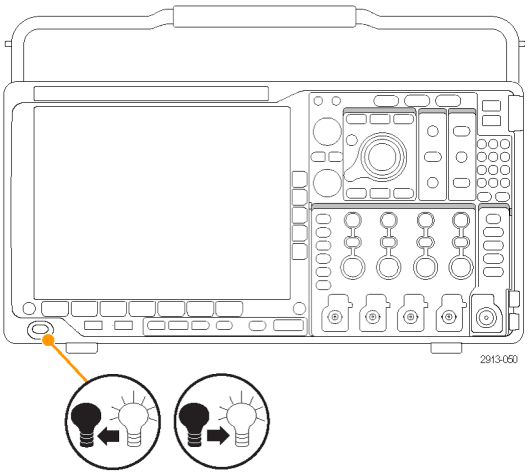
5. 사이드 베젤 메뉴에서 **확인 설정 및 Ref 메모리 삭제**를 누릅니다.



절차를 취소하려면 Menu Off를 누르십시오.



6. 오실로스코프 전원을 끈 다음 다시 켜서 과정을 완료합니다.



애플리케이션 모듈 사용

옵션 애플리케이션 모듈 패키지는 오실로스코프의 기능을 확장합니다. (16페이지의 *애플리케이션 모듈 무료 평가판* 참조) (16페이지의 *애플리케이션 모듈 설치* 참조)

애플리케이션 모듈 설치와 테스트에 관한 지시 사항은 애플리케이션 모듈과 함께 제공된 MSO4000B, DPO4000B 및 MDO4000 시리즈 애플리케이션 모듈 설치 설명서를 참조하십시오. 일부 모듈에 대해서는 다음 목록에 설명되어 있습니다. 추가 모듈을 사용할 수 있습니다. 자세한 내용은 Tektronix 대리점에 문의하거나 www.tektronix.com 웹 사이트를 참조하십시오. 또한 설명서 앞부분에 있는 Tektronix 연락처(Contacting Tektronix)를 참조하십시오.

- **DPO4AERO 항공 우주 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 MIL-STD-1553 버스에 트리거링 및 분석 기능을 추가합니다.
- **DPO4AUDIO 오디오 직렬 트리거링 및 분석 모듈**을 사용하면 I^2, LJ(왼쪽 정렬), RJ(오른쪽 정렬) 및 TDM 버스에 대한 트리거링 및 분석이 가능합니다.
- **DPO4AUTO 자동 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 자동 디자인(CAN 및 LIN)에 사용되는 직렬 버스의 패킷 레벨 정보에 트리거링 및 분석은 물론 직렬 버스를 효율적으로 분석하는 데 도움이 되는 분석 도구를 추가합니다.
- **DPO4AUTOMAX FlexRay, CAN 및 LIN 직렬 트리거링과 분석 모듈**은 DPO4AUTO 모듈 기능과 함께 FlexRay 직렬 버스 지원을 제공합니다.
- **DPO4COMP 컴퓨터 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 RS-232, RS-422, RS-485 및 UART 버스의 바이트 또는 패킷 레벨 정보에 대한 트리거링 및 분석뿐만 아니라 직렬 버스를 효율적으로 분석하는 데 도움이 되는 분석 도구를 추가합니다. 디지털 신호 보기, 버스 보기, 버스 디코딩, 검색 도구 및 시간소인 정보가 있는 이벤트 표 등이 이러한 도구에 포함됩니다.
- **DPO4EMBD 내장 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 내장 디자인(I^2C 및 SPI)에 사용되는 직렬 버스의 패킷 레벨 정보에 트리거링 및 분석은 물론 직렬 버스를 효율적으로 분석하는 데 도움이 되는 분석 도구를 추가합니다.
- **DPO4ENET 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 10BASE-T 및 100BASE-TX 버스 신호에 트리거링 및 분석 기능을 추가합니다.

주석노트. 100BASE-TX의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

- **DPO4LMT 한계 및 마스크 테스트 모듈**은 사용자 지정 수평 및 수직 한계와의 비교 파형이나 텔레콤 표준 마스크 또는 사용자 지정 마스크에 대해 획득한 파형의 테스트 기능을 추가합니다.

주석노트. 55Mb/s 이상의 텔레콤 표준의 경우 350MHz 이상의 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

고속(HS) USB에는 1GHz 대역폭 모델을 사용하는 것이 좋습니다.

- **DPO4PWR 전원 분석 모듈**에서는 전원 품질, 스위칭 손실, 고조파, 리플, 변조, 안전 동작 영역 및 회전율(dV/dt 및 dI/dt)도 측정할 수 있습니다.

- **DPO4USB USB 2.0 직렬 트리거링 및 분석 모듈**은 USB 저속, 최고속 및 고속 버스에 트리거링 및 분석 기능을 추가합니다.

주석노트. 고속(HS) USB에는 1GHz 대역폭 모델이 필요합니다.

- **DPO4VID 확장 비디오 모듈**은 다양한 표준 HDTV 신호에서의 트리거링뿐만 아니라 3~4,000 라인을 사용하는 사용자 지정(비표준) 이중레벨 및 삼중레벨 비디오 신호에서의 트리거링도 추가합니다.
- **MDO4TRIG 고급 RF 트리거링 모듈**을 통해 펄스 폭, 타임아웃, 런트, 로직 및 시퀀스 트리거에 대한 소스로 RF 전력을 트리거링할 수 있습니다.

부록 A: MDO4000 사양

MDO4000 시리즈 오실로스코프 기술 참조에서 MDO4000 제품 사양에 대한 한층 자세한 목록을 볼 수 있습니다.

다음은 새 사용 설명서 사양입니다.

표 1: 아날로그 채널 입력 및 수직 사양

특성	설명		
✓ 입력 임피던스, DC 커플됨	1MΩ	1MΩ ±1%	
	50Ω	50Ω ±1%	
		MDO4104-3, MDO4104-6	VSWR ≤ 1.5:1 DC부터 1GHz까지, 편의 사양
		MDO4054-3, MDO4054-6	VSWR ≤ 1.5:1 DC부터 500MHz까지, 편의 사양
		MDO4034-3	VSWR ≤ 1.5:1 DC부터 350MHz까지, 편의 사양
		MDO4014-3	VSWR ≤ 1.5:1 DC부터 100MHz까지, 편의 사양
✓입력 커패시턴스, 1MΩ DC 커플됨, 표준	13pF ± 2pF		
✓ DC 균형	DC-50Ω 오실로스코프 입력 임피던스(50Ω BNC 종단됨)가 있는 0.1div DC-50Ω 오실로스코프 입력 임피던스(50Ω BNC 종단됨)가 있는 1mV/div의 0.2div DC-1MΩ 오실로스코프 입력 임피던스(50Ω BNC 종단됨)가 있는 0.2div		
✓ DC 게인 정확도	1MΩ, 50Ω 경로의 경우(직접 확인) 및 250KΩ 경로의 경우(간접 확인):50Ω 경로의 경우: ±2.0%, 30°C 이상에서 0.100%/°C로 감소, 1mV/Div 설정값 ±1.5%, 30°C 이상에서 0.100%/°C로 감소 ±3.0% 변수 게인, 30°C 이상에서 0.100%/°C로 감소		
✓오프셋 정확도	±[0.005 × | 오프셋 - 위치 | + DC 균형] 위치 및 상수 오프셋 항목은 둘 다 해당 volts/div 항목을 곱하여 볼트로 변환해야 합니다.		

표 1: 아날로그 채널 입력 및 수직 사양 (계속)

특성	설명		
✓ 아날로그 대역폭, 50Ω, DC 커플됨	아래 표시된 한계는 주변 온도가 ≤30°C(86°F)이고 대역폭 선택이 전체(Full)로 설정된 경우에 해당합니다. 30°C를 초과할 경우 각 °C마다 1%씩 대역폭 주파수 상한을 줄입니다.		
	장비	Volts/Div 설정값	대역폭
	MDO4104-3, MDO4104-6	5mV/div — 1V/div	1.00GHz에 대한 DC
		2mV/div — 4.98mV/div	350MHz에 대한 DC
		1mV/div — 1.99mV/div	175MHz에 대한 DC
	MDO4054-3, MDO4054-6	5mV/div — 1V/div	500MHz에 대한 DC
		2mV/div — 4.98mV/div	350MHz에 대한 DC
		1mV/div — 1.99mV/div	175MHz에 대한 DC
	MDO4034-3	2mV/div - 1V/div	DC - 350MHz
		1mV/div - 1.99mV/div	DC - 175MHz
	MDO4014-3	1mV/div - 1V/div	DC - 100MHz
✓ 아날로그 대역폭, 1MΩ, DC 커플됨, 편의 사양	아래 표시된 한계는 주변 온도가 ≤30°C(86°F)이고 대역폭 선택이 전체(FULL)로 설정된 경우에 해당합니다. 30°C를 초과할 경우 각 °C마다 1%씩 대역폭 주파수 상한을 줄입니다.		
	장비	Volts/Div 설정값	대역폭
	MDO4104-3, MDO4104-6 (TPP1000 프로브)	50mV/div - 100V/div	DC - 1,000MHz
		20mV/div - 49.8mV/div	DC - 350MHz
		10mV/div - 19.99mV/div	DC - 175MHz
	MDO4054-3, MDO4054-6 (TPP0500 프로브)	50mV/div - 100V/div	DC - 500MHz
		20mV/div - 49.89mV/div	DC - 350MHz
		10mV/div - 19.9mV/div	DC - 175MHz
	MDO4034-3 (TPP0500 프로브)	20mV/div - 100V/div	DC - 350MHz
		10mV/div - 19.9mV/div	DC - 175MHz
	MDO4014-3 (TPP0500 프로브)	10mV/div - 100V/div	DC - 100MHz

표 1: 아날로그 채널 입력 및 수직 사양 (계속)

특성	설명			
⁄ 랜덤 노이즈, 샘플 획득 모드	장비	대역폭 선택	RMS 노이즈(mV)	
			1MΩ	50Ω
	MDO4104-3, MDO4104-6	전체 대역폭	≤ (Volts/div 설정값의 300μV + 8.0%)	≤ (Volts/div 설정값의 75μV + 6.0%)
		250MHz 대역폭 제한	≤ (Volts/div 설정값의 100μV + 5.0%)	≤ (Volts/div 설정값의 50μV + 4.0%)
		20MHz 대역폭 제한	≤ (Volts/div 설정값의 100μV + 5.0%)	≤ (Volts/div 설정값의 50μV + 4.0%)
	MDO4054-3, MDO4054-6, MDO4034-3,	전체 대역폭	≤(Volts/div 설정값의 130μV + 8.0%)	≤(Volts/div 설정값의 130μV + 8.0%)
		250MHz 대역폭 제한	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 6.0%)	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 6.0%)
		20MHz 대역폭 제한	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 4.0%)	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 4.0%)
	MDO4014-3	전체 대역폭	≤(Volts/div 설정값의 130μV + 8.0%)	≤(Volts/div 설정값의 130μV + 8.0%)
		20MHz 대역폭 제한	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 4.0%)	≤(Volts/div 설정값의 100μV + 4.0%)

표 2: 수평 및 획득 시스템 사양

특성	설명
장기 샘플 속도 및 지연 시간 정확도	≥1ms 시간 간격에 대해 ±5ppm
델타 타임 측정 정밀도	지정한 장비 설정과 입력 신호에 대해 DTA(델타 시간 측정 정밀도)를 계산하는 공식은 다음과 같습니다. 이때 나이퀴스트 위에 있는 신호 내용은 중요하지 않고 앨리어싱으로 인한 오류도 중요하지 않은 것으로 가정합니다. $_1$ = 측정 시 첫 번째 점 주위의 회전율(첫 번째 에지) SR_2 = 측정 시 두 번째 점 주위의 회전율(두 번째 에지) N =입력 참조 노이즈(V_{RMS}) TBA = 시간 기준 정확도(5ppm) t_p = 델타 타임 측정 기간(초) RD = (레코드 길이)/(샘플 속도) t_{sr} = 1/(샘플 속도) 가우스 필터 응답의 결과로 생긴 에지 모양 가정 $DTA_{pk-pk} = \pm 5 \times \sqrt{2\left[\frac{N}{SR_1}\right]^2 + 2\left[\frac{N}{SR_2}\right]^2 + (3ps + 1 \times 10^{-7} \times RD)^2} + 2t_{sr} + TBA \times t_p$
	$DTA_{rms} = \sqrt{2\left[\frac{N}{SR_1}\right]^2 + 2\left[\frac{N}{SR_2}\right]^2 + (3ps + 1 \times 10^{-7} \times RD)^2 + \left(\frac{2 \times t_{sr}}{\sqrt{12}}\right)^2} + TBA \times t_p$
	제곱근 기호 아래의 항은 안정적이며 TIE(Time Interval Error)에 의한 것입니다. 이 항으로 인한 오류는 싱글-샷 측정을 통해 발생합니다. 두 번째 항은 시간 기준의 절대 중간 주파수 정확도 및 중간 주파수 안정성에 의한 것이고, 관찰 간격(첫 번째 싱글-샷 측정에서 최종 싱글-샷 측정까지의 시간) 동안 다중 싱글-샷 측정에 따라 다릅니다.

표 3: 디지털 획득 사양, MDO4000 시리즈

특성	설명
한계값 정확도	±(교정 후 임계 설정의 100mV + 3%) 올바른 SPC가 필요합니다.

표 4: RF 채널 특성

특성	설명	
✓ 위상 노이즈	10kHz: < −90dBc/Hz 100kHz: < −95dBc/Hz 1MHz: < −110dBc/Hz	
✓ DANL(디스플레이 평균 노이즈 레벨)	MDO4104-6 및 MDO4054-6	50kHz~5MHz: < −130dBm/Hz 5MHz~3GHz: < −148dBm/Hz 3GHz~6GHz: < −140dBm/Hz
	MDO4104-3, MDO4054-3, MDO4034-3 및 MDO4014-3	50kHz~5MHz: < −130dBm/Hz 5MHz~3GHz: < −148dBm/Hz
✓ 레벨 측정 불확실성	< ±1dB, < ±0.5dB(편의 사양), 18 – 28°C 온도 범위 < ±1.5dB, 주변 온도 > 28°C 또는 주변 온도 < 18°C 온도 범위	
✓ 3차 혼변조 왜곡(3rd Order Intermodulation Distortion)	< −60dBc	
✓ 잔여 가상 응답	< −80dBm	
✓ 아날로그 채널에서 RF 채널로의 crosstalk	< 기준 레벨(< 1GHz 오실로스코프 입력 주파수)에서 −70dB < 기준 레벨(1GHz~2GHz 오실로스코프 입력 주파수)에서 −50dB	

표 5: 입력/출력 포트 사양

특성	설명	
✓ 보조 출력 (AUX OUT)	선택 가능한 출력: 기본 트리거 출력, 이벤트 또는 기준 클럭 출력 트리거 아웃: HIGH에서 LOW로 변하면 트리거가 발생했다는 뜻입니다. 기준 클럭 출력: 10MHz 기준 클럭을 출력합니다. 이벤트 출력: HIGH에서 LOW로 변하면 이벤트가 발생했다는 뜻입니다.	
	로직 레벨은 다음 표에 나와 있습니다.	
	특성	제한
	Vout(HI)	2.5V 이상 개방 회로 접지에 대한 50Ω 로드에 대해 ≥1.0V
	Vout(LO)	≤4mA의 로드에 대해 ≤0.7V 접지에 대한 50Ω 로드에 대해 ≤0.25V

표 6: 외부 기준 입력

특성	설명
✓ 외부 기준 입력 주파수 변동 공차, 표준	9.9MHz~10.1MHz
✓ 외부 기준 입력 감도, 표준	9.9MHz~10.1MHz 범위의 입력 주파수에 대해 V_{in} 1.5V_{p-p}

부록 B: TPP0500, TPP1000 500MHz 및 1GHz 10X 패시브 프로브 정보

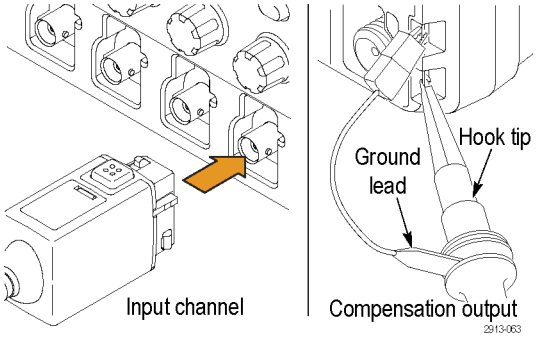
작동 정보

TPP0500 및 TPP1000 10X 패시브 프로브는 Tektronix MDO4000 시리즈 오실로스코프와 함께 사용하도록 만들어진 10X 감쇠 소형 패시브 프로브입니다.

이러한 프로브에는 사용자나 Tektronix에서 수리할 수 있는 부품이 없습니다.

오실로스코프에 프로브 연결

프로브를 아래 그림과 같이 연결합니다.



MDO4000 시리즈 오실로스코프로 프로브 보정

프로브 보정에 대한 자세한 내용은 이 설명서 앞부분의 관련 섹션을 참조하십시오.

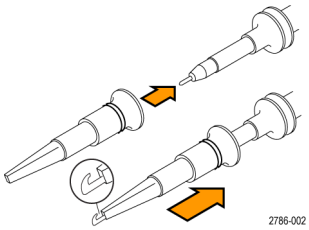
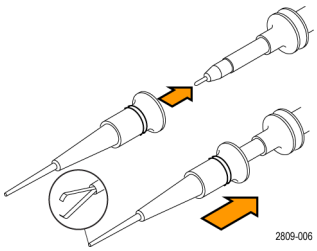
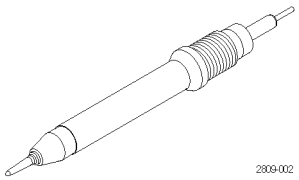
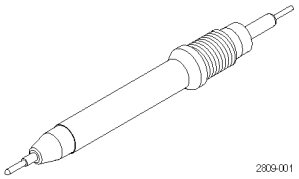
(13페이지의 *TPP0500 또는 TPP1000 패시브 전압 프로브 보정* 참조)

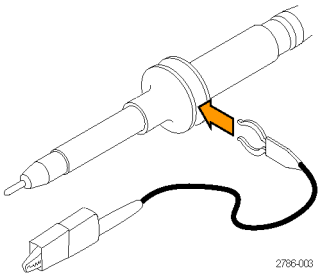
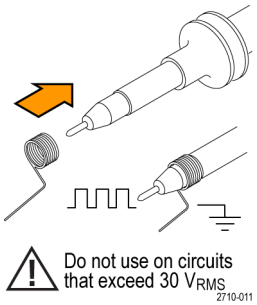
기본 액세서리

프로브에 포함된 기본 액세서리는 다음과 같습니다.

경고. 프로브 또는 액세서리를 사용할 때 감전을 예방하려면 손가락은 프로브 본체 및 액세서리의 손가락 가드 뒤에 두십시오.

플로팅 측정에 프로브를 사용할 때 감전의 위험을 줄이려면 테스트할 회로에 프로브를 연결하기 전에 기준 리드 액세서리를 꽉 끼워야 합니다.

항목	설명
	**후크 팁** 후크 팁을 프로브 팁으로 누른 다음 후크를 회로에 클램프합니다. Tektronix 부품 번호 013-0362-XX 재주문
	**마이크로 후크 팁** 이 팁을 사용하여 좁은 공간의 테스트 포인트에 액세스합니다. 후크 팁을 프로브 팁으로 누른 다음 후크를 회로에 클램프합니다. Tektronix 부품 번호 013-0363-XX 재주문
	**리지드 팁** 이 팁은 프로브에 미리 설치되어 있습니다. Tektronix 부품 번호 206-0610-XX 재주문
	**포고 팁** 이 스프링 달린 팁을 사용하면 써킷 보드의 표준 준수 테스트를 수행할 수 있습니다. 압력이 가해지면 프로브 팁이 약간 밀리고 다시 제자리로 튀어 나옵니다. Tektronix 부품 번호 206-0611-XX 재주문

항목	설명
	**악어입 클립이 있는 접지 리드선** 리드선을 프로브 헤드 접지에 연결한 다음 회로 접지에 연결합니다. Tektronix 부품 번호 196-3521-XX 재주문
	**접지 스프링** 스프링을 프로브 팁의 접지 밴드에 연결하여 근처(표준 0.75인치 미만, 짧은 경우 0.375인치)에 접지 연결이 있는 테스트 포인트를 측정합니다. Tektronix 부품 번호 재주문: 016-2028-XX(긴 것, 2개) 016-2034-XX(짧은 것, 2개)

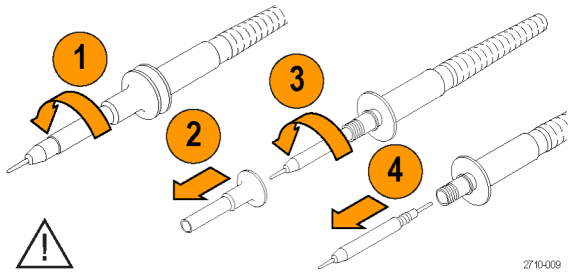
옵션 액세서리

프로브용으로 다음 액세서리를 주문할 수 있습니다.

액세서리	Tektronix 부품 번호
클립으로 고정된 접지 리드선, 6인치	196-3198-xx
악어입 클립이 있는 접지 리드선, 12인치	196-3512-xx
MicroCKT 테스트 팁	206-0569-xx
써킷 보드 테스트 포인트/PCB 어댑터	016-2016-xx
소형 프로브 팁 써킷 보드 테스트 포인트	131-4210-xx
와이어, 스풀, 32 AWG	020-3045-xx

프로브 팁 교체

리지드 팁을 교체하려면 Tektronix 부품 번호 206-0610-xx를, 포고 핀을 교체하려면 부품 번호 206-0611-xx를 주문합니다.



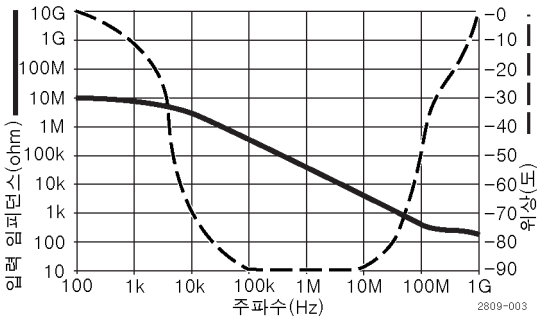
프로브를 사용하기 전에 절연체와 새 팁을 단단히 조입니다.

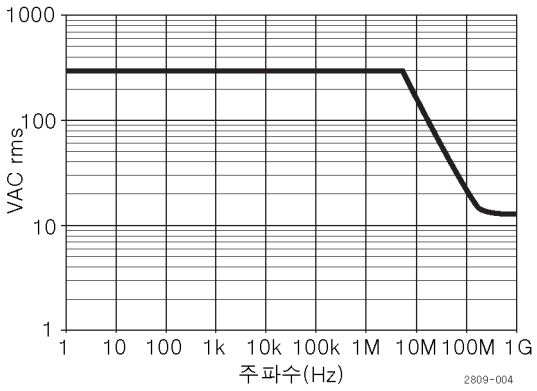
사양

표 7: 전기 및 기계 사양

특성	TPP0500	TPP1000
대역폭(-3dB)	500MHz	1GHz
시스템 상승 시간(편의 사양)	350ps 미만	700ps 미만
시스템 입력 커패시턴스	리지드 팁: 3.9pF ±0.3pf 포고 핀 팁: 5.1pf ±0.5pf	
시스템 감쇠 정밀도	10:1 ±2.2%	
DC에서 프로브 시리즈 저항	9.75MΩ ±0.5%	
DC에서 시스템 입력 저항	10MΩ ±2%	
전파 지연	~5.67ns	
최대 입력 전압	300V_{RMS} CAT II	
케이블 길이	1.3m, ±3cm	

성능 그래프





플로팅 측정을 수행할 때는 위의 기준 리드선 경감 곡선을 참조하십시오.

표 8: 환경 사양

특성	설명
온도	
작동	−15℃ ~ +65℃(+5°F to +149°F)
비작동	−62℃ ~ +85℃(−80°F to +185°F)
습도	
작동	최대 30°C까지 5% – 95% 상대 습도
비작동	최대 30°C – 50°C에서 5% – 45% 상대 습도
고도	
작동	최대4.6km(15,000피트)
비작동	최대 12.2km(40,000피트)

표 9: 승인 및 표준 준수

특성	설명	
EC 준수 선언	유럽 공동체의 공식 저널에 실려 있는 다음 사양에 대한 규정 준수 여부가 증명되었습니다. 저전압 Directive 2006/95/EC: EN61010-031: 2002	
측정 범주 설명	범주	이 범주에서 제품의 예
	CAT III	분배-레벨 메인, 고정 설치
	CAT II	로컬-레벨 메인, 어플라이언스, 이동식 장비
	CAT I	메인에 직접 연결되지 않은 회로
오염 지수 2	전도성 오염원이 있을만한 환경에서는 사용하지 마십시오(IEC 61010-1에 정의됨). 실내 사용 전용 등급입니다.	
추가 안전 표준	UL61010B-1, First Edition 및 UL61010B-2-031, First Edition. CAN/CSA-C22.2 No. 1010.1-92 및 CAN/CSA-C22.2 No. 1010.2.031-94 IEC61010-031:2002	

장비 재활용. 이 제품은 WEEE(폐전기전자 지침)에 대한 Directive 2002/96/EC에 의거하여 유럽 연합의 요구 사항을 준수합니다. 재활용 옵션에 대한 자세한 내용은 Tektronix 웹사이트(www.tektronix.com)의 지원/서비스 절을 확인하십시오.

안전 사항 요약

다음 안전 예방책을 검토하여 본 제품이나 관련 제품의 손상이나 사용자 부상을 방지합니다. 잠재적인 부상 위험을 방지하려면 이 제품을 지정된 대로만 사용합니다. 프로브 또는 액세서리를 지정된 방법으로 사용하지 않으면 감전 또는 화재가 발생할 수 있습니다.

화재 또는 부상을 방지하려면

접지 참조된 오실로스코프를 사용합니다: 접지 참조된 오실로스코프(예: DPO, MSO 및 TDS 시리즈 오실로스코프)를 사용할 때 이 프로브의 기준 리드선을 플로팅하지 마십시오. 기준 리드선은 접지 전위(0V)에 연결해야 합니다.

적절하게 연결하고 분리합니다: 프로브를 테스트 중인 회로에 연결하기 전에 측정 장비에 프로브 출력을 연결합니다. 측정 장비에서 프로브를 분리하기 전에 프로브 입력과 프로브 기준 리드를 테스트 중인 회로에서 분리합니다.

감전을 예방합니다: 부상이나 사망을 방지하려면 전압 소스에 연결되어 있는 상태에서 프로브나 테스트 리드선을 연결 또는 분리하지 않습니다.

모든 단자 정격을 준수합니다: 화재나 감전 위험을 피하기 위해 모든 정격과 제품의 표시를 준수합니다. 제품에 연결하기 전에 제품 설명서를 참조하여 추가 정격 정보를 확인하십시오.

감전을 예방합니다: 프로브 액세서리를 사용할 때 측정 범주 및 전압 정격을 포함하여 프로브 또는 액세서리의 최저 정격 중 더 낮은 정격을 초과하지 않도록 하십시오.

전기 오버로드를 예방합니다: 부상 또는 화재의 위험을 방지하려면 기준 입력(접지부터 해당 입력의 최대 정격보다 큰 입력까지 다양)을 포함한 모든 입력에 전위를 적용하지 마십시오.

회로의 노출을 피하고 덮개 없이는 작동하지 않습니다: 전원이 공급 중일 때는 노출된 연결부와 구성품을 만지지 않습니다.

프로브 및 액세서리를 검사합니다: 매번 사용하기 전에 프로브와 액세서리가 손상되었는지(프로브 본체, 액세서리, 케이블 자켓 등의 잘림, 찢어짐, 결함) 검사합니다. 손상된 경우에는 사용하지 마십시오.

축축하고 습기가 많은 환경에서 사용하지 않습니다:

폭발 위험이 있는 장소에서 사용하지 않습니다:

제품 표면을 깨끗하고 건조하게 유지합니다:

본 설명서의 안전 용어 및 기호 용어

다음 용어가 본 설명서에 나타날 수 있습니다.

경고. 경고문은 부상이나 사망을 초래할 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

주의. 주의문은 본 제품 또는 기타 재산상에 피해를 줄 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

제품에 표시된 기호: 다음 기호가 제품에 나타날 수 있습니다.

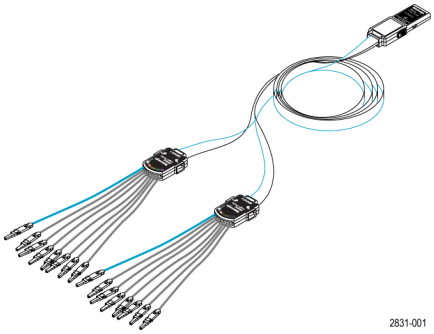
CAUTION
Refer to Manual

부록 C: P6616 범용 로직 프로브 정보

제품 설명

P6616 범용 로직 프로브는 혼합 신호 오실로스코프의 Tektronix MDO4000 시리즈를 대상 시스템의 디지털 버스 및 신호에 연결합니다. 이 프로브에는 2개의 리드선 세트(GROUP 1과 GROUP 2)로 분할된 16개의 데이터 채널이 포함되어 있습니다.

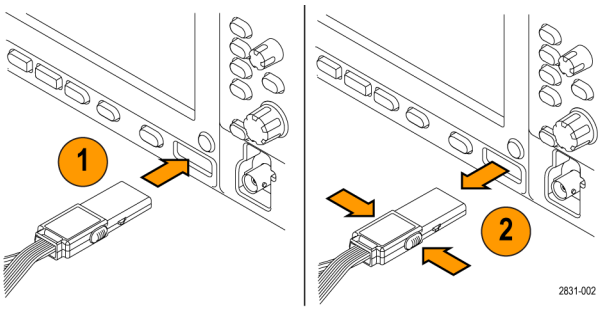
각 세트의 첫 번째 리드선은 파란색 절연으로 식별되고 나머지 7개의 리드선은 회색입니다. 모든 리드선의 팁에는 접지 연결이 있습니다. 프로브 리드선을 대상 시스템과 별도로 연결하거나 프로브 팁 홀더를 사용하여 리드선을 한데 묶을 수 있습니다.



오실로스코프에 프로브 연결

프로브를 아래 그림과 같이 연결합니다.

1. 오실로스코프의 커넥터에 프로브 레이블 쪽이 위로 가도록 삽입합니다.
2. 프로브를 빼내고, 측면의 버튼을 누른 다음 프로브를 당깁니다.



회로에 프로브 연결

적절한 커넥터 및 어댑터를 사용하여 프로브를 회로에 연결하고, 가장 적합한 방법을 선택한 다음 프로브를 설정합니다.

디지털 채널 매개 변수를 설정하고 보려면 다음을 수행합니다.

D15–D0 버튼을 누릅니다.

각 디지털 채널에 대해 아래 나열된 매개 변수를 설정할 수 있습니다.

- 임계 전압(기본 임계 설정은 1.4V) 및 수직 위치
- 신호 높이 및 위치(16개 채널 모두에 대해 한 번 설정)
- 채널 레이블

버스 특성을 설정하거나 보려면 다음을 수행합니다.

B1 ~ B4 버튼을 누릅니다.

설정 화면에서는 다양한 버스 특성을 설정하고 볼 수 있습니다.

SPI 및 I^2C와 같은 버스의 경우 적절한 애플리케이션 모듈이 있어야 합니다. (62페이지의 *직렬 또는 병렬 버스 설정* 참조)

기능 검사

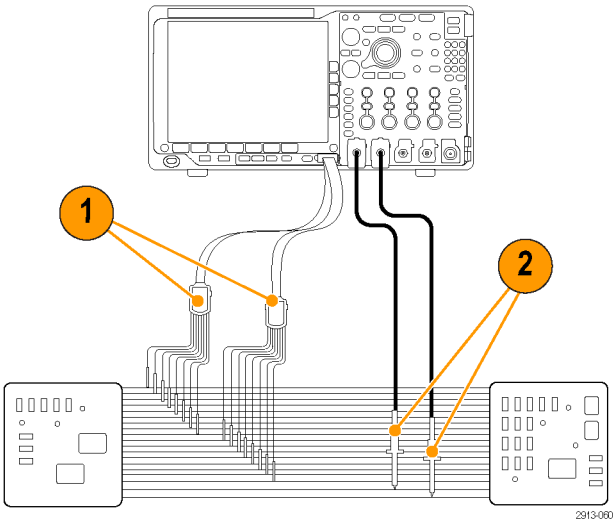
연결된 모든 활성 채널에 즉시 로직 작동이 표시됩니다. 활성 신호가 표시되지 않는 경우 다음 단계를 수행합니다.

1. **트리거** 버튼을 누릅니다.
2. 트리거 유형으로 에지를 선택합니다.
3. 소스로 설정할 채널을 선택합니다.
4. Autoset 버튼을 누릅니다.

활성 신호가 표시되지 않는 경우 다른 프로브 채널(또는 아날로그 프로브)로 테스트 포인트의 회로 작동을 확인합니다.

일반적인 적용 방법

1. P6616 프로브를 사용하여 시스템 버스의 디지털 신호를 봅니다.
2. 아날로그 프로브(예: TPP0500 또는 TPP1000 패시브 프로브)를 사용하여 아날로그 파형 정보를 봅니다.



액세서리

다음 기본 액세서리가 프로브와 함께 제공되며 다음 페이지의 그림에 표시되어 있습니다.

항목	설명	수량	부품 번호
—	로직 프로브 액세서리 키트	품목 1-6	020-2662-XX
1	확장 접지 팁	20개로 구성된 1세트	020-2711-XX
2	프로브 팁	10개로 구성된 1세트	131-5638-11
3	IC 그래버	20개로 구성된 1세트	020-2733-XX
4	프로브 팁 홀더	2개	352-1115-XX
5	8인치 접지 리드선	2개로 구성된 1세트	020-2713-XX
6	3인치 접지 리드선	8개로 구성된 1세트	020-2712-XX
	지침 [1]	1개	071-2831-XX

[1] 지침은 액세서리 키트가 아니라 프로브에 포함되어 있습니다. www.tektronix.com/manuals에서 지침을 다운로드할 수 있습니다.

프로브용으로 다음 액세서리(옵션)를 주문할 수 있습니다.

설명	부품 번호
사각형 핀 헤더 어댑터에 꽂는 P6960 프로브 D-MAX 설치 공간	NEX-P6960PIN

사양

표 10: 전기 및 기계 사양

특성	설명
입력 채널	16 디지털
입력 저항	100kΩ ±1.0%
입력 커패시턴스	3.0pF
입력 신호 범위	
최소	400mV p-p
최대	프로브 팁에서 30V p-p, ≤200MHz(DC 임계 전압 주변에 집중) 프로브 팁에서 10V p-p, ≥200MHz(DC 임계 전압 주변에 집중)
최대 비손상 입력 신호	±42 V
사용자 지정 임계 범위	±40V
검출 가능한 최소 펄스 폭	1ns
디지털 채널 대디지털 채널 지연시간	200ps
프로브 길이	1.3m(4.27피트)
최대 입력 전환 속도	500MHz

표 11: 환경 사양

특성	설명
온도	
작동	0℃ ~ +50℃(+32°F ~ +122°F)
비작동	-55℃ ~ +75℃(-67°F ~ +167°F)
습도	
작동	5%~95% 상대 습도
비작동	10%~95% 상대 습도
고도	
작동	최대4.6km(15,092피트)
비작동	최대 15km(50,000피트)

장비 재활용. 이 제품은 WEEE(폐전기전자 지침)에 대한 Directive 2002/96/EC에 의거하여 유럽 연합의 요구 사항을 준수합니다. 재활용 옵션에 대한 자세한 내용은 Tektronix 웹사이트(www.tektronix.com)의 지원/서비스 절을 확인하십시오.

안전 사항 요약

잠재적인 부상 위험을 방지하려면 이 프로브를 지정된 대로만 사용합니다.

적절하게 연결하고 분리합니다: 프로브를 테스트 중인 회로에 연결하기 전에 측정 장비에 프로브 출력을 연결합니다. 측정 장비에서 프로브를 분리하기 전에 프로브 입력과 프로브 접지를 테스트 중인 회로에서 분리합니다.

모든 단자 정격을 준수합니다: 화재나 감전 위험을 피하기 위해 모든 정격과 제품의 표시를 준수합니다. 제품에 연결하기 전에 제품 설명서를 참조하여 추가 정격 정보를 확인하십시오.

덮개 없이 작동하지 않습니다: 전원이 공급 중일 때는 노출된 연결부와 구성품을 만지지 않습니다.

회로의 노출을 피합니다: 전원이 공급 중일 때는 노출된 연결부와 구성품을 만지지 않습니다.

고장이 의심되는 제품은 작동하지 마십시오: 본 제품이 손상된 것 같으면 전문 서비스 담당자의 검사를 받습니다.

축축하고 습기가 많은 환경에서 사용하지 않습니다: 폭발 위험이 있는 장소에서 사용하지 않습니다

제품 표면을 깨끗하고 건조하게 유지합니다:

본 설명서의 안전 용어 및 기호

다음 용어가 본 설명서에 나타날 수 있습니다.

경고. 경고문은 부상이나 사망을 초래할 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

주의. 주의문은 본 제품 또는 기타 재산상에 피해를 줄 수 있는 조건이나 상황을 명시합니다.

제품에 표시된 기호: 다음 기호가 제품에 나타날 수 있습니다.

주의
설명서 참조

색인

기호 및 숫자

50%로 설정 버튼, 42, 85
50Ω 보호, 109, 110
  스케일, 위치 조정, 그룹화 및 레이블 지정, 111
  디지털, 111
  디지털 채널, 111
  버스, 110
  위치 조정 및 레이블 지정, 110
아날로그 시간(Analog Time), 157
주파수 대 시간 형적(Frequency Versus Time Trace), 119
스펙트럼 연산(Spectrum Math), 148
스펙트럼 시간(Spectrum Time), 157
  아날로그 시간(Analog Time), 158
  RF 획득 시간 외부, 160
+피트(+Peak) 탐지 유형, 118

ENGLISH TERMS

아날로그 시간(Analog Time)
  스펙트럼 시간(Spectrum Time), 158
자동 확대(Auto-magnify) 모드, 156
B 트리거, 96
B1/B2/B3/B4, 62, 63, 90
BNC 인터페이스, 10
CAN, 38, 62, 90
CAN 버스 트리거
  버스 트리거, 91
Default Setup, 55, 176
  메뉴, 43
  버튼, 43, 52, 55
  실행 취소, 56
dI/dt, 4
전력 소모, 6
깊이, 6
높이, 6
메모리 보안, 184
DPO4AERO, 3, 62, 186
DPO4AUDIO, 3, 62, 186
DPO4AUTOMAX, 3, 62, 186
DPO4AUTOMAX, 62, 186
DPO4COMP, 3, 4, 62, 186
DPO4EMBD, 3, 62, 186
DPO4ENET, 3, 62, 186
DPO4LMT, 4, 161, 186
DPO4PWR, 4, 62, 186
DPO4USB, 62, 187
DPO4VID, 89, 187
dV/dt, 4
e*Scope, 27
Excel, 25, 27
FFT
  블랙맨-해리스, 82, 147
  직사각형, 82, 146
  카이저, 81
  컨트롤, 144
  플랩탑, 82
  해닝, 82, 147
  해밍, 82, 146
블랙맨-해리스 FFT 창, 82, 147
직사각형 FFT 창, 82, 146
카이저 FFT 창, 81
플랩탑 FFT 창, 82
해닝 FFT 창, 82, 147
해밍 FFT 창, 82, 146
firmware.img 파일, 22
FlexRay, 62, 90
FlexRay 버스 트리거
  버스 트리거, 92
GPIB, 25, 51
GPIB 주소, 27
HCTEK54 운송 하드 케이스, 4
Hi Res 획득 모드, 59
I2C, 38, 62, 90
IRE 계수선, 103
I2S, 38, 62, 90
ISF 형식, 173
LabVIEW SignalExpress, 25
LabVIEW SignalExpress, 27
LIN, 62, 90
LIN 버스 트리거
  버스 트리거, 91
LJ(왼쪽 정렬), 38, 62
LXI, 28
LXI Class C, 51
M 버튼, 38, 143, 144
MDO4TRIG, 4, 98, 187
D15 - D0 버튼, 43, 44
Microsoft
  Excel, 27
  Word, 27
MIL-STD-1553, 38, 62, 90
  데이터 값 일치, 94
  버스 트리거, 92
mV 계수선, 103
N-커넥터 RF 입력, 34
NEX-HD2HEADER, 4
NI LabVIEW SignalExpress, 1
OpenChoice, 1, 25
OpenChoice Desktop, 25, 27
P6616, 8
P6616
  프로브 접지 리드선, 74
P6616, 75
P6616 로직 프로브, 2
TPP0500 프로브, 2
PC에
  연결, 25
-피트(-Peak) 탐지 유형, 118
PictBridge, 27, 51, 179
Probe Comp, 13, 14
PROBE COMP 커넥터, 49
기준 R, 173
RBW, 79
해상도 대역폭(Resolution Bandwidth), 79
RF 입력 커넥터, 34
RF 전력 트리거, 97
RF 버튼, 21, 39, 48, 115
RF 시간 도메인 형적, 118
RF 획득 시간(RF Acquisition Time), 158
RF 대 시간 형적(RF Versus Time Traces), 119
RJ(오른쪽 정렬), 38, 62
사이클 RMS 측정, 131
RMS 측정, 131
RS-422, 38, 62
  디코딩, 69
  데이터 값 일치, 94
  커서 판독값, 139

RS-232 버스 트리거
버스 트리거, 91
Save / Recall 메뉴 버튼, 37
Save / Recall 메뉴, 37, 43, 170
Save / Recall Save 버튼, 43, 170
Setup
default, 176
SPC, 20
FlexRay, 38, 62, 90
SPI 버스 트리거, 91
TDM, 38, 62, 90
TekSecure, 184
TEK-USB-488 어댑터, 4, 25, 27, 51
TekVPI, 9
TekVPI 프로브, 5
텔넷(Telnet), 32
TIQ 파일, 171
TPA-BNC 어댑터, 5, 9
TPA-N-VPI 어댑터, 5, 10
TPP1000 프로브, 2
TPP0500 또는 TPP1000 보정, 13
TPP0500, TPP1000, 8
UART, 38, 62
USB, 62, 90, 168, 179
버스 트리거, 92
장치 포트, 51
플래시 드라이브, 27
호스트 포트, 43, 51
연결
USB 키보드, 33
키보드, USB
연결, 33
USBTMC, 51
Utility 메뉴, 17, 19, 37, 42, 102, 113, 114
Utility 버튼, 17, 18, 20, 37, 102, 103, 113, 114, 179
Wave Inspector, 151
Word, 27
XY
커서, 140
화면, 102

ㄱ

가로 방향, 171, 180
강제 트리거 버튼, 42, 83
검색, 153
검색 버튼, 36, 154
게이팅, 132
경사, 트리거, 85
계수선
IRE, 103
mV, 103
눈금, 103
밝기, 104
실선, 103
십자선 모드, 103
일반 모드, 103
프레임, 103
형태, 102
디지털 채널, 113, 147
고도, 6
공간, 7
교정, 20, 21
교정 인증서, 1
구역 측정, 131
그룹 아이콘, 48
기능 검사, 12
기밀 데이터, 184
기준 레벨, 117, 135
기준 메뉴, 38, 150
기준 버튼, 38, 149, 173
기준 파형, 149
10M 및 20M 파형 저장, 150
저장, 173
제거, 150, 174
표시, 173
기준 파형 제거, 150
긴 레코드 길이 관리
관리, 151

ㄴ

날짜 및 시간, 변경, 18
낮음 측정, 130
내부 노브, 41, 144
장비별 파일(ISF) 형식, 173
네거티브 듀티 사이클 측정, 129
네거티브 오버슈트 측정, 130
네거티브 펄스 카운트 측정, 131
네거티브 펄스 폭 측정, 129
네트워크 드라이브 마운트 또는 마운트 해제, 178
네트워크 드라이브, 마운트 및 마운트 해제, 178
네트워크 드라이브 마운트 또는 마운트 해제, 177
네트워크 드라이브, 마운트 및 마운트 해제, 177
네트워크 인쇄, 181
노브
내부, 41, 144
범용, 19, 36, 40, 41, 60, 173
수직 스케일, 42, 53
수직 메뉴, 42, 53
외부, 41
줌, 41, 144, 151
트리거 레벨, 85
팬, 41, 152, 153
녹색 라인, 113
높음-낮음 표시기, 47
높음 측정, 130
눈금 계수선 형태, 103

ㄷ

다기능 프로브 인터페이스, 9
다음 버튼, 41
단일 순서, 61, 97
대역폭, xii, 107
해상도, 79
대역폭 버튼, 39, 80
덮개, 전면, 2
드라이버, 25, 27
드라이브, 디렉토리 또는 파일 복사, 177
드라이브, 디렉토리 또는 파일 이름 바꾸기, 177
드라이브 포맷, 177
디렉토리 또는 파일 삭제, 177
디스플레이
시간 도메인, 34
시간 상호 연관 다중 도메인, 157
정보, 44
주파수 도메인, 34, 48
디지털 채널
그룹 아이콘, 48
베이스라인 표시기, 47
설정, 74

ㄹ

랙마운트, 4
런트 트리거, 정의됨, 87
레벨, 트리거, 85
레코드 길이, xii, 58
레코드 길이/샘플링 속도 판독값, 46

로직 트리거, 정의됨, 88
로직 프로브, 2
롤 모드, 61, 76
롤 창 데이터 일치, 93

ㅁ

마스크 테스트, 161
마커, 124, 125
  한계값 및 최소 상대 값, 125
마커 버튼, 39
메뉴, 34
  Default Setup, 43
  Save / Recall, 37, 43, 170
  Utility, 17, 19, 37, 42, 102, 113, 114, 179
  기준, 38, 150
  버스, 38, 63
  수직, 37, 106
  연산, 38
  주파수 도메인, 21, 39
  측정, 36
  커서, 136
  트리거, 36, 86, 95
메뉴 버튼
  버튼, 36
메모리, 지우기, 184
모드, 롤, 61
무게, 6
무한대 지속 기능, 102
물리층 버스 작동, 73
미세 조정, 40
미세 조정 버튼, 36, 40, 41, 42

ㅂ

바이트 일치, 93
반전, 106
밝기
  버튼, 40
밝기 버튼, 104
방법
  e*Scope 사용, 27
  MagniVu 사용, 76
  TPP0500 또는 TPP1000 전압 프로브 교정, 13
  VISA 통신 설정, 25
  Wave Inspector 사용, 151
  기능 검사 수행, 12
  긴 레코드 길이 파형 관리, 151
  디지털 채널 설정, 74
  메모리 지우기, 184
  버스 매개변수 설정, 63
  버스 트리거, 90
  설정 저장, 174
  설정 호출, 174
  소켓 서버 사용, 30
  순차적 트리거 사용, 94
  신호 경로 보정, 20
  아날로그 채널 설정, 52
  오실로스코프 전원 끄기, 12
  오실로스코프 전원 켜기, 11
  입력 매개 변수 설정, 106
  자동 측정 선택, 129
  시간 도메인에서 자동 측정 수행, 128
  TPP0500 또는 TPP1000 전압 프로브 이외의 프로브 보정, 15
  주파수 도메인에서 자동 측정 수행, 127
  채널 및 버스 레이블 지정, 53
  커서로 수동 측정, 136
  컴퓨터에 연결, 25
  트리거 선택, 87
  파형 저장, 170
  파형 호출, 170
  파형 검색 및 표시 추가, 153
  파형 히스토그램 설정, 140
  펌웨어 업그레이드, 22
  프로브 및 어댑터 연결, 9
  하드 카피 인쇄, 179
  화면 이미지 저장, 170
백라이트 강도, 104
버스, 62, 90
  디스플레이, 48
  메뉴, 38, 63
  버튼, 62, 63, 90
  설정, 63
  커서 판독값, 139
  화면, 65
버스 및 파형 표시
  물리층 버스 작동 표시, 73
버스 트리거, 90
시퀀스(B 트리거), 정의됨, 87, 89
버스트 폭 측정, 129
버전, 펌웨어, 24

버튼
50%로 설정, 42, 85
B1/B2/B3/B4, 38, 62, 90
B1/B2/B3/B4 , 63
Default Setup, 43, 52, 55
M, 38, 143, 144
D15 – D0, 43, 44
RF, 21, 39, 48, 115
Save / Recall, 37, 43, 170
Utility, 17, 18, 20, 37, 102, 103, 113, 114, 179
강제 트리거, 42, 83
검색, 36, 154
기준, 38, 149, 173
다음, 41
대역폭, 39, 80
마커, 39
미세 조정, 36, 40, 41, 42
밝기, 40, 104
버스, 62, 63, 90
선택, 40
수직, 37
실행/정지, 42, 61, 97
싱글, 42, 97
연산, 38, 143, 144
이전, 41
자동 설정, 13, 36, 42, 53, 56
재생-일시 중지, 41, 152
전체 폭, 78
주파수/전체 폭, 39, 77
줌, 41
진폭, 39, 78
채널, 37
측정, 36, 128, 133, 134
커서, 40, 136
테스트, 36
트리거, 36
트리거 레벨, 42
트리거 메뉴, 86
표시 설정/지우기, 41, 153
프린터 아이콘, 42, 184
하드 카피, 42, 184
획득, 36, 59, 76, 100
범용 노브, 36, 40, 41, 60, 173
베이스라인 표시기, 79
주파수 대 시간, 120
베이스라인 표시기, 47
변수 지속 기능, 102
변이 트리거, 정의됨, 89
병렬 버스, 62
트리거, 90
보기
파형 레코드, 45
보안 잠금, 10
보정
TPP500 또는 TPP1000 프로브, 13
RF 입력 커넥터, 49
보조 판독값, 47
보통 트리거 모드, 83
비디오
port, 50
자동 설정, 57
비디오 트리거, 정의됨, 89

ㅅ

사양
작동, 6
전원 공급, 11
사용자 인터페이스 언어, 17
사용자 표시, 153
사이클 구역 측정, 131
사이클 평균 측정, 131
사전 정의된 연산 수식, 143
사전 트리거, 83, 85
사후 트리거, 83, 85
상승 시간 측정, 129
상승 에지 카운트 측정, 131
상승/하강 시간, 정의됨, 89
상자 내 히트 측정, 131
새 폴더 만들기, 177
샘플 탐지 유형, 118
샘플 간격, 58
샘플링 과정, 정의됨, 57
샘플링, 실시간, 58, 76
샘플 속도, xii
샘플 획득 모드, 59
선택 버튼, 40
설정
기본값, 43, 52, 55
저장
설정, 174
설치 이전, 1
세로 방향, 171, 180
셋업 앤 홀드 트리거, 정의됨, 88
소켓 서버, 26
소켓 서버, 30
소프트웨어 드라이버, 25, 27
소프트웨어, 옵션, 186
수직
메뉴, 37, 106
버튼, 37
스케일, 105
스케일 노브, 42, 53
오프셋, 108, 109
위치, 105
Menu 노브, 42, 53
위치 및 오프셋, 109
위치 및 자동 설정, 57
수평 라인
녹색 및 파란색, 113
수평 스케일, 41, 105, 146
및 연산 파형, 144
정의됨, 53
수평 위치, 41, 58, 84, 85, 105, 146
및 연산 파형, 144
정의됨, 53
타이밍 정밀도 판독값, 47
판독값, 46
수평 지연, 84
순차적 트리거링, 94
스냅숏, 134
스위치, 전원, 42
스케일
수직, 105
수평, 41, 105, 146
스퀠치, 119, 121
스펙트럼 형적, 116
스펙트로그램
디스플레이, 121
트리거됨 및 자유 실행, 122
습도, 6
시간 도메인 디스플레이, 34
시간 상호 연관 다중 도메인 디스플레이, 157
시그마1 측정, 132
신호 경로 보정
시간 및 주파수 도메인, 20
주파수 도메인, 21
신호 경로 보정, 20
신호 경로, 20
실선 계수선 유형, 103
실시간 샘플링, 58
실행/정지 버튼, 42, 61, 97

실행 취소
Default Setup, 56
자동 설정, 56
십자선 모드 계수선 형태, 103
싱글 버튼, 42, 97

ㅇ

아이콘
트리거 레벨, 46
트리거 위치, 45
확장 포인트, 45
안전 사항 요약, v
애플리케이션 모듈
DPO4AERO, 3, 62
DPO4AUTOMAX, 3
DPO4AUTOMAX, 62
DPO4ENET, 62
DPO4LMT, 4
DPO4PWR, 62
DPO4USB, 62
MDO4TRIG, 4, 98
사용권 전송, 16
애플리케이션 모듈, 16, 186
DPO4AUDIO, 3, 62
DPO4AUTO, 62
DPO4COMP, 3, 4, 62
DPO4EMBD, 3, 62
DPO4ENET, 3
DPO4PWR, 4
DPO4VID, 89
30일 무료 평가판, 16
애플리케이션 모듈용 사용권
전송, 16
액세서리, 1
어댑터
TEK-USB-488, 4
TPA-BNC, 5, 9
TPA-N-VPI, 5, 10
언어
변경, 17
오버레이, 18
에지
퍼지, 113
흰색, 113
에지 트리거, 정의됨, 87
엔벨로프 획득 모드, 59
여러 변이 감지, 113
연결, 1, 25, 27, 30
연결된 커서, 137
연산
FFT, 144
메뉴, 38
버튼, 38, 143, 144
디지털 채널, 113, 147
스펙트럼, 148
이중 파형, 143
파형, 143
오디오 버스 트리거
버스 트리거, 92
RJ(오른쪽 정렬), 90
오버레이, 18
오실로스코프
연결, 25
오염도, 6
오프셋 및 위치, 109
오프셋 수직, 108
온도, 6
외부 기준 입력, 50
외부 노브, 41
LJ(왼쪽 정렬), 90
운송 케이스
소프트, 4
ACD4000B, 4
하드, 4
위상 대 시간
형적, 119
위상 측정, 129
위치
수직, 105
수평, 84, 85, 105, 146
위치 및 오프셋, 109
이더넷, 26, 27, 28, 38, 51,
62, 90
인쇄, 181
포트, 51
이더넷 버스 트리거
버스 트리거, 92
이미지 방향, 171, 180
이벤트 표, 65
이전 버튼, 41
이중 파형 연산, 143
인쇄, 42, 179
하드 카피, 179
인쇄
이더넷, 181
인접 채널 전력비 측정, 127
일반 형적, 117
일시 중지, 152
임피던스, 106
잉크 절약, 171, 180

ㅈ

자동 레벨, 79
자동 설정, 56
비디오, 57
자동 설정 비활성화, 56
자동 설정 버튼, 13, 36, 42,
53, 56
자동 설정 비활성화, 56
자동 설정 실행 취소, 56
자동 트리거 모드, 83
자유 실행 스펙트로그램, 122
작동 사양, 6
잠금, 표준 랩톱, 10
재생, 152
재생-일시 중지
모드, 152
재생-일시 중지
버튼, 41, 152
저장
기준 파형, 173
파형, 170
화면 이미지, 170
저해상도 메시지, 128
전면 덮개, 2
전면 패널, 34
전면 패널 오버레이, 18
전면 패널 커넥터, 49
전원
공급, 11
끄기, 12
스위치, 42
입력, 51
제거, 12
코드, 2
전체 폭 버튼, 78
전체 계수선 형태, 103
점유 주파수 대역폭 측정, 127
접지, 11
접지
접지띠, 11
접지띠 커넥터, 49
접지
리드선, 16
정보, 24
정보 저장 및 호출, 168
정전기 방전을 위한 사용자 접
지, 11
기준 파형 제거, 174
종단, 106
주기 측정, 129
주머니, 프로브 및 액세서
리, 2
주 트리거, 94

주파수 도메인
메뉴, 39
주파수 도메인 디스플레이, 34, 48
주파수 도메인 메뉴, 21
주파수 대 시간
베이스라인 표시기, 120
주파수 도메인 마커, 124
수동, 126
자동, 125
주파수/전체 폭 버튼, 39, 77
주파수, 중간, 78
주파수 측정, 129
줌, 151
계수선 크기, 152
노브, 41, 151
버튼, 41
중간 주파수, 78
중간 값 측정, 132
지속 기능
무한대, 102
변수, 102
화면, 100
지연된 트리거, 94
지연 시간, 61
지연시간 보정, 108
지연 측정, 129
지우기 설정 및 기준 메모리, 184
직렬
트리거, 90
직렬 버스, 62
진폭 대 시간
형적, 119
진폭 버튼, 39
진폭 버튼, 78
진폭 측정, 130

ㅊ

채널 전원 측정, 127
채널 그룹화, 75
채널
버튼, 37
채널
수직 메뉴, 106
채널
판독값, 47
청소, 8
초기 상태 교정, 21
최대 측정, 130, 132
최대 홀드 형적, 117
최소 상대값, 125
최소 측정, 130, 132
최소 홀드 형적, 117
측면 패널 커넥터, 49
측정
인접 채널 전력비, 127
자동, 128
점유 주파수 대역폭, 127
주파수 도메인, 127
채널 전원, 127
측정값
히스토그램, 131
측정 기능
기준 레벨, 135
스냅숏, 134
정의됨, 129
커서, 136
통계, 133
측정 메뉴, 36
측정 버튼, 36, 128, 133, 134

ㅋ

커넥터
전면 패널, 49
후면 패널, 50
커넥터
측면 패널, 49
커서, 136
XY, 140
버튼, 40, 136
연결, 137
커서
메뉴, 136
커서
측정값, 136
커서 판독값, 45, 139
커플링, 106
커플링, 트리거, 84
컨트롤, 34
케이스
소프트 운송, 4
하드 운송, 4
키보드
언어, 17
키 레이아웃 스타일, 33
키보드 키 레이아웃 스타일 선택, 33
키패드, 34

ㅌ

타임아웃 트리거, 정의됨, 87
탐지 유형, 117
테스트 버튼, 36
통계, 133
통신, 25, 27, 30
트리거
시퀀스(B 트리거), 정의됨, 87
CAN 버스, 91
FlexRay 버스, 92
LIN 버스, 91
MIL-STD-1553 버스, 92
MIL-STD-1553 데이터 값 일치, 94
RF 전력, 97
RS-232 데이터 값 일치, 94
RS-232 버스, 91
SPI 버스, 91
USB 버스, 92
강제, 83
개념, 83
기울기, 85
런트, 정의됨, 87
레벨, 85
로직, 정의됨, 88
롤 창에서의 데이터 일치, 93
모드, 83, 86
바이트 일치, 93
버스, 정의됨, 89
병렬 버스, 62, 90
병렬 버스 데이터 일치, 94
비디오, 정의됨, 89
사전 트리거, 83, 85
사후 트리거, 83, 85
상승/하강, 정의됨, 89
셋업 앤 홀드, 정의됨, 88
순차적, 94, 96
에지, 정의됨, 87
오디오 버스, 92
이더넷 버스, 92
이벤트, 정의됨, 83
지연됨, 94
버스, 90
직렬 버스, 62
커플링, 84
타임아웃, 정의됨, 87
판독값, 94
펄스 폭, 정의됨, 87
포인트, 58
홀드오프, 84
트리거된 스펙트로그램, 122

트리거 레벨
노브, 85
레벨 버튼, 42
아이콘, 46
트리거 메뉴, 36, 86, 95
트리거 메뉴 버튼
버튼, 86
트리거 모드
보통, 83
자동, 83
트리거
상태 판독값, 45
보조 출력 (AUX OUT), 50
트리거
위치 아이콘, 45
트리거 유형, 정의됨, 87
트리거
판독값, 46

ㅍ

파란색 라인, 113
파일 시스템, 168, 173
파일 이름, 168
파일 형식, 171
장비별 파일(ISF) 형식, 173
TIQ, 171
파형
검색 및 표시, 153
레코드 정의됨, 58
밝기, 104
사용자 표시, 153
일시 중지, 152
재생, 152
재생-일시 중지, 152
제거, 100
줌, 151
추가, 100
팬, 151, 152
화면 형태, 100
히스토그램 측정, 131
파형 레코드, 58
파형 레코드 보기, 45
파형 베이스라인 표시기, 47
파형 수 측정, 131
파형 제거, 100
파형 추가, 100
판독값
레코드 길이/샘플링 속도, 46
보조, 47
수평 위치/스케일, 46, 47
채널, 47
커서, 45, 139
트리거, 46, 94
트리거 상태, 45
획득, 44
패닝
아날로그 시간을 통한 스펙트럼 시간, 158
팬, 151, 152
노브, 41, 152, 153
퍼지 에지, 113
펄스 폭 트리거, 정의됨, 87
펌웨어
버전, 24
펌웨어 업그레이드, 22
업그레이드, 22
평균 탐지 유형, 118
평균 측정, 130, 132
평균 형적, 117
평균 획득 모드, 59
포지티브 듀티 사이클 측정, 129
포지티브 오버슈트 측정, 130
포지티브 펄스 카운트 측정, 131
포지티브 펄스 폭 측정, 129
폭, 6
표시, 153
표시기
베이스라인, 79
형적, 117
표시, 기준 파형, 173
표시기, 파형 베이스라인, 47
표시 설정/지우기 버튼, 41, 153
표, 이벤트, 65
표준 편차 측정, 132
프레임 계수선 형태, 103
프로브
로직, 10
P6616, 200
TPP0500, 2
TEK-USB-488 어댑터, 4
TekVPI, 5, 9
TPA-BNC 어댑터, 5, 9
TPP1000, 2, 193
로직, 2
액세서리, 2
연결, 9
접지 리드선, 16
프로브 보정
TPP0500 또는 TPP1000 이외의 프로브, 15
TPP500 또는 TPP1000 이외의 프로브, 15
TPP0500 또는 TPP1000, 13
프로브 커넥터
로직, 49
아날로그, 49
플래시 드라이브, 27
피크 검출 획득 모드, 59
피크-피크 측정, 130, 132
피크 히트 측정, 131

ㅎ

하강 시간 측정, 129
하강 에지 카운트 측정, 131
하드 카피, 42, 179
한계값, 125
한계 테스트, 161
형적
RF 대 시간, 119
RF 시간 도메인, 118
보통, 117
위상 대 시간, 119
주파수 대 시간, 119
진폭 대 시간, 119
최대 홀드, 117
최소 홀드, 117
평균, 117
표시기, 117
호출
설정, 174
파형, 170
홀드오프, 트리거, 84
화면
XY, 102
지속 기능, 100
형태, 100

화면에 주석 달기, 113
    주파수 판독값, 114
화면 주석, 113
    트리거 주파수, 114
확장 포인트, 58
확장 포인트 아이콘, 45
환기, 7
회전율, 4
획득
    모드 정의됨, 59
    샘플링, 57
    입력 채널 및 디지타이저, 57
    판독값, 44
획득 버튼, 36, 59, 76, 100
획득 시작, 97
획득 정지, 97
후면 패널 커넥터, 50
흰색 에지, 113
히스토그램 측정, 131
히스토그램(파형)
    계산 재설정, 142
    설정, 140