트루폼 임의 파형 발생기

EDU33210 시리즈

KEYSIGHT

사용 설명서

고지 7
저작권 고지 7
설명서 부품 번호 7
판 7
발행 7
보증 7
기술 라이선스 7
미국 정부의 권리 8
타사 라이선스 8
WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment: 전기 및 전자 장비 폐기물 처리) 8
기술 지원 9
자기 적합 선언 9
안전 정보 9
안전 및 규제 정보 10
안전 고려사항 10
안전 기호 12
규제 표시 13
한국 클래스 A EMC 선언: 13
안전 및 EMC 요구사항 14
환경 조건 14
1 계측기 소개 15
계측기 개요 16
옵션 16
전면 패널 개요 17
전면 패널 디스플레이 개요 18
전면 패널 숫자 입력 20
후면 패널 개요 20
계측기 치수 21
2 시작하기 23
계측기 사용 준비 24
문서 및 펌웨어 개정 24
권장 교정 주기 24
계측기 설정 24
출력 주파수 설정 25
출력 진폭 설정 26
DC 오프셋 전압 설정 28
고수준 및 저수준 값 설정 29
DC 전압 출력 31
사각파의 듀티 사이클 설정 31
펄스 파형 구성 33
저장된 임의 파형 선택 35
내장 도움말 시스템 사용 36
버튼 또는 소프트키에 대한 도움말 정보 보기 36
파형 업데이트 37
옵션 업그레이드용 라이선스 38
옵션 332BW1U/332BW2U용 라이선스 받기 38
옵션 332BW1U/332BW2U용 라이선스 설치 38
원격 인터페이스 연결 39
USB를 통해 계측기에 연결 39
LAN을 통해 계측기에 연결(사이트 및 사설) 40

원격 인터페이스 구성 **42**
Keysight IO Libraries Suite 42
LAN 구성 42
SCPI 소켓 서비스 51
IP 주소 및 점 표기법에 대한 추가 설명 51
원격 제어 **52**
웹 인터페이스 52
기술 연결 세부 정보 53
3 전면 패널 메뉴 작업 54
출력 종단 선택 **55**
계측기 재설정 **56**
변조 파형 출력 **56**
FSK 파형 출력 **58**
PWM 파형 출력 **61**
주파수 스위프 출력 **63**
버스트 파형 출력 **67**
스위프 또는 버스트 트리거 **70**
계측기 상태 저장 또는 검색 **70**
저장 설정 70
Recall Settings 74
전면 패널 메뉴 설명 **75**
[Waveform] 버튼 75
[Parameter] 버튼 75
[Units] 버튼 76
[Modulate] 버튼 77
[Sweep] 버튼 77
[Burst] 버튼 77
[Trigger] 버튼 77
[System] 버튼 78
채널 [Setup] 및 [On / Off] 버튼 79
4 특징 및 기능 80
출력 구성 **81**
출력 함수 81
출력 주파수 83
출력 진폭 84
DC 오프셋 전압 86
출력 단위 87
출력 종단 88
듀티 사이클(사각파) 89
대칭(램프 파형) 90
전압 범위 자동 조정 91
출력 컨트롤 92
파형 극성 93
동기 출력 신호 94
펄스 파형 **96**
주기 96
펄스 폭 97
펄스 듀티 사이클 98
에지 시간 99
AM(진폭 변조) 및 FM(주파수 변조) **101**
AM 또는 FM 선택 101

반송파 형태 102
반송파 주파수 102
변조 파형 형태 103
변조 파형 주파수 104
변조 깊이(AM) 105
DSSC(Double Sideband Suppressed Carrier) AM 106
주파수 편차(FM) 107
변조 소스 107
PM(위상 변조) **108**
위상 변조 선택 108
반송파 형태 109
반송파 주파수 109
변조 파형 형태 109
변조 파형 주파수 110
위상 편차 111
변조 소스 111
FSK(Frequency-Shift Keying) 변조 **112**
FSK 변조를 선택하려면 112
FSK 반송파 주파수 112
FSK "홉" 주파수 113
FSK 속도 113
FSK 소스 113
PWM(펄스 폭 변조) **114**
PWM 선택 114
변조 파형 형태 114
변조 파형 주파수 115
폭 또는 듀티 사이클 편차 116
변조 소스 117
펄스 파형 117
펄스 주기 118
합계 변조 **119**
총량 활성화 119
변조 파형 형태 119
변조 파형 주파수 120
총량 진폭 121
변조 소스 122
주파수 스위프 **123**
스위프 선택 123
시작 주파수 및 정지 주파수 124
중심 주파수 및 주파수 스팬 125
스위프 모드 127
스위프 시간 127
유지/복귀 시간 128
마커 주파수 129
스위프 트리거 소스 130
트리거 출력 신호 131
주파수 목록 132
버스트 모드 **134**
버스트 선택 134
파형 주파수 135
버스트 카운트 136
버스트 주기 137

시작 위상 138
버스트 트리거 소스 139
트리거 출력 신호 140
트리거 **142**
트리거 개요 142
트리거 소스 142
즉시 트리거링 143
수동 트리거링 143
외부 트리거링 144
소프트웨어(버스) 트리거링 144
타이머 트리거링 144
트리거 입력 신호 144
트리거 출력 신호 145
시스템 관련 작업 **146**
계측기 상태 저장 146
계측기 전원 켜기 상태 147
라이선스 옵션 147
오류 상황 147
신호음 제어 147
Key Click 148
디스플레이 끄기 148
디스플레이 밝기 148
날짜 및 시간 148
파일 관리 149
자가 테스트 149
펌웨어 리비전 쿼리 149
SCPI 언어 버전 쿼리 150
I/O 구성 150
이중 채널 작동 **150**
이중 채널 작동 입력 150
주파수 커플링 150
진폭 커플링 151
추적 151
조합 151
작동 정보 152
5 특성 및 사양 154
6 측정 자습서 155
임의 파형 **156**
파형 필터 156
의사 가우시안 노이즈 **156**
PRBS **157**
변조 **157**
AM(진폭 변조) 157
FM(주파수 변조) 158
PM(위상 변조) 159
FSK(Frequency-Shift Keying) 변조 159
BPSK(Binary Phase Shift Keying) 159
PWM(펄스 폭 변조) 159
가산형 변조(합계) 160
버스트 **160**
3 사이클 버스트 파형 160

주파수 스위프 **161**
AC 신호의 특성 **161**
신호 결함 **163**
고조파 왜곡 163
비고조파 의사 신호 163
위상 노이즈 163
양자화 노이즈 163

고지

저작권 고지

© Keysight Technologies 2021-2023

본 설명서의 어떤 부분도 어떤 형식 또는 수단(전자적 저장 및 수정, 외국어로의 번역 포함)으로도 미국 및 국제 저작권법에 따라 Keysight Technologies의 사전 동의 및 서명 동의 없이 복사하는 것을 금합니다.

설명서 부품 번호

EDU33212-90010

판

제4판, 2023년 11월

발행

Keysight Technologies
Bayan Lepas Free Industrial Zone
11900 Bayan Lepas, Penang
Malaysia

보증

본 문서에 수록된 자료는 "있는 그대로" 제공되며, 향후 발행물에서 예고 없이 변경될 수 있습니다. 그리고 Keysight는 해당 법규가 허용하는 범위 내에서 본 설명서 및 여기 포함된 모든 정보(상품성 및 특정 목적에의 적합성을 포함하며 이에 제한되지 않음)에 대한 명시적 또는 묵시적인 모든 보증을 부인합니다. Keysight는 본 문서 또는 여기 포함된 정보의 제공, 사용 또는 실시와 관련된 모든 오류 또는 부수적 또는 파생적 손상에 대해 책임을 지지 않습니다. Keysight와 사용자가 별도 작성한 서면 동의서에 이러한 조건과 상반되는 본 문서의 내용을 다루는 보증 조건이 있다면 별도 동의서의 보증 조건이 적용됩니다.

기술 라이선스

본 문서에 설명된 하드웨어 및/또는 소프트웨어는 라이선스에 의해 제공되며 이 라이선스에 의해 사용 또는 복제될 수 있습니다.

미국 정부의 권리

소프트웨어는 연방 획득 규정("FAR") 2.101의 정의에 따라 "상업용 컴퓨터 소프트웨어"로 규정됩니다. FAR 12.212/27.405-3 및 미국 국방부 FAR 보완 규정("DFARS") 227.7202에 따라, 미국 정부가 상업용 컴퓨터 소프트웨어를 획득하는 방식은 소비자의 일반적인 구매방식과 동일합니다. 이에 따라 Keysight는 http://www.keysight.com/find/sweula에서 사본을 제공하는 최종 사용자 라이선스 계약(EULA)에 구현된 표준 상업 라이선스에 의거하여 미정부 고객에게 소프트웨어를 제공합니다. EULA에 규정된 라이선스는 미정부가 소프트웨어를 사용, 수정, 배포 또는 공개할 수 있는 근거가 되는 배타적 권한을 나타냅니다. 이 안에서 발효되는 EULA 및 라이선스는 특히 Keysight에 대하여 다음을 필요로 하거나 허용하지 않습니다. (1) 일반에게 관습적으로 제공하지 않는 상업용 컴퓨터 소프트웨어 또는 상업용 컴퓨터 소프트웨어 문서와 관련된 기술 정보를 공급하는 것 또는 (2) 일반에게 상업용 컴퓨터 소프트웨어 또는 상업용 컴퓨터 소프트웨어 문서를 사용, 수정, 재생산, 양도, 실행, 전시 또는 공개하도록 관습적으로 제공하는 일련의 권한을 초과하는 정부의 권한을 양도하거나 그 밖에 제공하는 것. FAR 및 DFARS에 의거하여 상업용 컴퓨터 소프트웨어의 모든 제공자로부터 명시적으로 추가적인 조건, 권리 또는 라이선스가 요구되고, EULA 이외 다른 계약에서 서면으로 이러한 조건, 권리 또는 라이선스가 명시된 경우를 제외하고 EULA에 명시된 이상의 추가적인 정부 요구조건이 적용되지 않습니다. Keysight는 소프트웨어를 업데이트, 개정 또는 다른 식으로 수정할 책임을 지지 않습니다. FAR 12.211/27.404.2 및 DFARS 227.7102에 의거, FAR 2.101에 규정된 기술 데이터와 관련하여 미 정부는 기술 데이터에 적용되는 FAR 27.401 또는 DFAR 227.7103-5 (c)에 정의된 이상의 제한적 권한을 획득하지 않습니다.

타사 라이선스

이 소프트웨어의 일부는 오픈 소스 이용 약관을 포함하여 타사에 의해 사용이 허가되었습니다. 그러한 라이선스가 Keysight에서 소스 코드를 사용할 수 있도록 요구하는 한, 당사는 비용 없이 그렇게 할 것입니다. 자세한 내용은 https://www.keysight.com/find/assist에서 Keysight 지원팀에 문의하십시오.

WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment: 전기 및 전자 장비 폐기물 처리)

본 제품은 WEEE 지침 마케팅 요구사항을 준수합니다. 부착된 제품 레이블(아래 참조)에는 본 전기/전자 제품을 가정용 쓰레기로 폐기할 수 없음을 나타냅니다.

제품 범주: WEEE 지침 첨부 1에 나와있는 장비 유형에 따라 본 제품은 “모니터링 및 제어 계측” 제품으로 분류합니다. 가정용 쓰레기로 버리지 마십시오.

필요 없는 제품을 반환하려면 현지 Keysight 사무소로 연락하거나

about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml에서 자세한 내용을 참조하십시오.

기술 지원

배송에 대해 질문이 있거나 보증, 서비스 또는 기술 지원에 대한 정보가 필요한 경우 Keysight Technologies: www.keysight.com/find/assist에 문의하십시오.

자기 적합 선언

이 제품 및 다른 Keysight 제품에 대한 자기 적합 선언(DOC)은 웹에서 다운로드할 수 있습니다. https://regulations.about.keysight.com/DoC/default.htm으로 이동하십시오. 그런 다음 제품 번호로 검색하여 최신 자기 적합 선언(DOC)을 찾을 수 있습니다.

안전 정보

주의

주의 고지는 위험 사항을 알려줍니다. 올바로 수행하거나 준수하지 않으면 제품이 손상되거나 중요한 데이터가 손실될 수 있는 작동 절차와 실행 방식 등에 주의를 요합니다. 발생한 상황을 완전히 이해하여 해결하기 전에는 주의 고지 이후 내용으로 넘어가지 마십시오.

경고

경고 고지는 위험 사항을 알려줍니다. 올바로 수행하거나 준수하지 않으면 상해나 사망을 초래할 수 있는 작동 절차와 실행 방식 등에 주의를 요합니다. 발생한 상황을 완전히 이해하여 해결하기 전에는 경고 고지 이후 내용으로 넘어가지 마십시오.

안전 및 규제 정보

안전 고려사항

계측기 작동, 서비스 및 수리의 모든 단계에서 다음과 같은 일반 안전 주의 사항을 준수해야 합니다. 이 수칙 또는 본 설명서 다른 곳의 특정 경고를 지키지 않으면 설계, 제조의 안전 표준 및 계측기의 의도된 사용을 위반하는 것입니다. Keysight Technologies는 고객이 이 요구사항을 지키지 않은 것에 대한 책임을 지지 않습니다.

경고 일반

제조업체에서 지정하지 않은 방법으로 본 제품을 사용하지 마십시오. 제품을 작동 지침에 정해진 대로 사용하지 않으면 이 제품의 보호 기능이 손상될 수 있습니다.

전원 공급 전 확인 사항

모든 안전 조치가 취해졌는지 확인하십시오. 전원을 공급하기 전에 장치에 모든 항목을 연결하십시오.

계측기의 접지

본 제품에는 보호 접지 단자가 있습니다. 감전 위험을 최소화하려면 접지선을 전원 콘센트에 있는 전기 접지(안전 접지)에 단단히 연결하고 접지된 전원 케이블을 통해 계측기를 AC 주전원에 연결해야 합니다. 보호(접지) 도체를 절단하거나 보호 접지 단자의 연결을 끊으면 감전으로 인한 신체 상해를 입을 수 있습니다.

폭발 위험이 있는 대기 중에서 또는 수분이 많은 환경에서 작동 금지

가연성 가스나 연기, 증기 주변에서 또는 수분이 많은 환경에서 계측기를 작동시키지 마십시오.

손상되거나 결함 있는 계측기 작동 금지

계측기가 손상되거나 결함이 있는 것으로 판단되면 자격을 갖춘 서비스 직원의 수리를 받을 때까지 작동을 멈추고 사용하지 못 하도록 안전하게 보호하십시오.

부품 교체 또는 계측기 개조 금지

추가 위험의 우려가 있으므로 대체 부품을 장착하거나 계측기를 무단 개조해서는 안 됩니다. 안전 기능의 유지를 보장하기 위한 서비스 및 수리를 원하면 Keysight Technologies 영업 및 서비스 사무소로 제품을 반환하십시오. 판매 및 기술 지원에 대하여 Keysight에 문의하려면 다음 Keysight 웹사이트에서 지원 링크를 참조하십시오. www.keysight.com/find/assist(복구 및 서비스를 위한 세계 연락처 정보)

제공된 전원 코드 사용

배송 시 제공되는 전원 코드와 함께 계측기를 사용하십시오.

통풍구 차단 금지

계측기 통풍구가 막히지 않도록 하십시오.

계측기에 연결하기 전에 계측기에 표시된 모든 지시사항 준수

계측기에 모든 배선을 연결하기 전에 계측기에 표시된 모든 지시사항을 지키십시오.

덮개가 제자리에 고정되어 있는지 확인

덮개를 제거하거나 헐겁게 푼 상태에서 계측기를 조작하지 마십시오. 서비스 교육을 받은 자격 있는 직원만 계측기에서 덮개를 제거해야 합니다.

계측기가 잘 장착되었는지 확인

계측기 분리가 어려울 수 있는 구역에 계측기를 배치하지 마십시오.

AC 전원 코드

AC 전원 코드를 분리하는 것은 계측기에서 전원을 제거하기 위한 연결 분리 방법입니다. 전원 코드에 손쉽게 접근하여 AC 전원에서 분리할 수 있도록 하십시오. 사용 국가에서 Keysight가 지정한 전원 코드 또는 해당 등급의 전원 코드만 사용하십시오.

주의 살짝 물을 묻힌 적신 천으로 청소
보풀 없는 부드러운 천에 물을 살짝 묻혀 계측기 외부를 닦습니다. 세제, 휘발성 액체 또는 화학 용제를 사용하지 마십시오.

안전 기호

기호	설명
	주의, 위험 요소가 있음(구체적인 경고 또는 주의 정보는 설명서를 참조하십시오.)
	보호 접지 단자
	접지
	교류(AC)

규제 표시

기호	설명
CE ICES/NMB-001 ISM GRP 1-A	CE 마크는 EC의 등록 상표입니다. 이 CE 마크는 모든 관련 European Legal Directives를 준수하는 제품을 나타냅니다. ICES/NMB-001은 이 ISM 장치가 Canadian ICES-001을 준수함을 나타냅니다. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada. ISM GRP.1 등급 A는 이 제품이 Industrial Scientific and Medical Group 1 등급 A 제품임을 나타냅니다.
C US	CSA 마크는 Canadian Standards Association의 등록 상표입니다.
	RCM 마크는 Australian Communications and Media Authority의 등록 상표입니다.
40	이 기호는 정상적인 사용 도중 유해 또는 독성 물질 요소가 누출되거나 저하되지 않을 것으로 예상되는 기간을 나타냅니다. 제품의 기대 수명은 40년입니다.
	이 기호는 대한민국 클래스 A EMC 선언입니다. 이 계측기는 가정 이외의 전자기 환경과 전문가용으로 적합한 클래스 A 계측기입니다.
	본 계측기는 WEEE 지침 마케팅 요구사항을 준수합니다. 부착된 제품 라벨은 본 전자/전기 제품을 국내 가정용 폐기물로 폐기할 수 없음을 나타냅니다.

한국 클래스 A EMC 선언:

사용자에 대한 정보:

본 장비는 비즈니스 환경에서의 사용에 대해 적합성 평가를 받았습니다. 주거 환경에서 본 장비는 전파 간섭의 원인이 될 수 있습니다.

– 본 EMC 선언문은 비즈니스 환경에서 사용하는 장비에 대해서만 적용됩니다.

사용자 안내문
이 기기는 업무용 환경에서 사용할 목적으로 적합성 평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파 간섭의 우려가 있습니다.

– 사용자 안내문은 “업무용 방송통신기자재”에만 적용됩니다.

안전 및 EMC 요구사항

이 전원 공급 장치는 다음 안전 및 EMC(전자기적합성) 요구 사항을 준수하도록 설계되었습니다.

- 저전압 지침 2014/35/EU
- EMC 지침 2014/30/EU

환경 조건

본 계측기는 실내용으로 제작한 것이며 응결이 적은 장소에서만 사용해야 합니다. 아래 표는 본 계측기의 일반 환경 요구 사항을 정리해 놓은 것입니다.

환경 조건	요구사항
온도	작동 조건: 0°C ~ 55°C 보관 조건: -40°C ~ 70°C
습도	작동/보관 조건: 최대 40°C 온도에서 최대 80% RH(비응축)
높이	최대 3000m
오염도	2
과전압 범주	II
전원 공급 장치 및 라인 주파수	100/120V, 100/240V 50/60Hz
전력 소비	<45W
주전원 공급 전압 변동	주전원 공급 전압 변동이 공칭 공급 장치 전압의 ±10%를 초과하지 않아야 합니다.

1 계측기 소개

계측기 개요

전면 패널 개요

전면 패널 디스플레이 개요

전면 패널 숫자 입력

후면 패널 개요

계측기 치수

Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기는 임의 파형 및 펄스 기능이 내장된 합성된 파형 발생기 시리즈입니다.

계측기 개요

Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기는 임의 파형 및 펄스 기능이 내장된 합성된 파형 발생기 시리즈입니다.

다음 두 가지 모델을 사용할 수 있습니다.

- EDU33211A : 20MHz, 단일 채널 트루폼 임의 파형 발생기
- EDU33212A : 20MHz, 이중 채널 트루폼 임의 파형 발생기

주요 특징

- 변조 및 17가지 유용한 파형 내장
- 최대 8Msa/채널 메모리를 포함하는 16비트 임의 파형 기능
- 진폭 및 주파수에 결합될 수 있는 2가지 독립형 채널(EDU33212A)
- 다양한 정보를 제공하는 7인치 WVGA 컬러 디스플레이.
- 뛰어난 사용 편의성
- USB 및 LAN IO 인터페이스
- 웹 인터페이스
- SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments) 호환
- PathWave BenchVue 소프트웨어 포함
- 3년 보증 표준

옵션

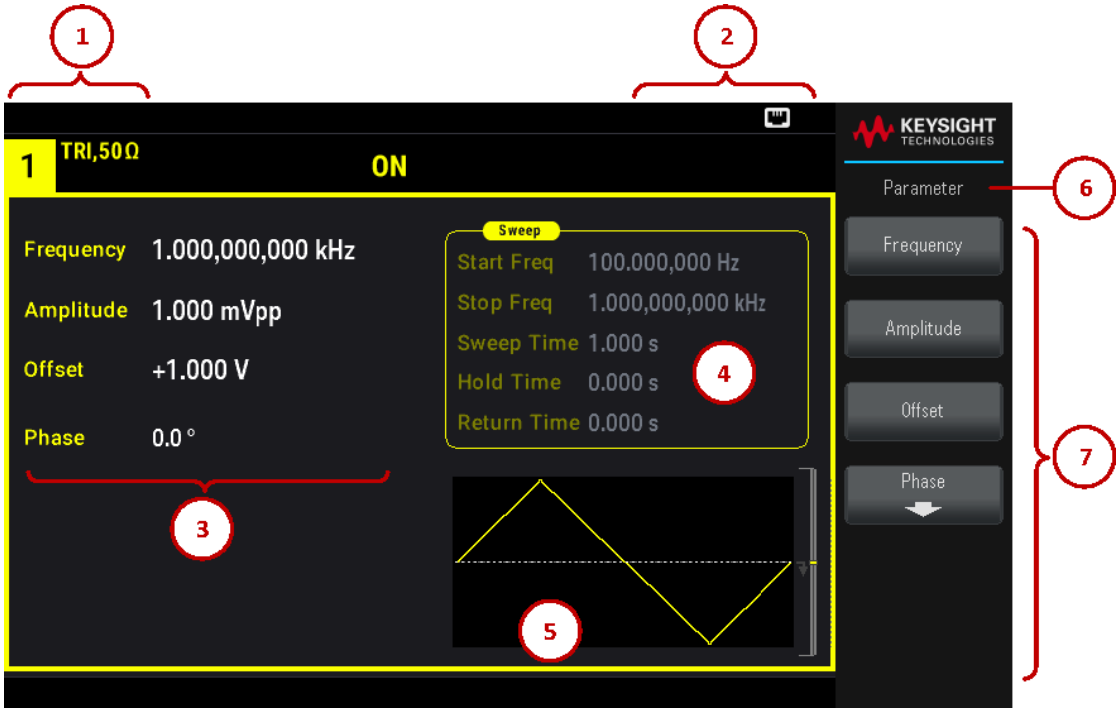
업그레이드 가능한 옵션(사후 구매 사용 가능)

옵션	설명
332BW1U	1채널 EDU33210 시리즈 파형 발생기의 최대 25MHz 대역폭 업그레이드
332BW2U	2채널 EDU33210 시리즈 파형 발생기의 최대 25MHz 대역폭 업그레이드

전면 패널 개요

범례	설명
1	7인치 WVGA 디스플레이 - 채널 1 디스플레이
2	채널 2 디스플레이(EDU33212A만 해당)
3	[ON/OFF] 스위치
4	USB 포트 - 외부 USB 플래시 드라이브를 계측기에 연결할 수 있습니다. 참고 EDU33210 시리즈는 다음 사양을 갖는 USB 플래시 드라이브를 지원합니다. USB 2.0, FAT32 형식, 최대 32GB 전면 패널 USB 포트에 SanDisk Cruzer Blade 플래시 드라이브를 사용하는 것이 좋습니다.
5	[Back] 버튼 참고 외장 USB 플래시 드라이브를 연결한 상태로 **[Back]** 버튼을 3초 이상 눌러 계측기 화면을 자동으로 캡처합니다. 캡처한 이미지는 연결된 USB 플래시 드라이브에 저장됩니다.
6	메뉴 소프트키
7	CAL 커넥터
8	Ext Trig/Gate/FSK/Burst 커넥터
9	동기화/트리거 출력 커넥터
10	고정 기능 버튼
11	숫자 키패드
12	노브 및 커서 화살표
13	채널 1 및 채널 2(EDU33212A만 해당) 커넥터와 관련 버튼

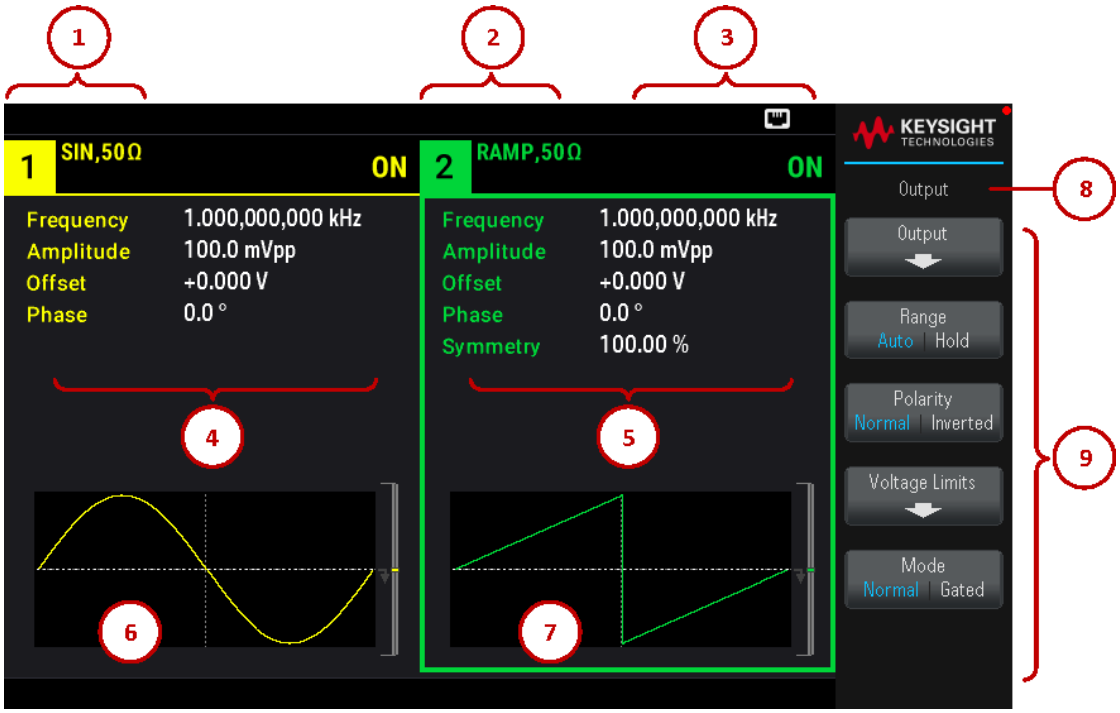
단일 채널 보기



범례	설명
1	채널 1 정보
2	상태 표시기
3	채널 1 파형 파라미터
4	스위프, 변조 또는 버스트 파라미터
5	채널 1 파형 디스플레이
6	기능 명칭
7	소프트키 레이블

이중 채널 보기(EDU33212A에만 해당)

[Setup]을 두 번 눌러 듀얼 채널 보기 모드로 들어갑니다. 이 모드에서 [Setup]을 누르면 단일 채널 보기와 듀얼 채널 보기 간에 전환됩니다.



범례	설명
1	채널 1 정보
2	채널 2 정보
3	상태 표시기
4	채널 1 파형 파라미터
5	채널 2 파형 파라미터
6	채널 1 파형 디스플레이
7	채널 2 파형 디스플레이
8	기능 명칭
9	소프트키 레이블

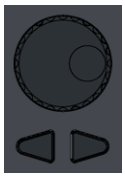
계측기 상태 표시기

범례	설명
RMT	원격 모드가 활성화될 때 표시됩니다.
RWL	SYSTem:RWL 명령이 전송된 후에 표시됩니다.
	USB 플래시 드라이브가 연결되어 있습니다.
	LAN이 연결되어 있습니다.

범례	설명
	계측기 오류가 발생했습니다.

전면 패널 숫자 입력

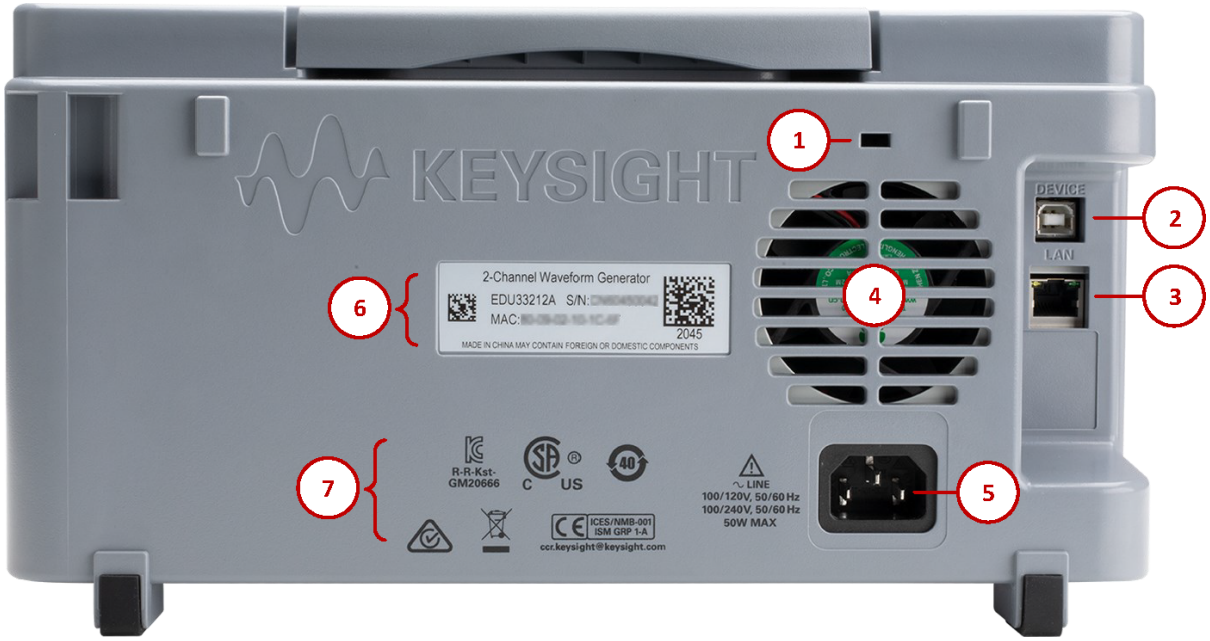
전면 패널에서 다음 두 가지 방법으로 숫자를 입력할 수 있습니다.



- 노브와 커서 키를 사용하여 이 숫자를 수정합니다. 노브를 돌려 숫자를 변경합니다(시계 방향으로 증가). 노브 아래 화살표로 커서를 이동합니다.

- 키패드를 사용하여 숫자를 입력하고 소프트키로 단위를 선택할 수 있습니다. [+/-]키를 사용하여 숫자 부호를 바꿉니다.

후면 패널 개요



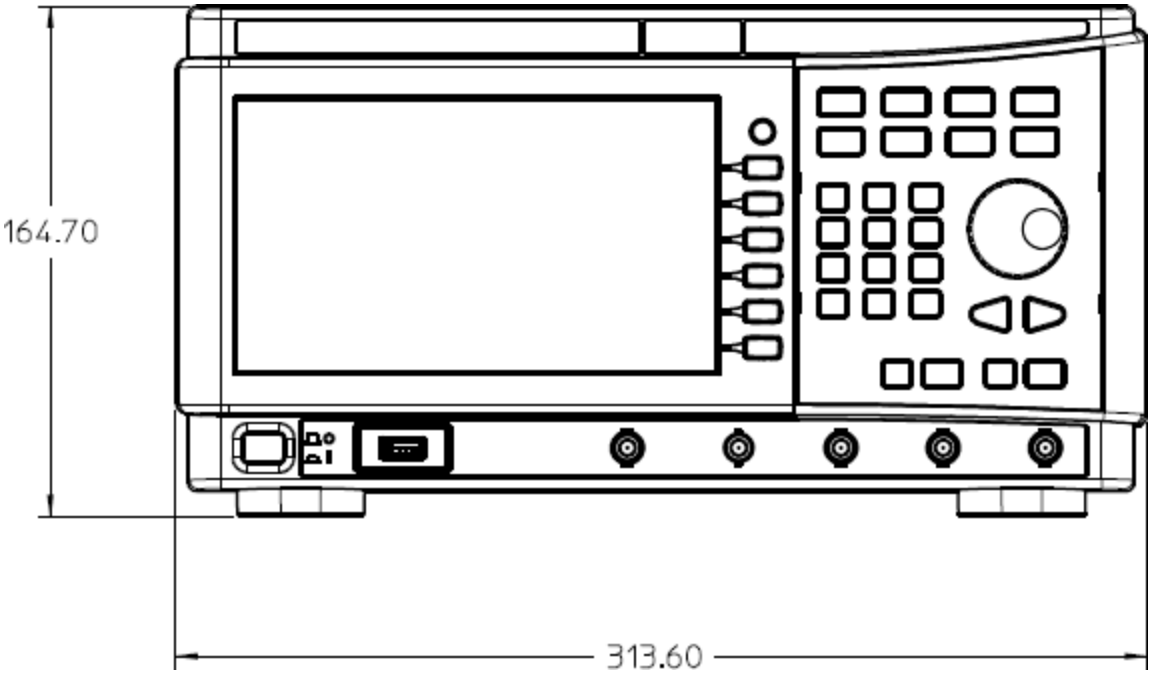
범례	설명
1	켄싱턴 잠금
2	USB-B(Universal Serial Bus) 인터페이스 커넥터

범례	설명
3	LAN(Local Area Network) 인터페이스 커넥터
4	AC 전원 커넥터
5	환기 팬
6	계측기 일련번호 및 MAC 주소
7	계측기 안전 및 규정 레이블

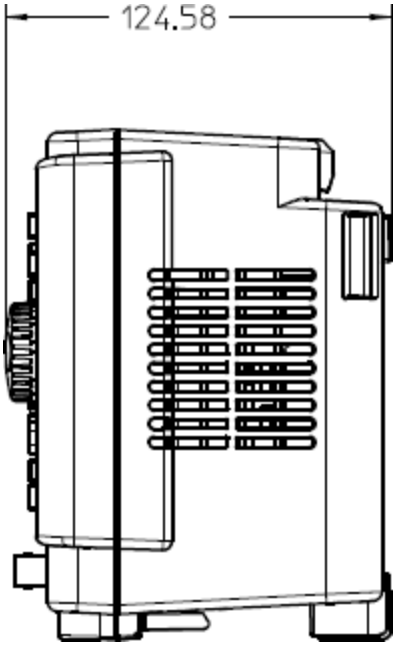
경고 이 기기는 보호 등급 1 장비입니다(섀시를 보호 접지에 연결해야 함). 주 전원 플러그는 보호 접지 단자와 함께 제공된 콘센트에만 꽂아야 합니다.

계측기 치수

높이 : 164.70mm x 폭 : 124.58mm124.58 mm313.60mm



길 이 : 124.58mm



2 시작하기

계측기 사용 준비

출력 주파수 설정

출력 진폭 설정

DC 오프셋 전압 설정

고수준 및 저수준 값 설정

DC 전압 출력

사각파의 듀티 사이클 설정

펄스 파형 구성

저장된 임의 파형 선택

내장 도움말 시스템 사용

파형 업데이트

옵션 업그레이드용 라이선스

원격 인터페이스 연결

원격 인터페이스 구성

원격 제어

이 섹션에서는 계측기를 신속하게 시작할 수 있는 기본적인 절차에 대해 설명합니다.

계측기 사용 준비

계측기를 받으면 배송 중에 눈에 보이는 손상이 발생하지 않았는지 검사해야 합니다. 손상된 경우 배송업체와 가까운 Keysight 영업소 및 지원 센터로 즉시 알려주십시오. www.keysight.com/find/assist를 참조하십시오.

나중에 계측기를 반품해야 할 경우에 대비하여 검사가 다 끝날 때까지 배송 상자와 포장재를 잘 보관해야 합니다. 아래에 있는 목록을 점검하여 계측기와 함께 모든 품목을 받았는지 확인하십시오. 빠진 품목이 있을 경우, 가까운 Keysight 영업소나 지원센터로 연락주시기 바랍니다.

- 빠른 시작 설명서
- AC 전원 코드(대상 국가용)
- 교정 인증서 및 유통 기간 알림
- Keysight 안전 안내지(9320-6797)
- 임의 파형 발생기에 대한 RoHS 부록(중국)(9320-6667)

문서 및 펌웨어 개정

아래 나열된 문서는 당사 웹 사이트 www.keysight.com/find/EDU33211A-manuals에서 무료로 다운로드할 수 있습니다.

- Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기 빠른 시작 설명서
- Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기 사용 설명서 본 설명서
- Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기 프로그래밍 설명서
- Keysight EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기 서비스 설명서

최신 펌웨어 개정 및 펌웨어 업데이트 지침은 에서 확인하십시오.

–EDU33211A: www.keysight.com/find/EDU33211A-sw

–EDU33212A: www.keysight.com/find/EDU33212A-sw

권장 교정 주기

Keysight Technologies에서 권장하는 이 계측기의 교정 주기는 1년입니다.

계측기 설정

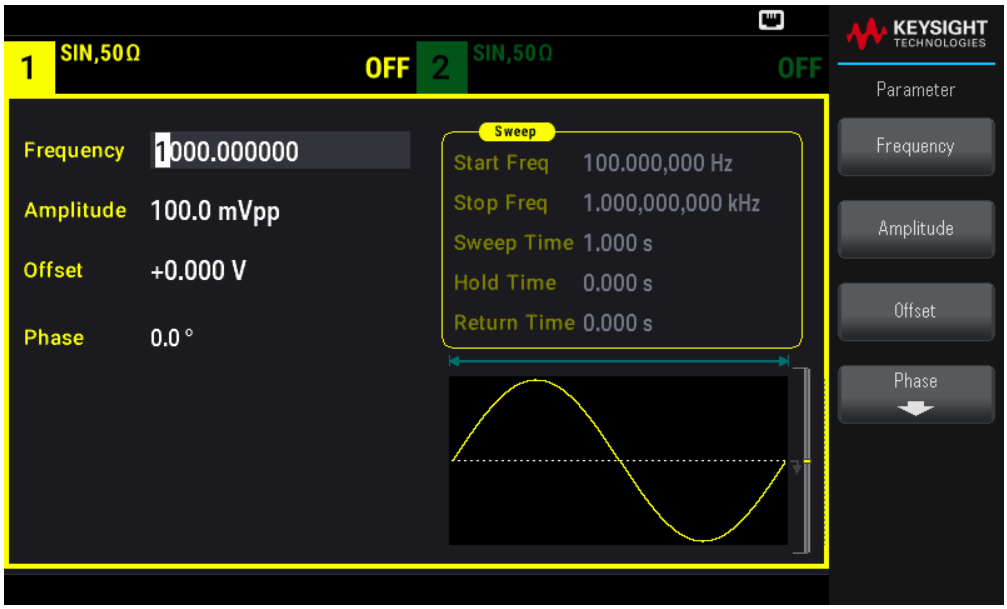
계측기의 다리를 평평하고 반듯한 수평면에 놓습니다. 전원 케이블을 후면 패널에 연결한 다음, 이를 주 전원에 연결합니다. LAN이나 USB 케이블을 원하는 대로 연결하며, 계측기를 보안 잠금 케이블로 고정할 수도 있습니다. 마지막으로 전면 패널 [On/Off] 버튼을 사용하여 계측기를 켭니다.

계측기에서 전원 켜기 자가 테스트를 실행한 다음, 도움말을 얻는 방법에 대한 메시지와 함께 현재 IP 주소가 표시됩니다.

출력 주파수 설정

기본 주파수는 1kHz입니다. 주파수를 변경하고 Hz 대신 주기 단위로 주파수를 지정할 수 있습니다.

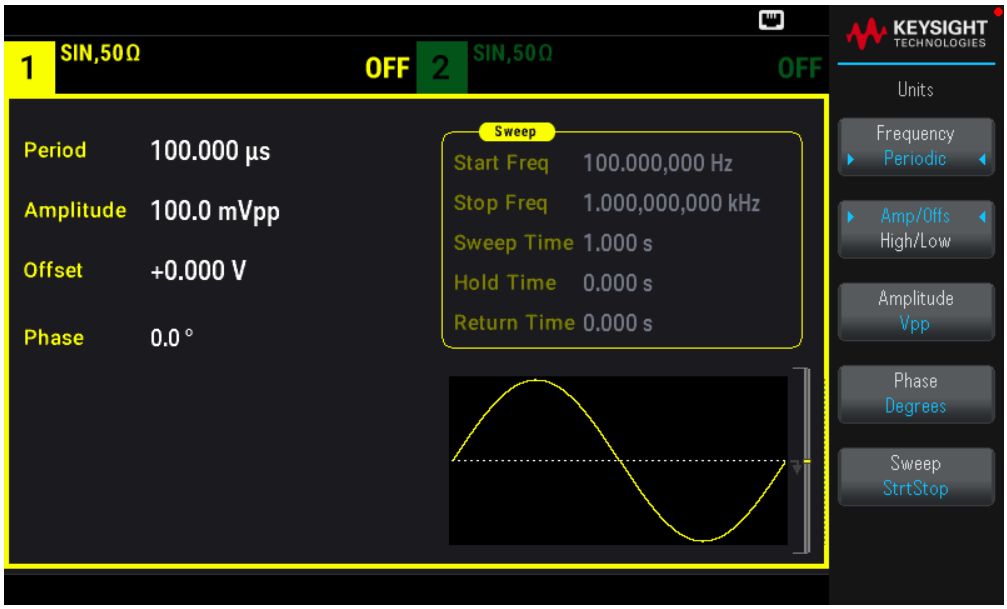
[Parameter] > Frequency를 누릅니다.



– 노브를 사용하여 숫자 값을 변경하거나 커서 화살표를 사용하여 커서를 다음 또는 이전 숫자로 이동합니다. 또는

– 숫자 키패드를 사용하여 숫자 값을 설정합니다. 접두사 단위(µHz, mHz, Hz, kHz 또는 MHz)를 선택하여 변경 사항을 확인합니다.

[Units] > Frequency Periodic을 눌러 단위를 주파수 대신 주기로 변경합니다.



출력 진폭 설정

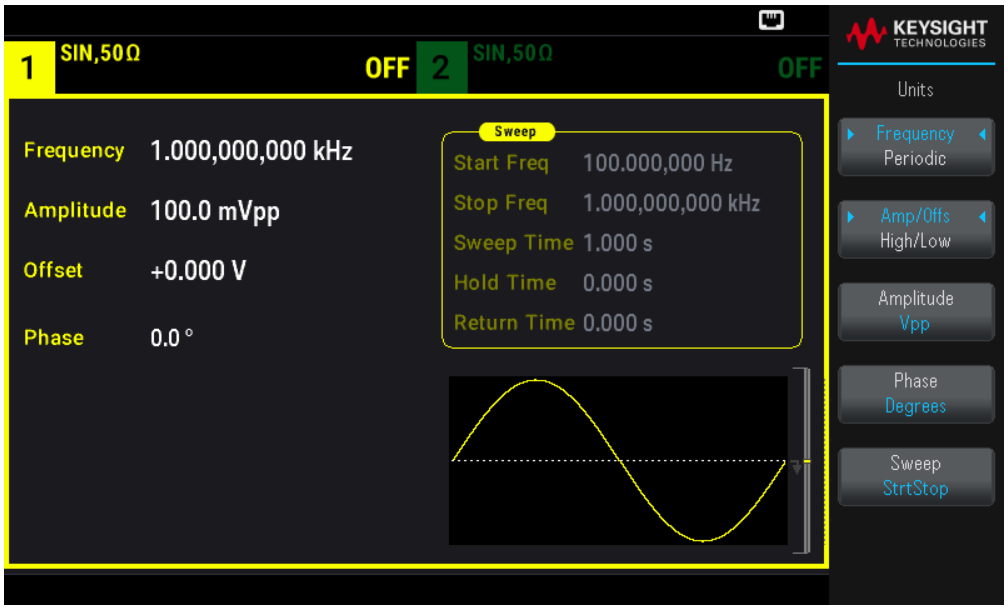
계측기의 기본 기능은 1kHz, 100mVpp 사인파(50Ω 터미네이션)입니다.

다음 단계를 수행하면 진폭이 50mVpp로 변경됩니다.

1. [Units] > Amp/Offs High/Low를 눌러 전압을 진폭 및 오프셋으로 지정합니다.

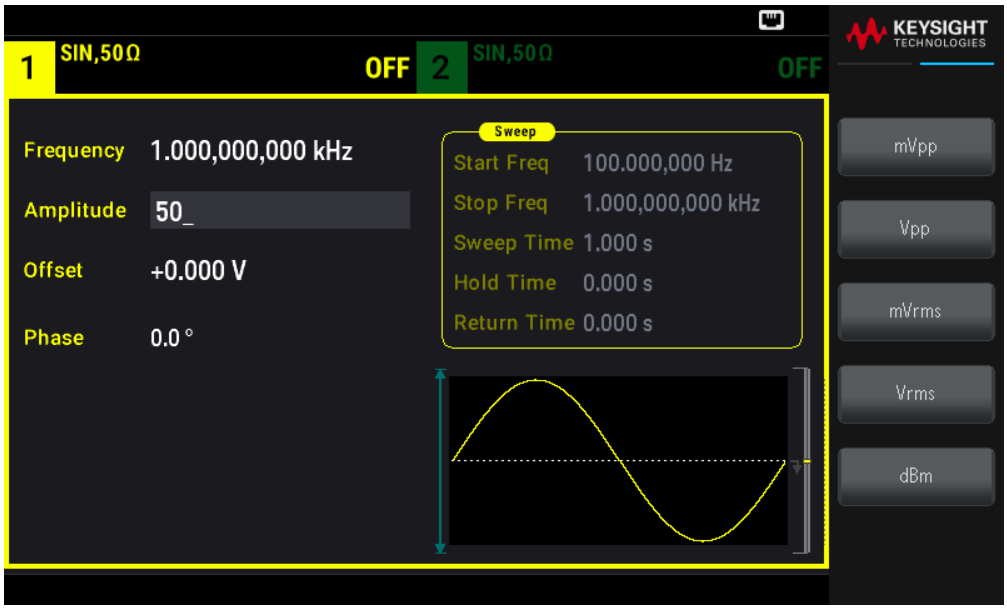
   표시되는 진폭은 전원 가동 시 값 또는 이전에 선택한 진폭 중 하나입니다. 기능을 변경할 경우 새 기능에 유효한 경우 같은 진폭이 사용됩니다. 대신, 전압을 높은 값 및 낮은 값으로 지정하도록 선택하려면 Amp/Offs High/Low를 누릅니다.

   이 예에서는 Amp/Offs High/Low를 중점적으로 보여 줍니다.



2. 원하는 진폭의 크기를 입력합니다.

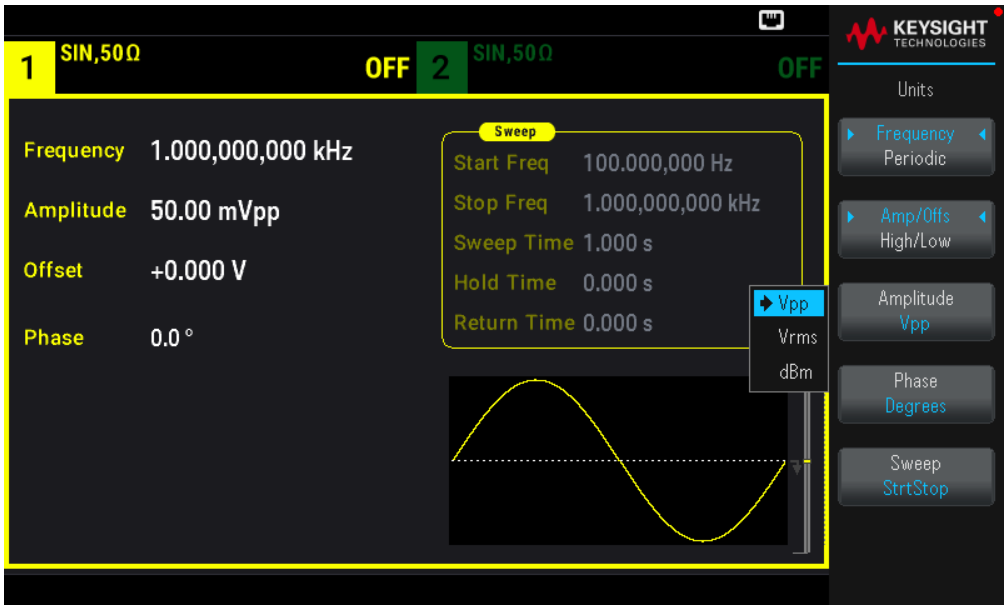
   [Parameter] > Amplitude를 누릅니다. 숫자 키패드를 사용하여 숫자 50을 입력합니다.



3. 원하는 단위를 선택합니다.

   원하는 단위에 해당하는 소프트키를 누릅니다. 단위를 선택할 때 계측기는 표시된 진폭의 파형을 출력합니다(출력이 사용하도록 설정된 경우). 이 예에서는 mVpp를 누르십시오.

   노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 입력할 수도 있습니다. 이렇게 할 경우 단위 소프트키를 사용할 필요가 없습니다. 단위 유형을 쉽게 변환할 수 있습니다. [Units] > Amplitude를 누르고 원하는 단위를 선택합니다.

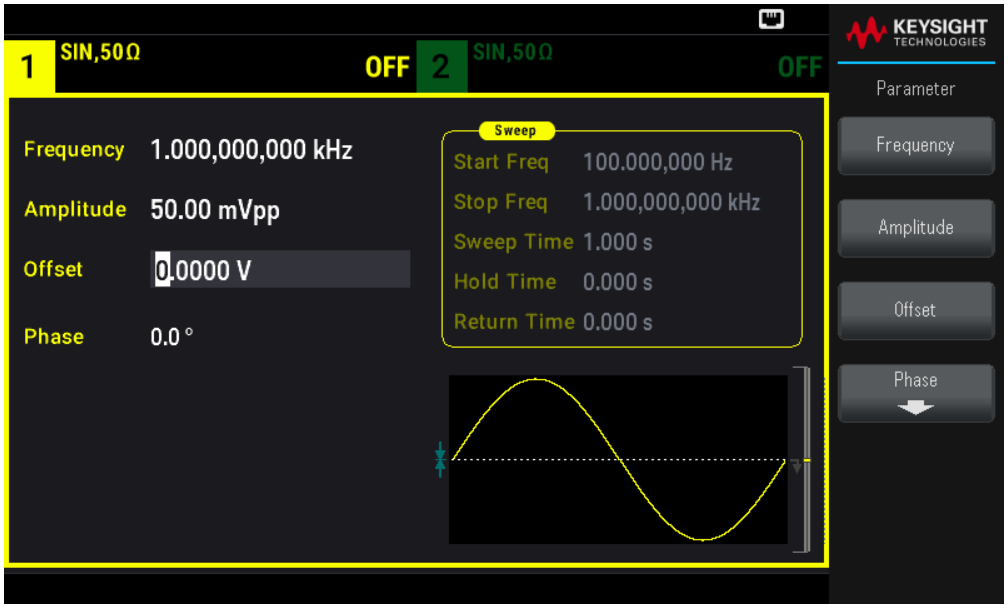


DC 오프셋 전압 설정

전원을 켤 때 DC 오프셋은 0V입니다. 다음 단계를 수행하면 오프셋이 1.5VDC로 변경됩니다.

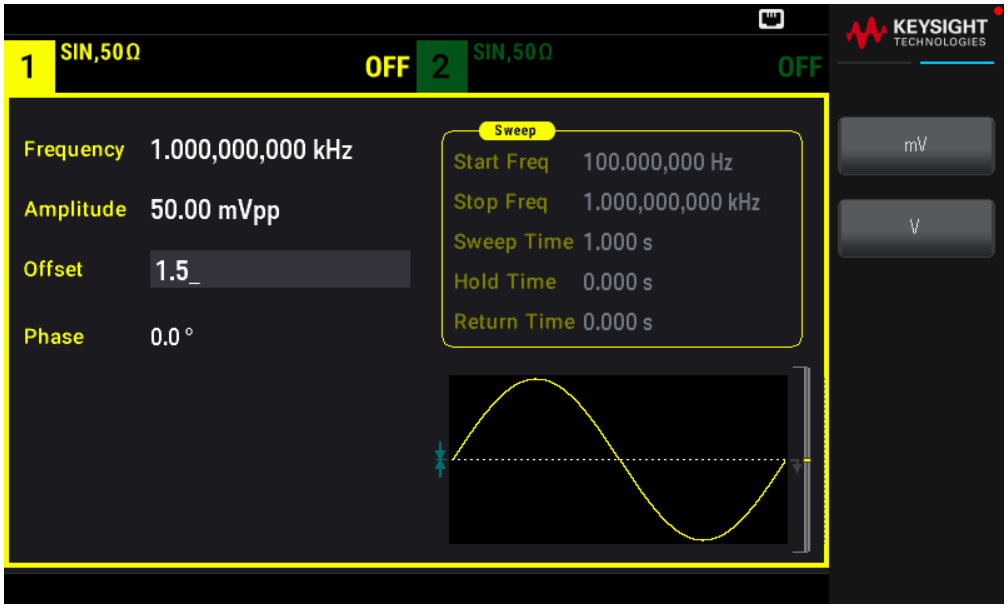
1. [Parameter] > Offset을 누릅니다.

   표시되는 오프셋 전압은 전원 가동 시 값 또는 이전에 선택한 오프셋 중 하나입니다. 기능을 변경할 때 현재 값이 새로운 기능에 유효하다면 동일한 오프셋이 사용됩니다.



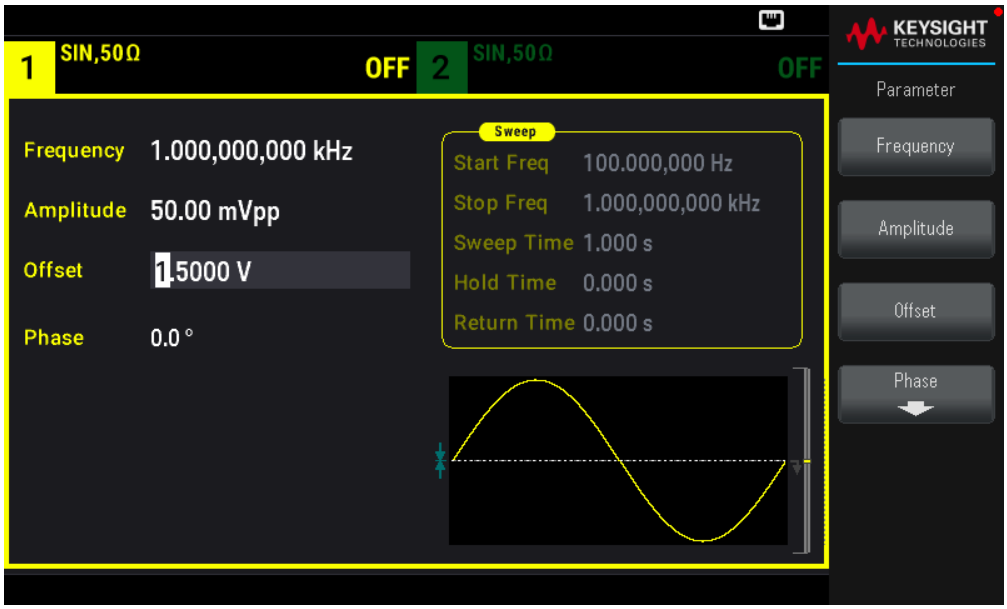
2. 원하는 오프셋을 입력합니다.

   이 경우 숫자 키패드를 사용하여 1.5를 입력합니다.



3. 원하는 단위를 선택합니다.

   원하는 단위에 해당하는 소프트키를 누릅니다. 단위를 선택할 때 계측기는 표시된 오프셋의 파형을 출력합니다(출력이 사용하도록 설정된 경우). 이 예의 경우 V를 누릅니다. 전압은 아래와 같이 설정됩니다.

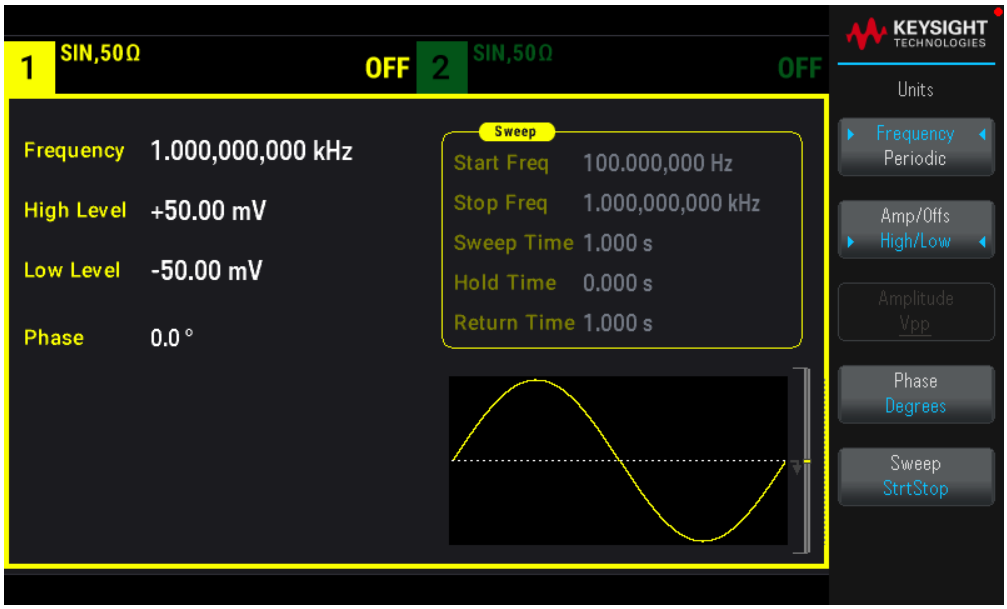


   노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 입력할 수도 있습니다.

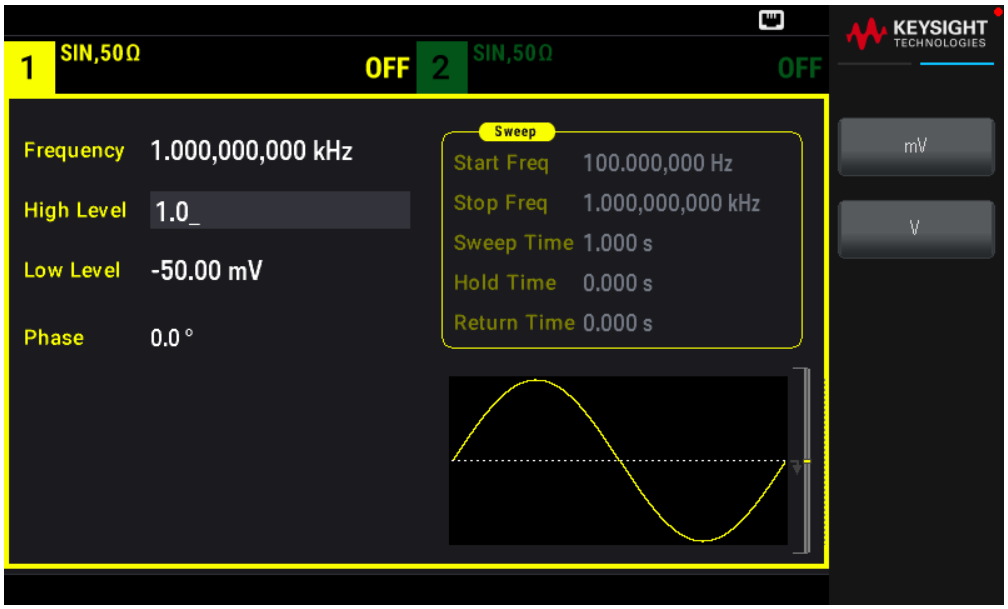
고수준 및 저수준 값 설정

위에 설명된 것처럼 진폭 및 DC 오프셋을 설정하여 신호를 지정할 수 있습니다. 또한 신호를 높은(최대) 및 낮은(최소) 값으로 지정할 수도 있습니다. 이는 일반적으로 디지털 응용 사례에 잘 맞습니다. 다음 예에서는 고수준을 1.0V로 설정하고 저수준을 0.0V로 설정합니다.

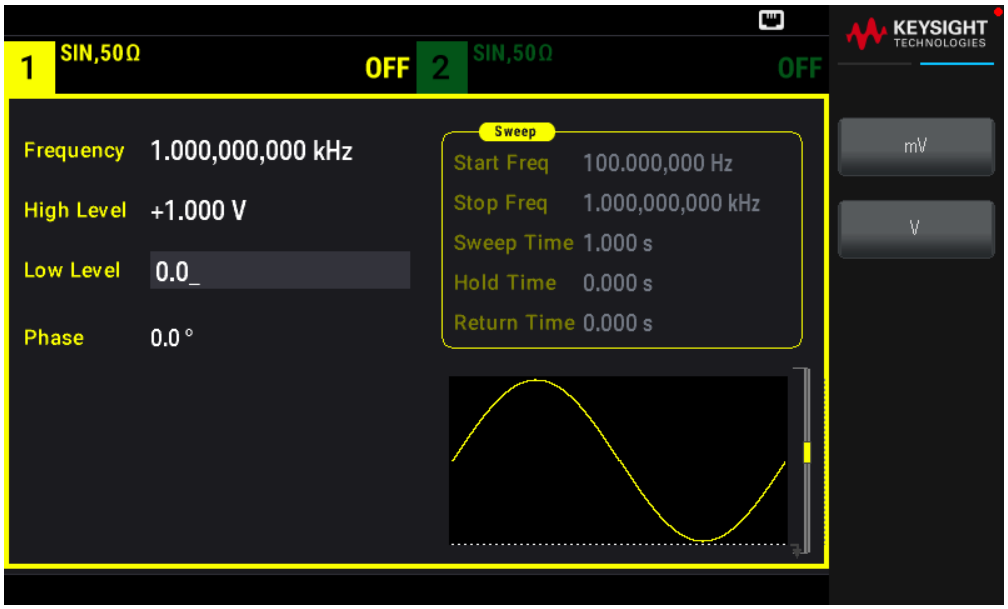
1. [Units] > Ampl/Offs High/Low를 누릅니다. 아래와 같이 High/Low로 전환합니다.



2. [Parameter] > High Level을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 1.0V 값을 선택합니다. (키패드를 사용하는 경우 V 단위 소프트키를 선택하여 값을 입력해야 합니다.)



3. Low Level 소프트키를 누르고 값을 설정합니다. 다시, 숫자 키패드 또는 노브를 사용하여 0.0V 값을 입력합니다.

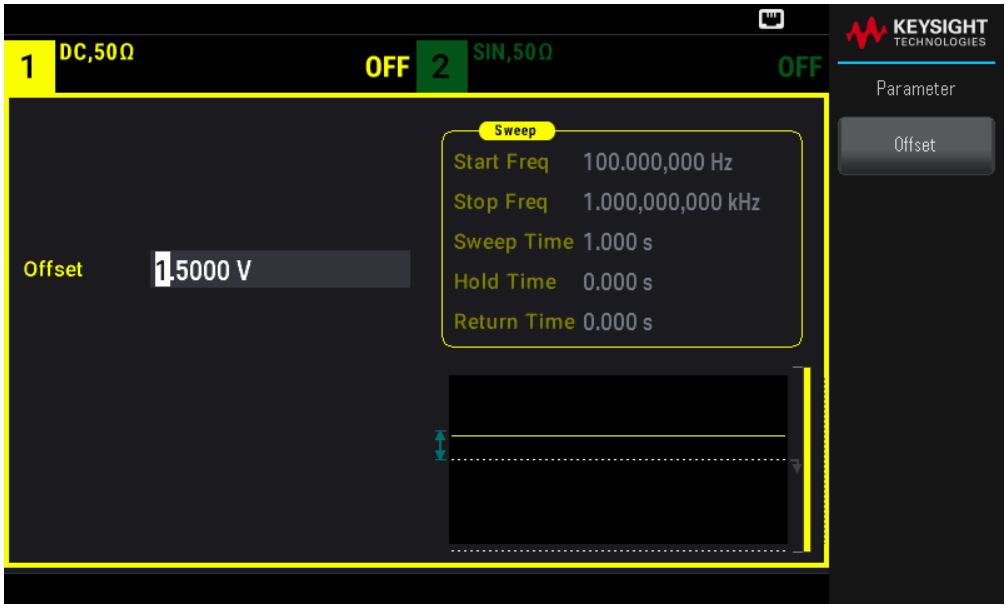


이러한 설정(고수준 = 1.0V 및 저수준 = 0.0V)은 진폭 1.0Vpp 및 오프셋 500mV를 설정하는 것과 같습니다.

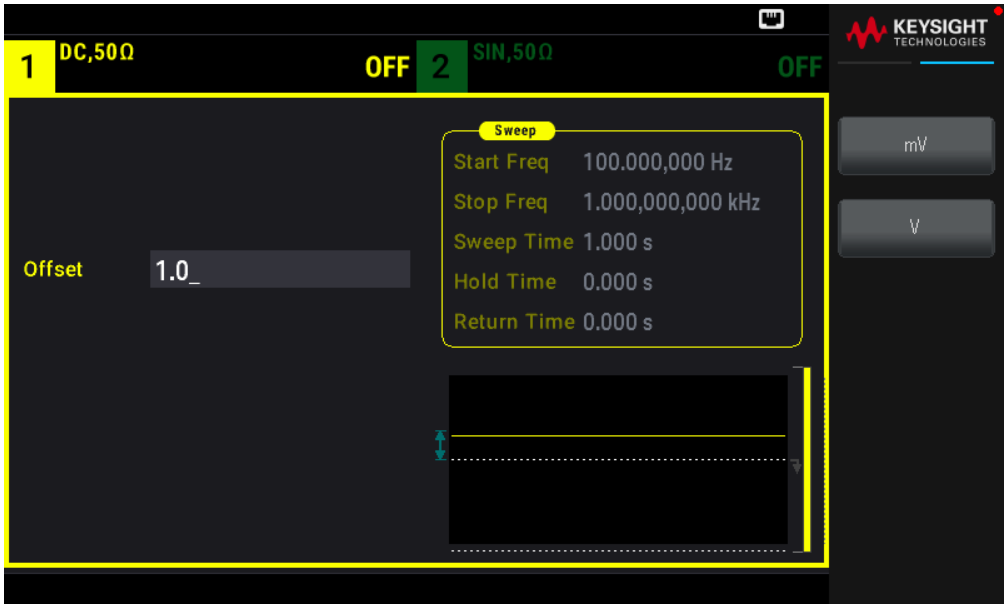
DC 전압 출력

-5V~+5V에서 50Ω 또는 -10V~+10V에서 고임피던스 부하까지 DC 정전압을 출력할 수 있습니다.

1. [Waveform] > MORE 1 / 2 > DC > Offset을 누릅니다. 오프셋 값이 선택됩니다.



2. 원하는 전압 오프셋을 입력합니다. 숫자 키패드 또는 노브로 1.0을 입력하고, 키패드를 사용한 경우 V 소프트키를 누릅니다.

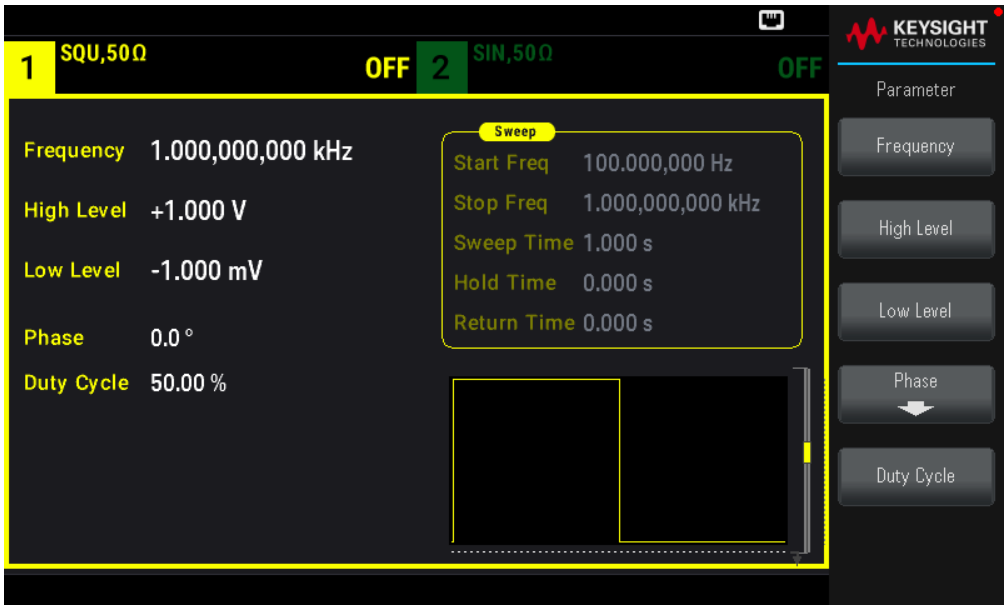


사각파의 듀티 사이클 설정

사각파 듀티 사이클의 전원 켜기 기본값은 50%입니다. 듀티 사이클은 최소 펄스 폭 사양 16ns로 제한됩니다. 다음 절차에서는 듀티 사이클이 75%로 변경됩니다.

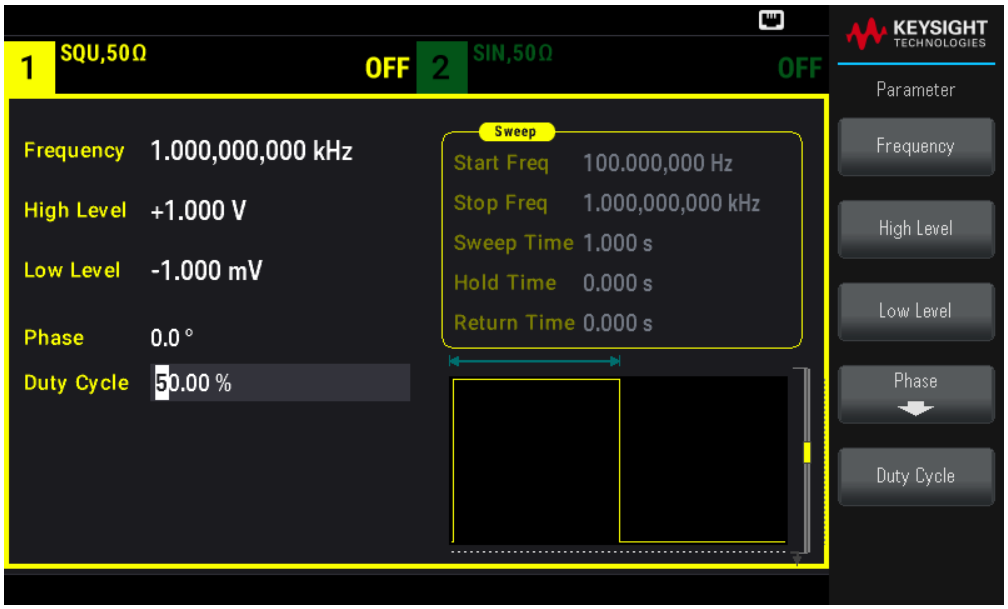
1. 사각파 기능을 선택합니다.

   [Waveform] > Square를 누릅니다.



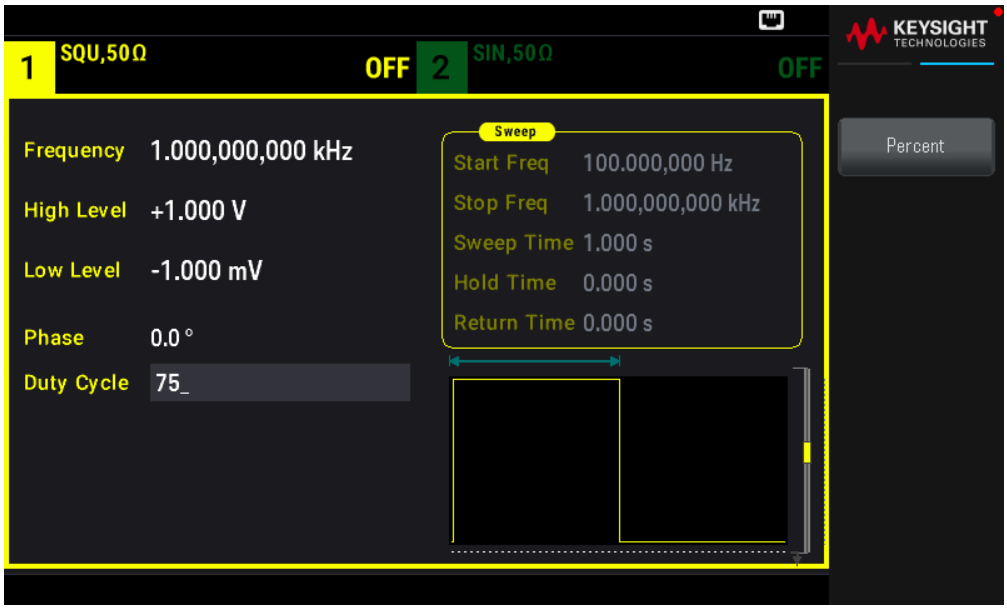
2. Duty Cycle 소프트키를 누릅니다.

   표시되는 듀티 사이클은 전원 가동 시 값 또는 이전에 선택한 백분율 중 하나입니다. 듀티 사이클은 사각파가 최대값에 있는 주기당 총 시간을 나타냅니다.



3. 원하는 듀티 사이클을 입력합니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 듀티 사이클 값 75를 선택합니다. 숫자 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 입력을 완료합니다. 계측기는 듀티 사이클을 즉시 조정하고 지정된 값의 사각파를 출력합니다(출력이 사용하도록 설정된 경우).

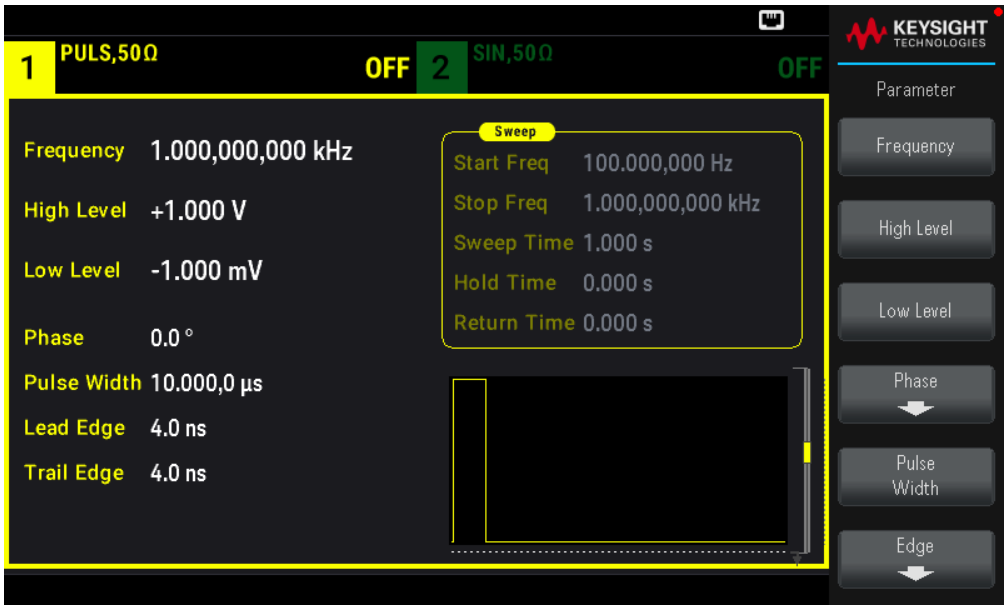


펄스 파형 구성

가변 펄스 폭 및 에지 시간으로 펄스 파형을 출력하도록 계측기를 구성할 수 있습니다. 다음 단계에서는 펄스 폭 10ms 및 에지 시간 50ns로 500ms 주기적 펄스 파형을 구성합니다.

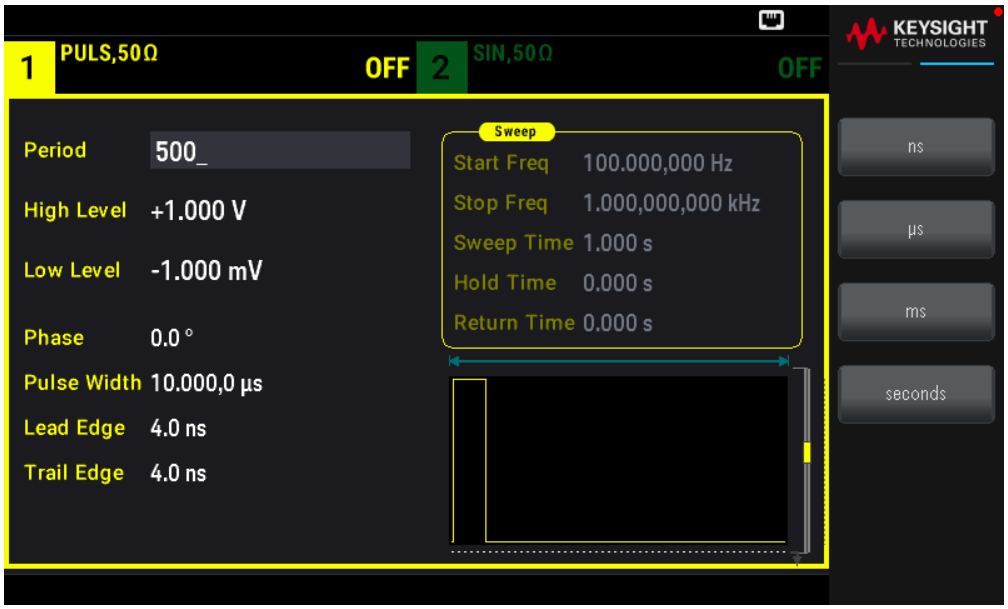
1. 펄스 기능을 선택합니다.

[Waveform] > Pulse를 눌러 펄스 기능을 선택합니다.



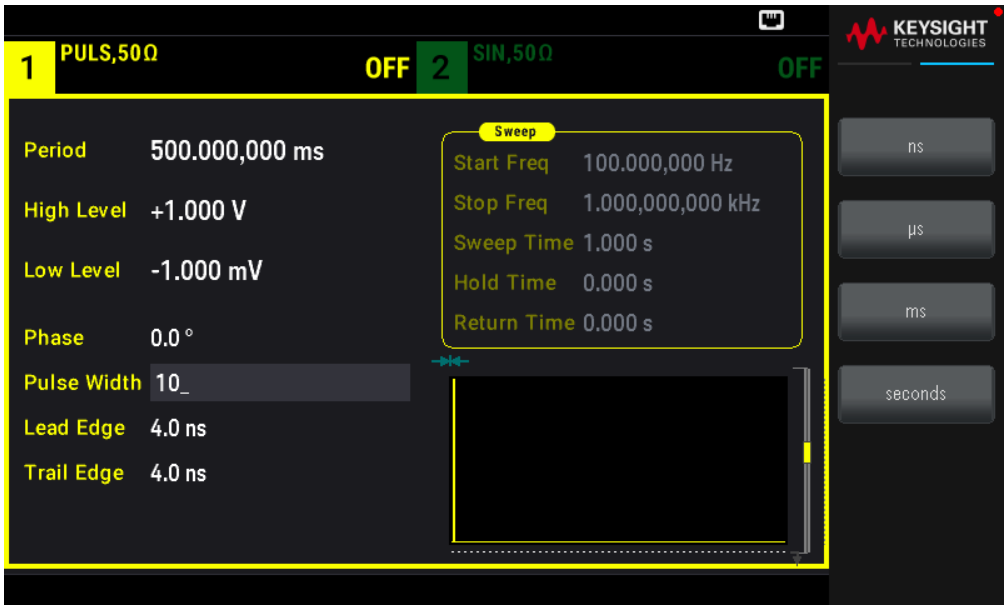
2. 펄스 주기를 설정합니다.

[Units] 키를 누른 다음, Frequency Periodic을 누릅니다. 그런 후 [Parameter] > Period를 누릅니다. 주기를 500ms로 설정합니다.



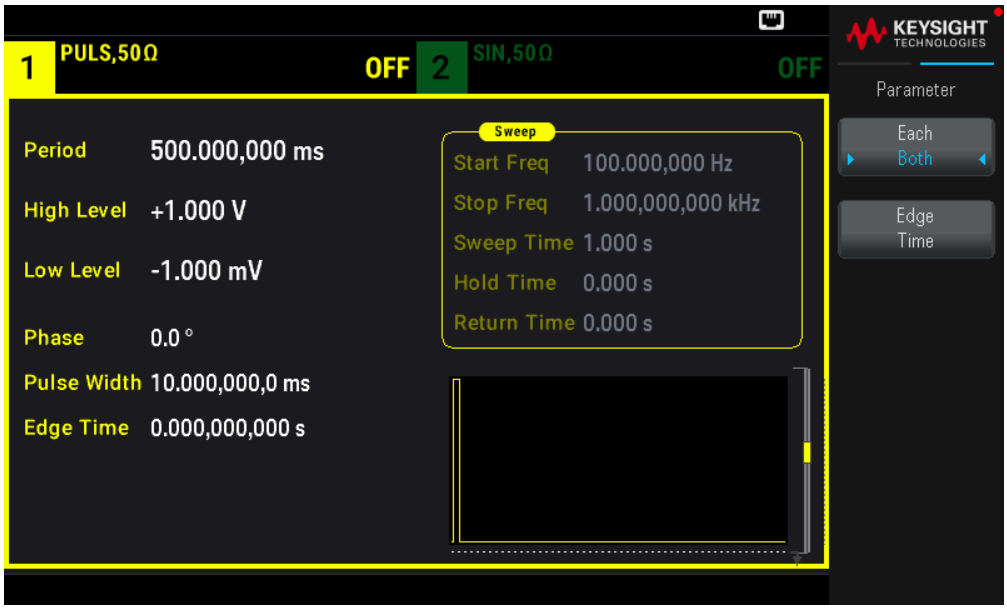
3. 펄스 폭을 설정합니다.

[Parameter] > Pulse Width를 누릅니다. 그런 후 펄스 폭을 10ms로 설정합니다. 펄스 폭은 상승 에지 중 50% 임계값에서 바로 다음 하강 에지의 50% 임계값까지의 시간을 나타냅니다.

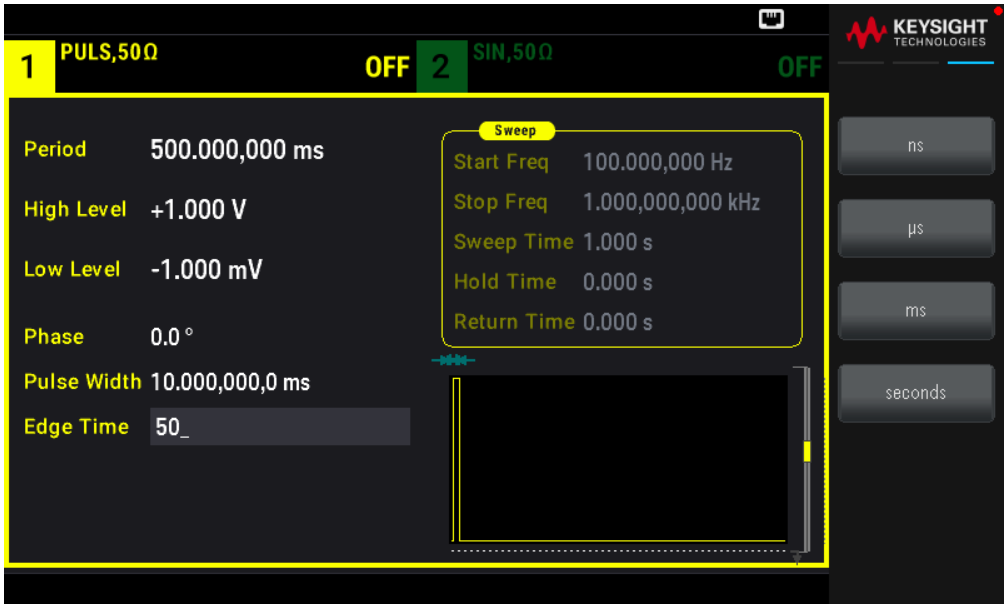


4. 두 에지 모두의 에지 시간을 설정합니다.

Edge 소프트키를 누른 후 Each Both를 누릅니다.



Edge Time을 눌러 선행 및 후행 에지의 에지 시간을 둘 다 50ns로 설정합니다. 에지 시간은 각 에지의 10% 임계값에서 90% 임계값까지의 시간을 나타냅니다.

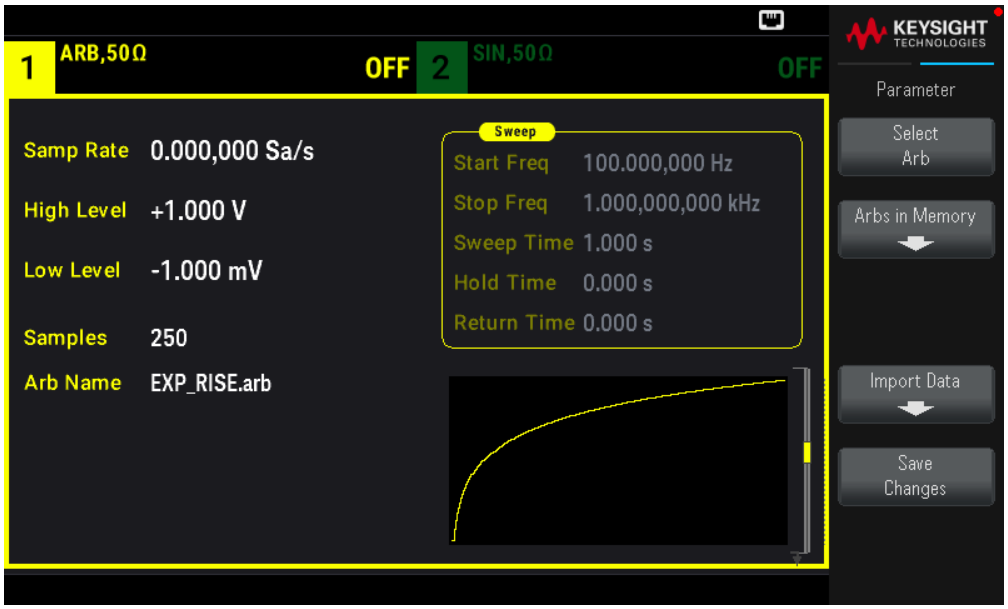


저장된 임의 파형 선택

비휘발성 메모리에는 Cardiac, D-Lorentz, Exponential Fall, Exponential Rise, Gaussian, Haversine, Lorentz, Negative Ramp, Sinc의 9가지 내장형 임의 파형이 저장되어 있습니다.

이 절차에서는 전면 패널에서 내장된 "기하급수적 상승" 파형을 선택합니다.

1. [Waveform] > Arb > Arbs를 누릅니다.



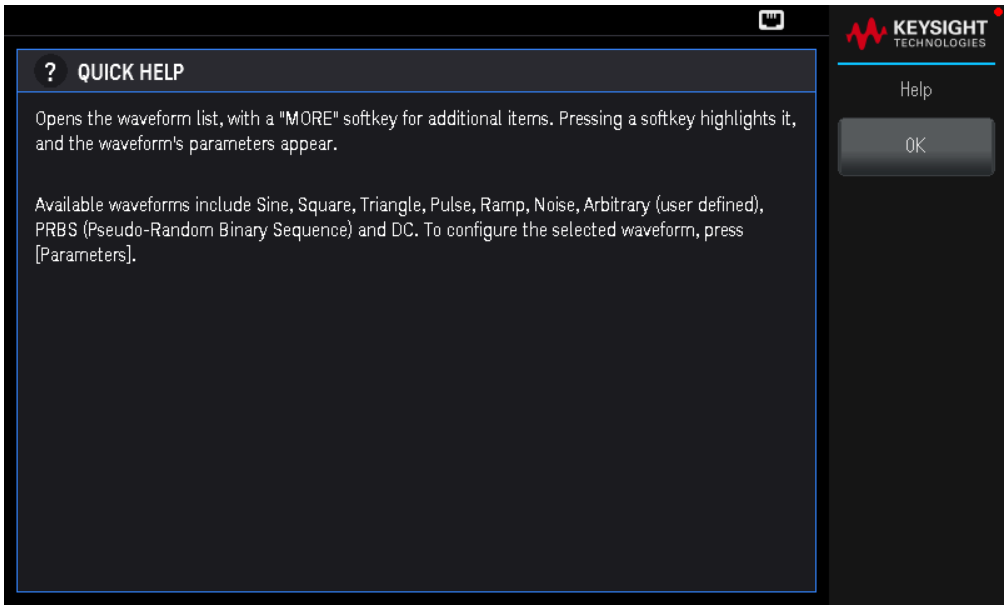
2. Arbs in Memory를 선택하고 노브를 사용하여 EXP_RISE를 선택합니다. Select Arb를 누릅니다.

내장 도움말 시스템 사용

내장 도움말 시스템은 모든 전면 패널 키 또는 메뉴 소프트키에서 상황에 맞는 도움말을 제공합니다. 도움말 항목 목록을 사용하여 일부 전면 패널 작동에 대한 도움을 받을 수도 있습니다.

버튼 또는 소프트키에 대한 도움말 정보 보기

softkey 또는 전면 패널 버튼(예: [Waveform])을 길게 누릅니다.



메시지에 포함된 정보가 디스플레이에 모두 표시되지 않으면 아래쪽 화살표 소프트키를 눌러 나머지 정보를 확인합니다.

도움말을 종료하려면 OK를 누릅니다.

참고 **지역별 언어 도움말**

모든 메시지, 상황별 도움말 및 도움말 주제는 영어, 프랑스어, 독일어, 스페인어, 중국어 간체, 중국어 번체, 일본어, 한국어 및 러시아어로 제공됩니다. 소프트키 레이블 및 상태 줄 메시지는 번역되지 않습니다(항상 영어로 표시). 언어를 선택하려면 **[System] > User Settings > Language**를 누릅니다. 그런 다음 원하는 언어를 선택합니다.

파형 업데이트

참고 업데이트 중에는 계측기를 끄지 마십시오.

[System] > Help > About를 눌러 현재 설치된 계측기 펌웨어의 버전 번호를 확인합니다.

www.keysight.com/find/EDU33211A-sw로 이동하여 최신 펌웨어 버전을 찾아보십시오. 이 최신 버전이 계측기에 설치된 버전과 일치하면 이 절차를 계속하지 않아도 됩니다. 그렇지 않으면 펌웨어 업데이트 유틸리티 및 펌웨어의 ZIP 파일을 다운로드하십시오. 자세한 펌웨어 업데이트 지침은 다운로드 페이지에 있습니다.

옵션 업그레이드용 라이선스

라이선스 기능을 사용하면 계측기에 펌웨어 옵션을 설치할 수 있습니다.

다음 업그레이드를 사용하려면 라이선스가 필요합니다.

- 옵션 332BW1U - 1채널 EDU33210 시리즈 파형 발생기의 최대 25MHz 대역폭 업그레이드
- 옵션 332BW2U - 2채널 EDU33210 시리즈 파형 발생기의 최대 25MHz 대역폭 업그레이드

라이선스 구매 방법에 관한 자세한 정보를 보려면 www.keysight.com/find/EDU33211A로 이동하십시오.

옵션 332BW1U/332BW2U용 라이선스 받기

라이선스를 받으려면 먼저 이 옵션을 구매해야 합니다. 옵션을 구매하면 Software Entitlement Certificate을 받게 됩니다. 이 인증서를 받으면, 라이선스 받기를 시작할 수 있습니다.

라이선스 키를 얻으려면 웹사이트(www.keysight.com/find/softwaremanager)에 로그인하고 화면에 표시되는 지침을 따릅니다. 여기에는 다음과 같은 항목이 포함됩니다.

1. 사용자 계정 생성(이미 설정하지 않은 경우)
2. 주문 및 인증서 번호 입력(Software Entitlement Certificate에 표시됨)
3. 계측기 모델과 10자리 일련번호(기기의 후면 패널에 있음)로 구성된 호스트 입력
4. 기기의 소프트웨어 라이선스 선택

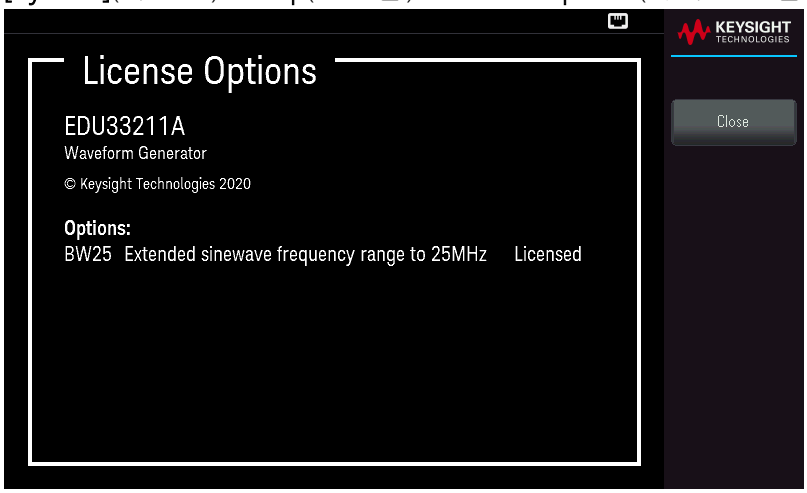
라이선스 생성 후 .lic 라이선스 파일 및 설치 지침을 다운로드하거나 이메일로 전송합니다.

옵션 332BW1U/332BW2U용 라이선스 설치

Keysight에서 라이선스 파일을 받은 후에는 다음 절차에 따라 라이선스 파일을 설치합니다.

1. 라이선스 파일을 USB 드라이브에 저장하고 USB 드라이브를 전면 패널 USB 커넥터에 연결합니다.
2. **[System]**(시스템) > **Instr Setup**(기기 설정) > **License**(라이선스)를 누릅니다.
3. **Browse**(찾아보기)를 눌러 라이선스가 있는 위치를 찾고 지정합니다. 그런 다음 **Select**(선택)를 누릅니다.
4. **Load**(로드)를 눌러 라이선스를 설치합니다. 백그라운드에서 라이선스를 검증합니다.

5. 라이선스가 성공적으로 설치되면, 구매한 옵션이 아래와 같이 License Options 페이지에 "Licensed"로 표시됩니다.
   [System](시스템) > Help(도움말) > License Options(라이선스 옵션)로 이동합니다.



라이선스 설치 또는 검증에 실패한 경우 License Options 페이지에 옵션이 표시되지 않습니다. 자세한 정보는 Keysight 지원 팀에 문의하십시오.

참고 최신 업데이트와 개선 내용을 받으려면 EDU33210 시리즈 파형 발생기에 최신 펌웨어가 설치되어 있어야 합니다. 펌웨어 업데이트 방법에 대한 지침과 최신 펌웨어 개정을 받으려면 www.keysight.com/find/EDU33211A-sw로 이동하십시오.

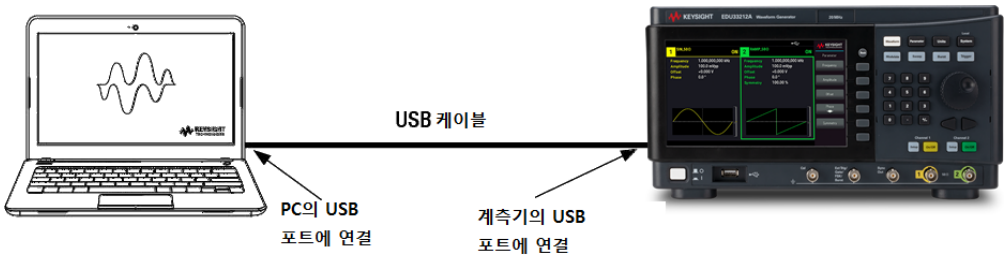
원격 인터페이스 연결

이 섹션에서는 계측기에 대한 다양한 통신 인터페이스에 연결하는 방법을 설명합니다. 원격 인터페이스 구성에 대한 자세한 내용은 원격 인터페이스 구성을 참조하십시오.

참고 아직 구성하지 않은 경우 www.keysight.com/find/iolib에서 Keysight IO Libraries Suite를 찾아 설치하십시오. 인터페이스 연결에 대한 자세한 내용은 Keysight IO Libraries Suite에 포함된 *Keysight Technologies USB/LAN/GPIB 인터페이스 연결 가이드*를 참조하십시오.

USB를 통해 계측기에 연결

아래 그림은 전형적인 USB 인터페이스 시스템을 보여 줍니다.



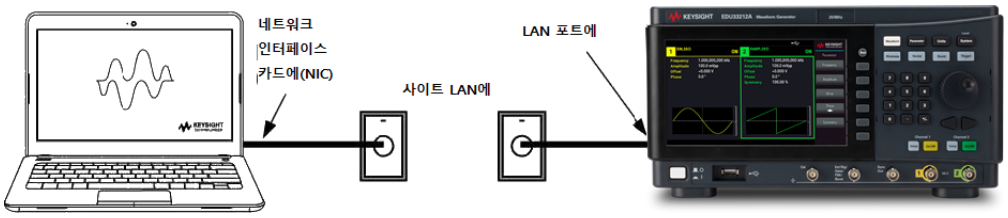
1. USB 케이블을 사용하여 계측기를 컴퓨터의 USB 포트에 연결합니다.
2. Keysight IO Libraries Suite의 Connection Expert 유틸리티를 실행하면 컴퓨터가 계측기를 자동으로 인식합니다. 이 작업은 몇 초가 걸릴 수 있습니다. 계측기가 인식되면 컴퓨터에 VISA 별칭, IDN 문자열 및 VISA 주소가 나타납니다. 전면 패널 메뉴에서 계측기의 VISA 주소를 볼 수도 있습니다.
3. 이제 Connection Expert 내에서 대화형 IO를 사용하여 계측기와 통신하거나, 다양한 프로그래밍 환경을 사용하여 계측기를 프로그래밍할 수 있습니다.

참고 USB 케이블은 3미터를 초과하지 않는 것이 좋습니다.

LAN을 통해 계측기에 연결(사이트 및 사설)

사이트 LAN

site LAN이란 LAN 지원 계측기와 컴퓨터가 라우터, 허브, 스위치 등을 통해 네트워크에 연결된 LAN을 가리킵니다. 보통 DHCP나 DNS 서버와 같은 서비스를 포함하는 대규모 중앙 관리식 네트워크입니다. 다음 그림은 일반적인 사이트 LAN 시스템을 보여 줍니다.



1. LAN 케이블을 사용하여 계측기를 사이트 LAN이나 컴퓨터에 연결합니다. 출고 시 계측기 LAN 설정은 DHCP 서버(기본적으로 DHCP가 켜져 있음)를 사용하여 네트워크에서 IP 주소를 자동으로 가져오도록 구성되어 있습니다. DHCP 서버는 동적 DNS 서버와 함께 계측기의 호스트 이름을 등록합니다. 그런 다음 IP 주소와 호스트 이름을 이용하여 계측기와 통신할 수 있습니다. LAN 포트가 구성되어 있는 경우 전면 패널의 LAN 표시등이 켜집니다.

참고 계측기 LAN 설정을 직접 구성하려면 원격 인터페이스 구성을 참조하여 계측기 전면 패널을 통해 LAN 설정을 구성하는 방법을 알아보십시오.

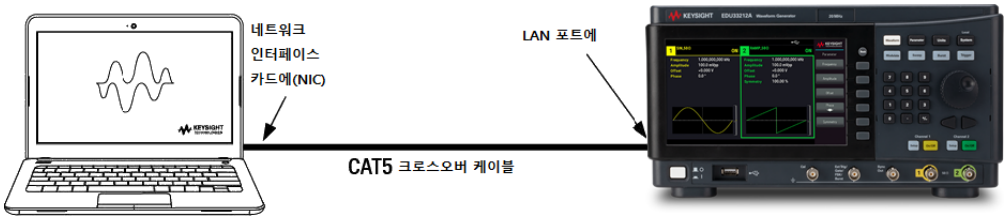
2. Keysight IO Libraries Suite의 Connection Expert 유틸리티를 사용하여 계측기를 추가하고 연결 상태를 확인할 수 있습니다. 계측기를 추가하려면 Connection Expert에서 계측기 검색을 요청하면 됩니다. 계측기를 찾을 수 없는 경우에는 계측기의 호스트 이름이나 IP 주소를 사용하여 계측기를 추가합니다.

참고 이 방법이 효과가 없을 경우, Keysight IO Libraries Suite에 포함된 *Keysight Technologies USB/LAN/GPIB 인터페이스 연결 가이드*에서 "문제 해결 가이드라인"을 참조하십시오.

3. 이제 Connection Expert 내에서 대화형 IO를 사용하여 계측기와 통신하거나, 다양한 프로그래밍 환경을 사용하여 계측기를 프로그래밍할 수 있습니다.

사설 LAN

private LAN은 LAN 지원 계측기와 컴퓨터가 직접 연결되는 형태로 사이트 LAN에 연결할 수 없는 네트워크입니다. 일반적으로 소규모이며 중앙 관리식 리소스가 없습니다. 다음 그림은 일반적인 사설 LAN 시스템을 보여 줍니다.



1. LAN 크로스오버 케이블을 이용하여 계측기를 컴퓨터에 연결합니다. 다른 방법으로는, 정해진 LAN 케이블을 이용하여 컴퓨터와 계측기를 독립형 허브나 스위치에 연결합니다.

참고 컴퓨터가 DHCP에서 해당 주소를 입수하도록 구성되어 있는지, NetBIOS over TCP/IP가 설정되어 있는지 확인합니다. 컴퓨터가 사이트 LAN에 연결되어 있다면 사이트 LAN으로부터 받은 이전 네트워크 설정을 그대로 유지하고 있을 수도 있습니다. 사이트 LAN에서 연결을 해제한 후 1분 정도 있다가 사설 LAN에 연결합니다. 그래야 Windows가 다른 네트워크에 있다는 것을 감지하고 네트워크 구성을 다시 시작할 수 있습니다.

2. 제조 납품 시 설정된 계측기 LAN 상태는 DHCP 서버를 이용하여 사이트 네트워크에서 IP 주소를 자동으로 입수하도록 구성되어 있습니다. 이러한 설정을 그대로 둘 수 있습니다. 대부분의 Keysight 제품 및 대부분의 컴퓨터는 DHCP 서버가 없는 경우 자동 IP를 사용하여 자동으로 IP 주소를 선택합니다. 각각 스스로에게 블록 169.254.nnn부터의 IP 주소를 할당합니다. 이 작업에는 최대 1분까지 소요될 수 있습니다. LAN 포트가 구성되어 있는 경우 전면 패널의 LAN 표시등이 켜집니다.

참고 DHCP를 끄면 전원 공급 장치가 켜져 있을 때 네트워크 연결을 완전히 구성하는 데 필요한 시간이 줄어듭니다. 계측기 LAN 설정을 직접 구성하려면 원격 인터페이스 구성을 참조하여 계측기 전면 패널을 통해 LAN 설정을 구성하는 것에 관한 내용을 알아보십시오.

3. Keysight IO Libraries Suite의 Connection Expert 유틸리티를 사용하여 전력 공급기를 추가하고 연결 상태를 확인할 수 있습니다. 계측기를 추가하려면 Connection Expert에서 계측기 검색을 요청하면 됩니다. 계측기를 찾을 수 없는 경우에는 계측기의 호스트 이름이나 IP 주소를 사용하여 계측기를 추가합니다.

참고 이 방법이 효과가 없을 경우, Keysight IO Libraries Suite에 포함된 *Keysight Technologies USB/LAN/GPIB 인터페이스 연결 가이드*에서 "문제 해결 가이드라인"을 참조하십시오.

4. 이제 Connection Expert 내에서 대화형 IO를 사용하여 계측기와 통신하거나, 다양한 프로그래밍 환경을 사용하여 계측기를 프로그래밍할 수 있습니다.

원격 인터페이스 구성

계측기는 USB와 LAN 두 가지 인터페이스를 통한 원격 인터페이스 통신을 지원합니다. 둘 다 전원 가동 시 "활성화"됩니다.

– USB 인터페이스: 후면 패널 USB 포트를 사용하여 PC와 통신합니다. USB 인터페이스에 필요한 구성이 없습니다. USB 케이블로 계측기를 PC에 연결하기만 하면 됩니다.

– LAN 인터페이스: 후면 패널 LAN 포트를 사용하여 PC와 통신합니다. 기본적으로 DHCP가 켜지며 이로 인해 LAN에서 통신이 가능합니다. Dynamic Host Configuration Protocol의 약어인 DHCP는 네트워크 장치에 동적 IP 주소를 할당하는 동적 호스트 구성 프로토콜을 의미합니다. 동적 주소 지정을 사용하는 경우 장치가 네트워크에 연결할 때마다 다른 IP 주소가 지정될 수 있습니다.

참고 사용하지 않는 원격 인터페이스 연결은 제거하는 것이 좋습니다.

Keysight IO Libraries Suite

참고 원격 인터페이스 구성을 계속 진행하기 전에 Keysight IO Libraries Suite가 설치되었는지 확인합니다.

Keysight IO Libraries Suite는 계측기를 자동으로 검색하고 LAN, USB, GPIB, RS-232 및 기타 접속기에서 계측기를 제어할 수 있도록 지원하는 무료 계측기 제어 소프트웨어 컬렉션입니다. 자세한 내용을 살펴보거나 IO Libraries를 다운로드하려면 www.keysight.com/find/iosuite로 이동하십시오.

LAN 구성

다음 단원에서는 전면 패널 메뉴의 LAN 구성 기능을 설명합니다.

출고 시 DHCP는 켜져 있는 상태여서 LAN을 통한 통신을 활성화할 수 있습니다. DHCP는 Dynamic Host Configuration Protocol의 약어로 네트워크의 장치에 동적 IP 주소를 할당하는 동적 호스트 구성 프로토콜입니다. 동적 주소 지정을 사용하는 경우 장치가 네트워크에 연결할 때마다 다른 IP 주소가 지정될 수 있습니다.

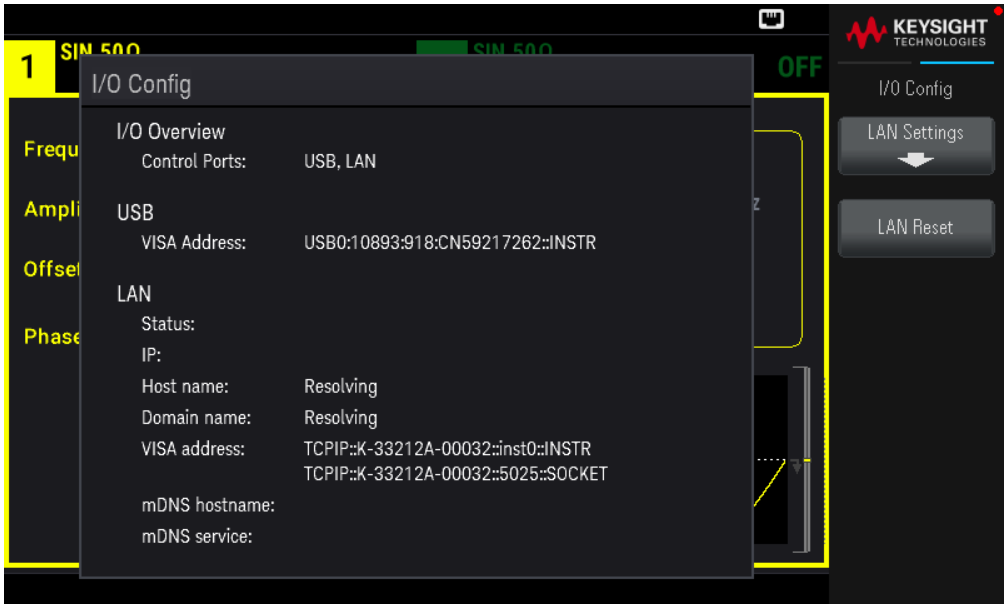
일부 LNA 설정의 경우 계측기를 활성화하려면 전원을 껐다가 켜야 합니다. 이 경우 계측기에는 잠시 메시지가 표시되므로 LAN 설정을 변경할 때는 화면을 주의 깊게 살펴보십시오.

참고 LAN 설정을 변경한 후에는 변경 사항을 저장해야 합니다. **Apply**를 눌러 설정을 저장합니다. 설정을 저장하지 않은 경우, I/O Config 메뉴를 나갈 때도 **Yes**를 눌러 LAN 설정을 저장하거나 **No**를 눌러 저장하지 않고 종료하라는 메시지가 표시됩니다. **Yes**를 선택하면 계측기의 전원을 껐다가 켜지고 설정이 활성화됩니다. LAN 설정은 비휘발성이므로 전원을 껐다 켜거나 *RST 명령을 실행해도 변경되지 않습니다. 변경 사항을 저장하지 않으려는 경우 **No**를 눌러 모든 변경 사항을 취소합니다.

LAN 설정 보기

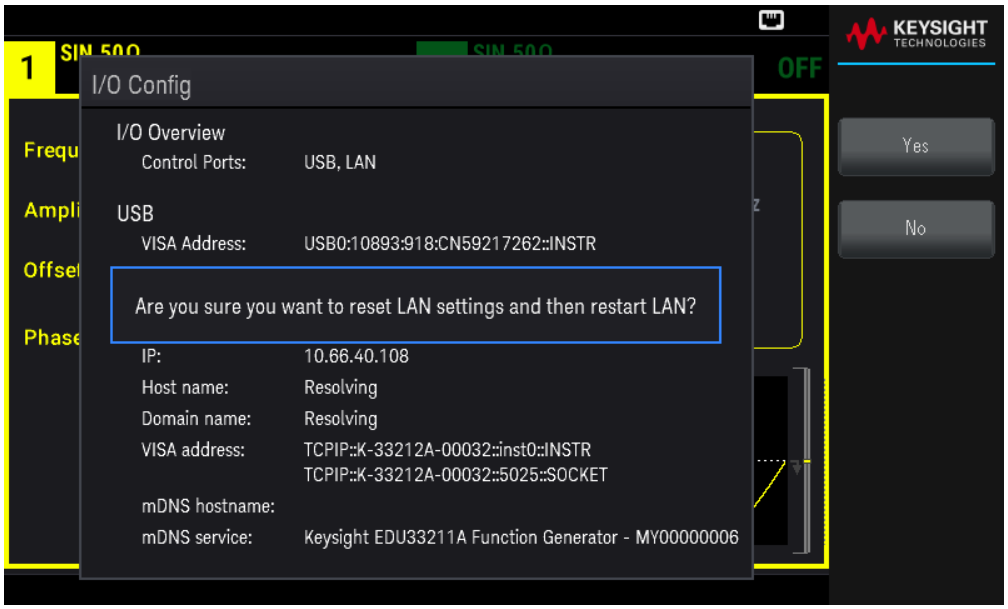
[System] > I/O Config를 눌러 LAN 설정을 봅니다.

네트워크의 구성에 따라, LAN 상태가 전면 패널 구성 메뉴 설정과 다를 수 있습니다. 설정이 다르다면 네트워크에서 자동으로 자체 설정을 지정했기 때문입니다.



LAN Settings를 눌러 LAN Settings 메뉴에 액세스합니다. 자세한 내용은 LAN 설정 수정을 참조하십시오.

LAN Reset을 눌러 LAN 설정을 기본값으로 복원합니다.

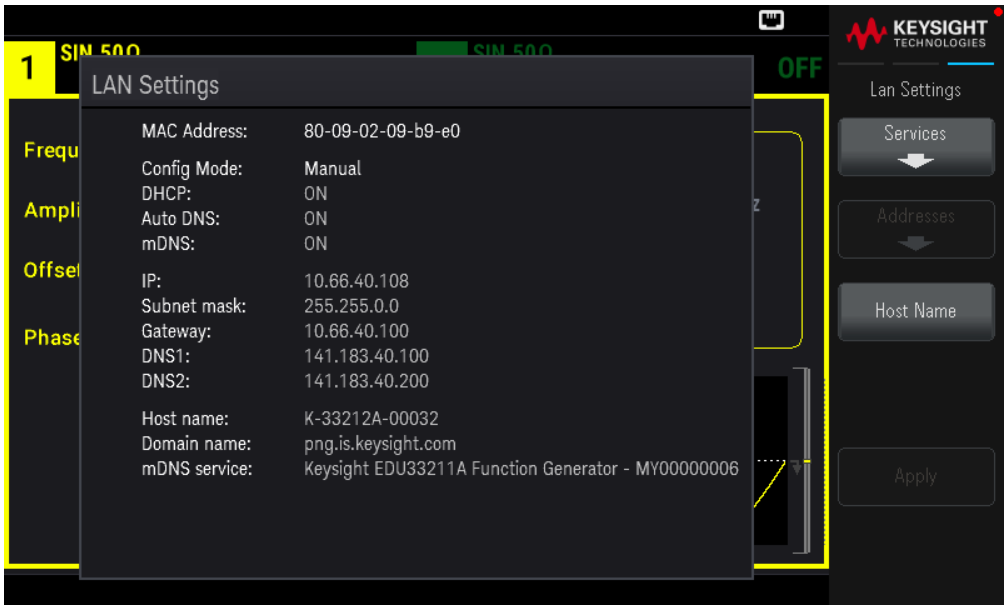


LAN 설정 수정

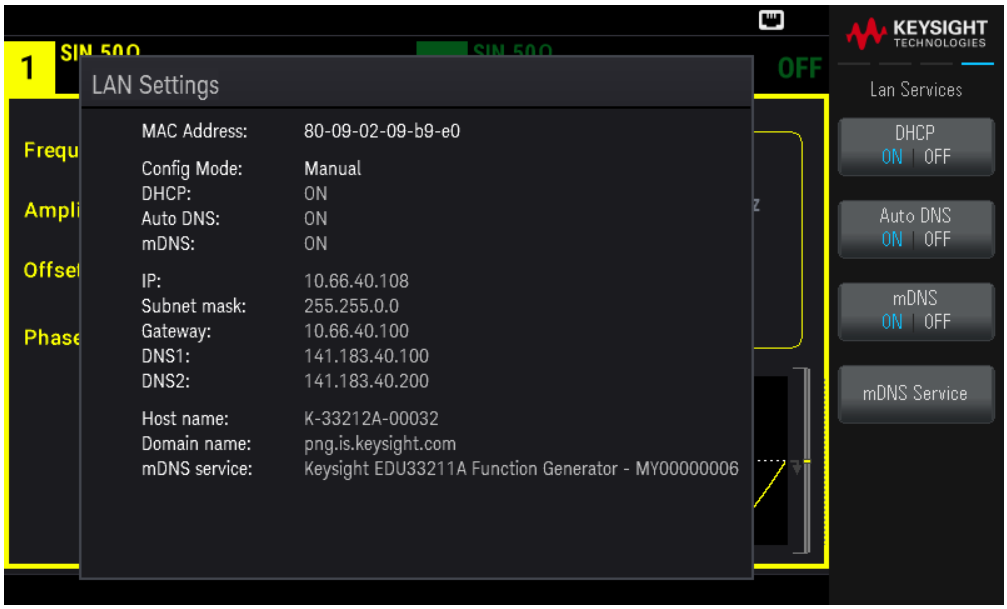
출고 시 설정된 계측기의 사전 구성 설정은 대부분의 LAN 환경에서 작동합니다. 공장 출고 시 LAN 설정에 대한 내용은 *프로그래밍 가이드*의 비휘발성 설정을 참조하십시오.

1. LAN Settings 메뉴에 액세스합니다.

   LAN Settings 소프트키를 누릅니다.



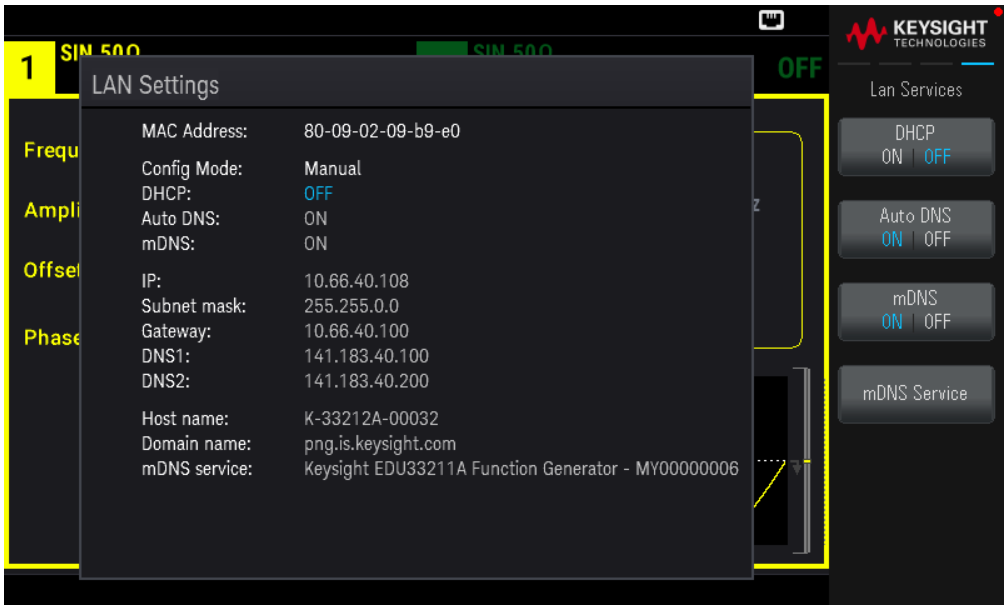
   Services를 선택하여 다양한 LAN 서비스를 켜거나 끕니다.



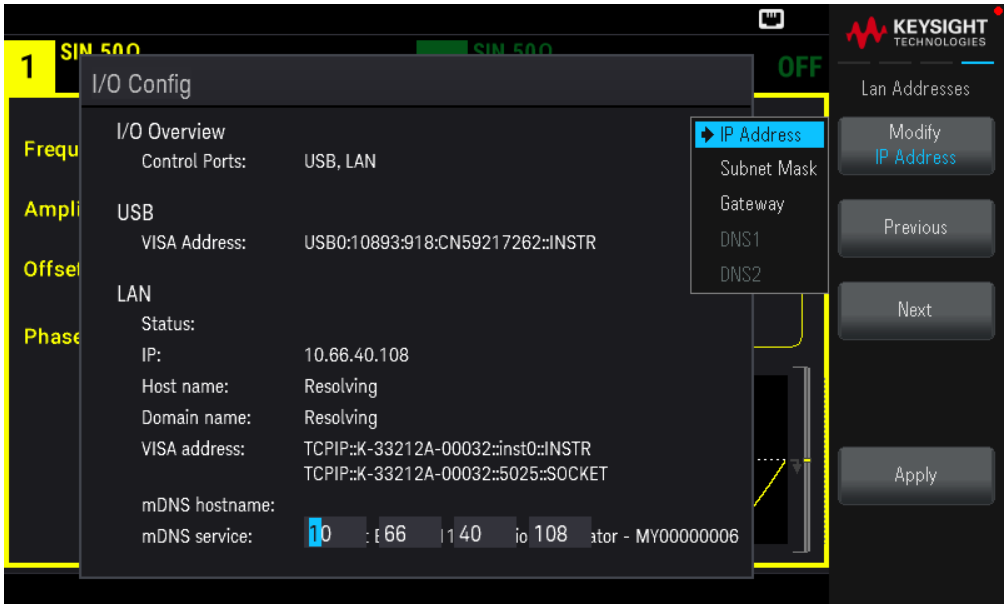
   DHCP 서버가 검색되고 해당 기능을 수행할 수 있는 경우, DHCP가 켜져 있으면 계측기를 네트워크에 연결할 때 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)를 통해 IP 주소가 자동으로 설정됩니다. 또한 DHCP는 필요할 경우 서브넷 마스크와 게이트웨이 주소도 자동으로 처리합니다. 이는 일반적으로 계측기에 대해 LAN 통신을 설정할 수 있는 가장 쉬운 방법입니다. DHCP만 켜두면 됩니다. 자세한 내용은 LAN 관리자에게 문의하십시오.

2. "IP 설정"을 구성합니다.

DHCP를 사용하지 않는 경우(Services 소프트키를 사용하여 DHCP를 OFF로 설정) IP 주소(서브넷 마스크와 게이트웨이 주소도 포함될 수 있음)를 비롯한 IP 설정을 구성해야 합니다.



[Back] > Addresses > Modify를 눌러 IP 주소, 서브넷 마스크 및 게이트웨이 주소를 구성합니다.



사용할 IP 주소, 서브넷 마스크, 게이트웨이는 네트워크 관리자에게 문의하십시오.

IP 주소: 모든 IP 주소는 "nnn.nnn.nnn.nnn" 형식의 점 표기법을 사용합니다. 여기서 각 "nnn"은 0~255 범위의 바이트 값입니다. 노브가 아닌 숫자 키패드를 사용하여 새 IP 주소를 입력할 수 있습니다. 키패드 및 커서 키를 사용하여 숫자를 입력합니다. Previous 또는 Next를 눌러 커서를 다음 필드 또는 이전 필드로 이동합니다. 선행 0은 입력하지 마십시오.

서브넷 마스크: 서브넷을 사용하면 LAN 관리자가 네트워크를 분할하여 관리 작업을 간소화하고 네트워크 트래픽을 최소화할 수 있습니다. 서브넷 마스크는 서브넷을 표시하는 데 사용되는 호스트 주소 부분을 나타냅니다. 키패드 및 커서 키를 사용하여 숫자를 입력합니다. Previous 또는 Next를 눌러 커서를 다음 필드 또는 이전 필드로 이동합니다.

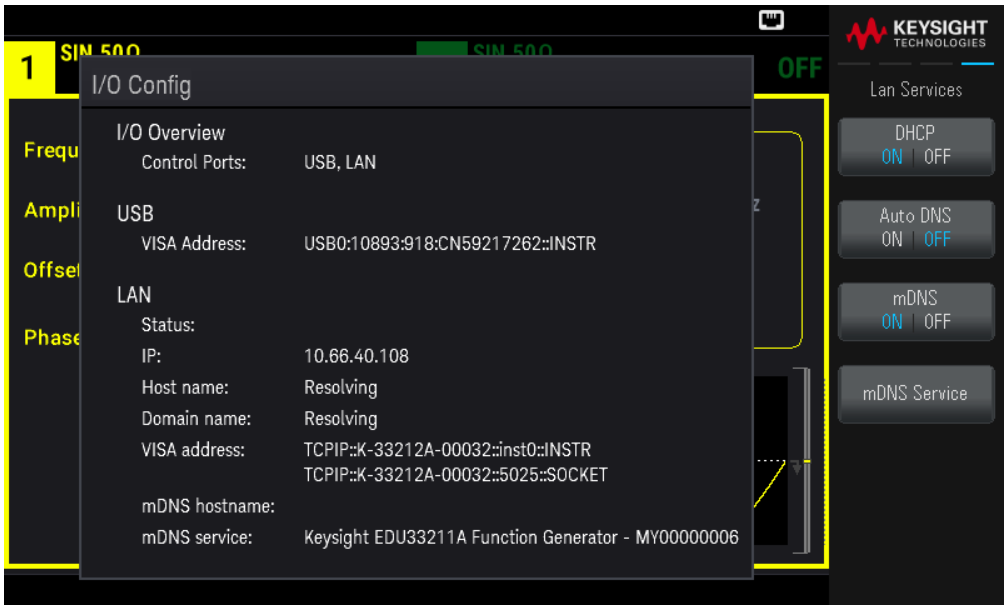
게이트웨이: 게이트웨이는 네트워크를 연결하는 네트워크 장치입니다. 기본 게이트웨이 설정은 해당 장치의 IP 주소입니다. 키패드 및 커서 키를 사용하여 숫자를 입력합니다. Previous 또는 Next를 눌러 커서를 다음 필드 또는 이전 필드로 이동합니다.

변경 사항을 저장하려면 Apply를 누릅니다.

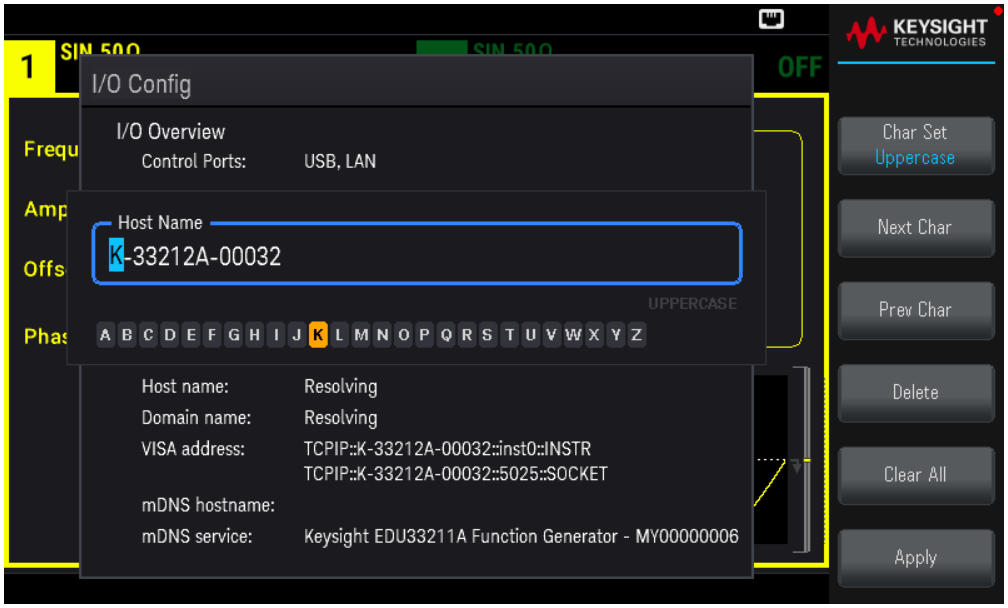
3. "DNS 설정"을 구성합니다(옵션).

DNS(Domain Name Service)는 도메인 이름을 IP 주소로 변환하는 인터넷 서비스입니다. 네트워크 관리자에게 DNS가 사용 중인지, 사용 중이라면 사용할 호스트 이름, 도메인 이름, DNS 서버 주소가 무엇인지 문의하십시오.

일반적으로 DHCP에서 DNS 주소 정보를 검색하므로 DHCP가 사용되지 않거나 작동하지 않을 때에만 이 설정을 변경하면 됩니다. 계측기의 주소를 수동으로 구성하려면 Services 소프트키를 사용하여 Auto DNS를 OFF로 설정합니다.



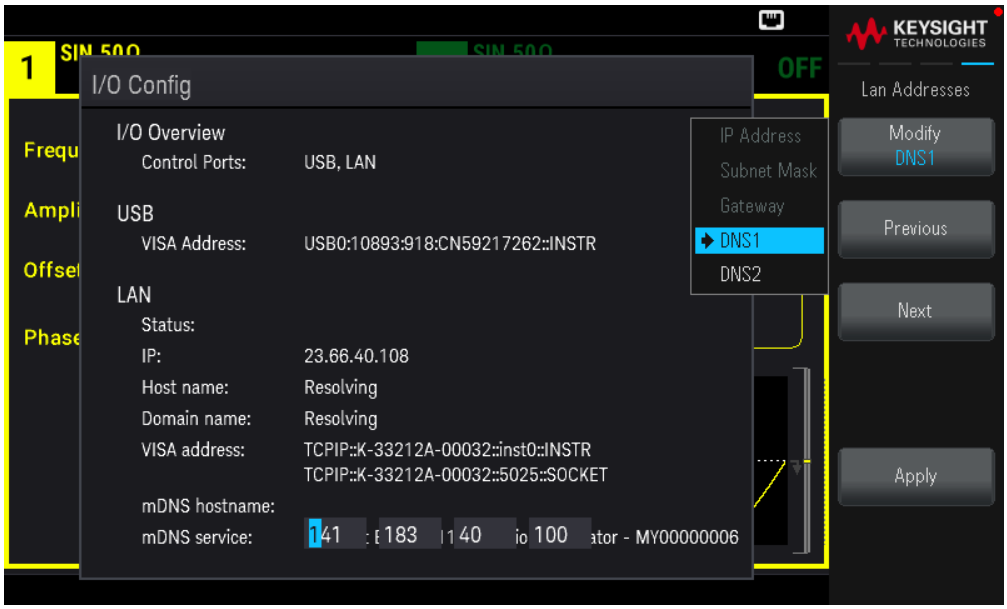
a. "호스트 이름"을 설정합니다. [Back] >Host Name을 누르고 호스트 이름을 입력하십시오. 호스트 이름은 도메인 이름의 호스트 부분이며, IP 주소로 변환됩니다. 호스트 이름은 제공된 소프트키를 사용하여 문자열로 입력합니다. 호스트 이름에는 문자, 숫자, 대시("-")를 사용할 수 있습니다.



계측기는 다음과 같은 형식의 기본 호스트 이름으로 출고됩니다. K-모델번호-일련번호 형식으로 된 기본 서비스 이름으로 출고됩니다. 여기서 모델번호는 계측기의 6자 모델 번호(예: 33212A)이며 일련번호는 계측기 일련 번호의 마지막 5자입니다(예: 일련번호가 MY12345678일 경우에는 45678).

b. "DNS 서버" 주소를 설정합니다. [Back]을 누릅니다. Addresses > Modify를 눌러 DNS 서버 주소를 구성합니다.

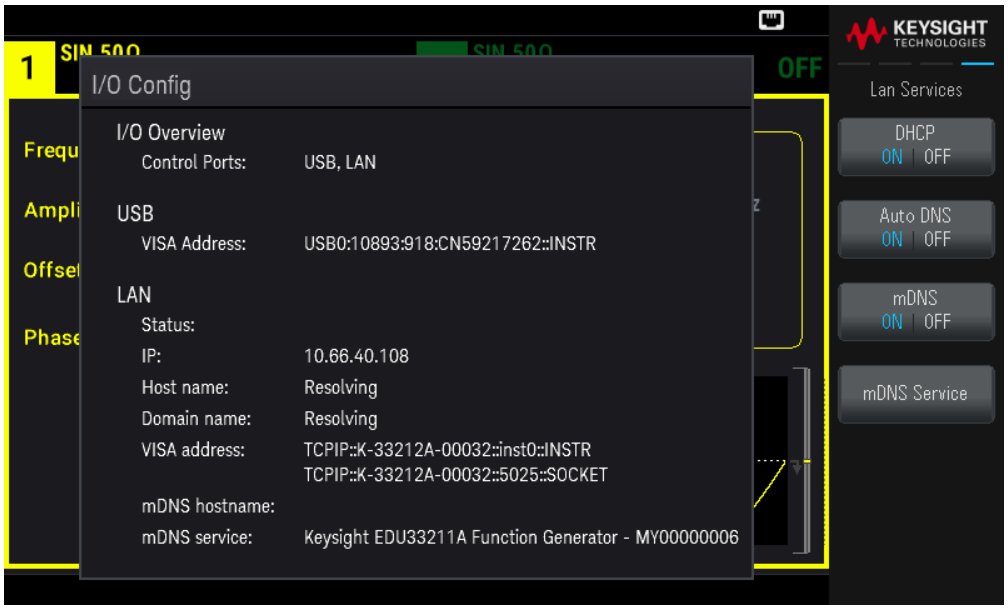
기본 DNS(DNS1) 및 보조 DNS(DNS2)를 입력합니다. 키패드 및 커서 키를 사용하여 숫자를 입력합니다. Previous 또는 Next를 눌러 커서를 다음 필드 또는 이전 필드로 이동합니다. 자세한 내용은 네트워크 관리자에게 문의하십시오.



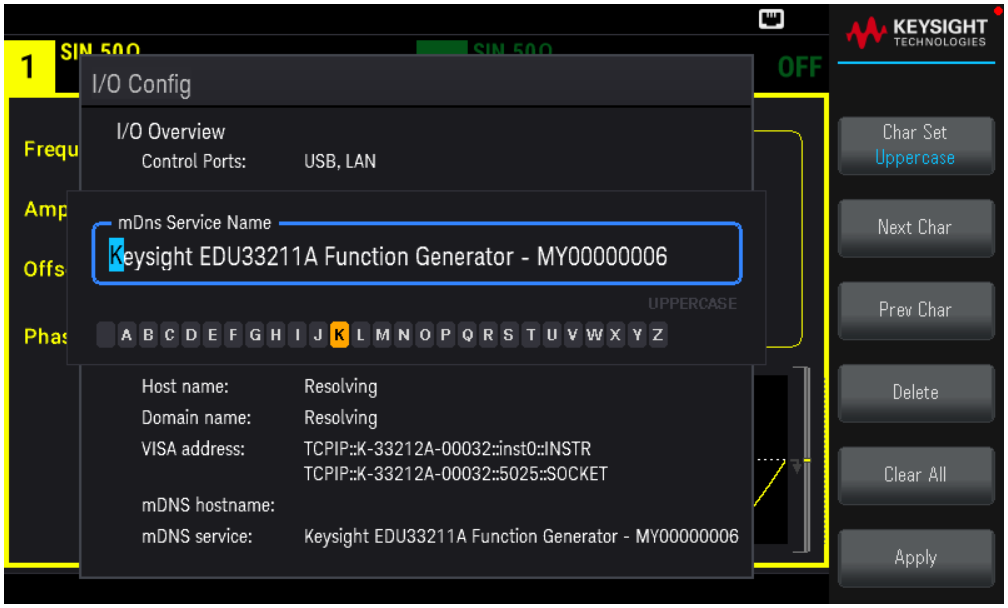
4. mDNS 서비스를 구성합니다(선택 사항).

계측기에는 출고 시에 고유한 mDNS 서비스 이름이 지정되지만 해당 이름을 변경할 수 있습니다. mDNS 서비스 이름은 LAN에서 고유해야 합니다.

계측기의 서비스 이름을 수동으로 구성하려면 Services 소프트키를 사용하여 mDNS를 ON으로 설정합니다.



mDNS Service를 누릅니다.



제공된 소프트키를 사용하여 원하는 서비스 이름을 설정합니다. 이름은 문자로 시작해야 하며 나머지 문자는 대소문자, 숫자 또는 대시("-")를 사용할 수 있습니다. 변경 사항을 저장하려면 Apply를 누릅니다.

SCPI 소켓 서비스

이 계측기를 사용하여 최대 2개의 데이터 소켓, 제어 소켓 및 텔넷 연결(어떤 식의 조합이든 가능)을 동시에 생성할 수 있습니다.

Keysight 계측기는 SCPI 소켓 서비스용 포트 5025를 이용하도록 표준화되어 있습니다. 이 포트에 있는 데이터 소켓은 ASCII/SCPI 명령, 쿼리, 쿼리 응답을 송수신하는 데 이용합니다. 모든 명령어는 메시지를 구문 분석할 수 있도록 새 라인으로 끝나야 합니다. 그러면 쿼리 응답도 모두 새 라인으로 끝납니다.

소켓 프로그래밍 인터페이스에서도 제어 소켓 연결이 가능합니다. 제어 소켓은 클라이언트가 장치 지우기를 전송하고 서비스 요청을 수신하는 데 이용할 수 있습니다. 고정 포트 번호를 사용하는 데이터 소켓과는 달리 제어 소켓의 포트 번호는 가변적이므로 다음과 같은 SCPI 쿼리를 데이터 소켓에 전송하여 구해야 합니다. SYSTem:COMMunicate:TCPip:CONTrol?

포트 번호를 받았으면 이제 제어 소켓 연결을 개방할 수 있습니다. 데이터 소켓이 있으므로, 제어 소켓에 대한 모든 명령은 새 라인으로 끝나야 하고 제어 소켓에 반환된 모든 쿼리 응답은 새 라인으로 끝나게 됩니다.

장치 지우기를 전송하려면 제어 소켓으로 문자열 "DCL"을 전송합니다. 전원 시스템은 장치 지우기를 마치면 제어 소켓으로 문자열 "DCL"을 반환합니다.

제어 소켓에서는 Service Request Enable 레지스터를 이용하여 서비스 요청을 활성화합니다. 서비스 요청을 활성화하면 클라이언트 프로그램이 제어 연결 상에서 수신합니다. SRQ가 참이면 계측기는 클라이언트에 문자열 "SRQ +nn"을 전송합니다. "nn"은 상태 바이트 값이며, 클라이언트가 이 값을 근거로 서비스 요청 출처를 확인할 수 있습니다.

IP 주소 및 점 표기법에 대한 추가 설명

PC의 웹 소프트웨어 대부분이 선행 0이 있는 바이트 값을 8진수(기준 8) 숫자로 해석하므로 도트 표기 주소("nnn.nnn.nnn.nnn", 여기서 "nnn"은 0~255 사이의 바이트 값)를 표시할 때 주의해야 합니다. 예를 들어, "192.168.020.011"의 경우 8진수에서 ".020"은 "16"으로, ".011"은 "9"로 해석되므로 실제로 십진수 "192.168.16.9"와 동일합니다. 혼동을 피하려면 선행 0이 없는 10진수 값(0~255)만 사용하십시오.

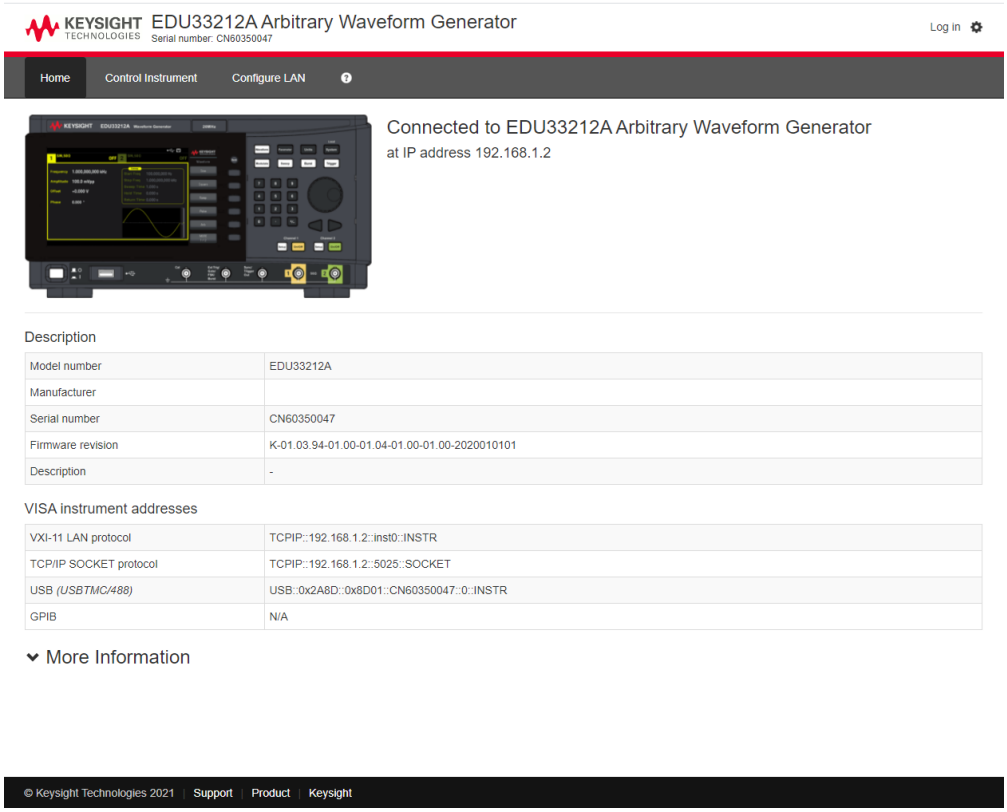
원격 제어

Keysight IO Libraries로 SCPI를 통해 또는 계측기의 웹 인터페이스로 시뮬레이션된 전면 패널을 통해 계측기를 제어할 수 있습니다.

웹 인터페이스

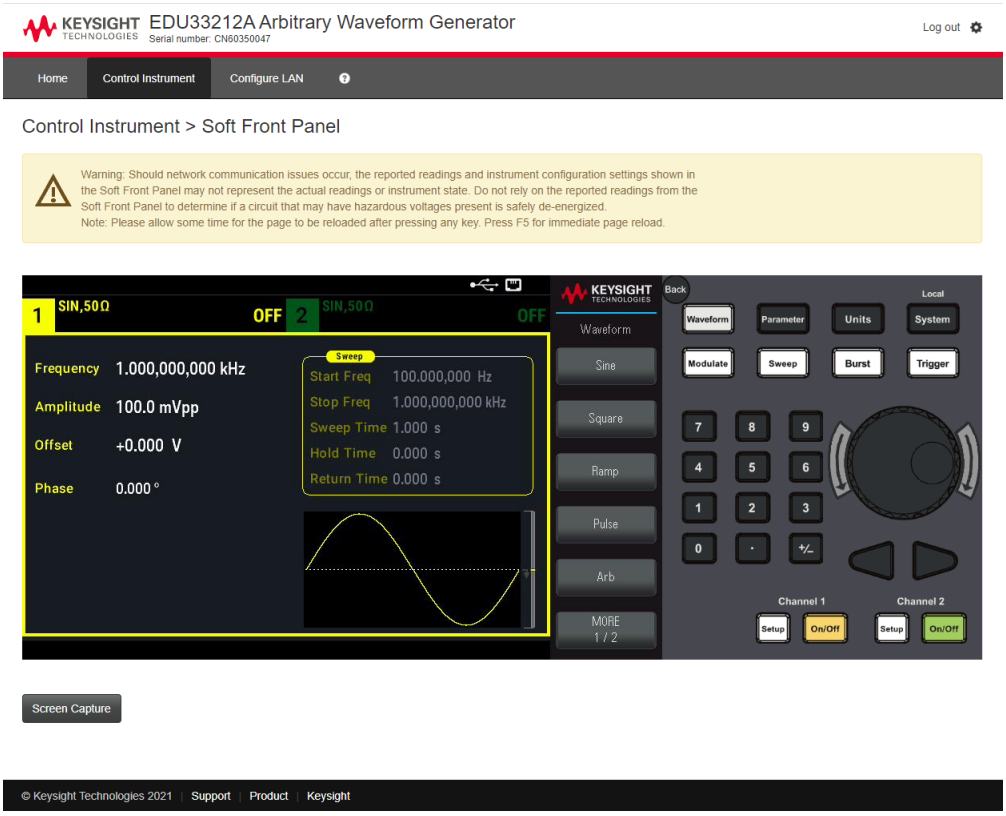
계측기의 웹 인터페이스를 사용하여 웹 브라우저에서 계측기를 모니터링하고 제어할 수 있습니다. 연결하려면 계측기의 IP 주소 또는 호스트 이름을 브라우저 주소에 입력하고 Enter 키를 누릅니다.

참고 오류에 400이 표시될 경우: 웹 브라우저의 "쿠키" 문제와 관련된 잘못된 요청입니다. 이 문제를 방지하려면 주소 표시줄에서 호스트 이름 대신 IP 주소를 사용하여 웹 인터페이스를 시작하거나, 웹 인터페이스를 시작하기 전에 브라우저에서 바로 쿠키를 지웁니다.



맨 위의 **Configure LAN** 탭을 사용하면 계측기의 LAN 파라미터를 변경할 수 있습니다. 이 경우 계측기와 통신할 수 있는 기능이 중단될 수 있으므로 주의가 표시됩니다.

Control Instrument 탭을 클릭하면 암호(기본값은 *keysight*)를 묻는 메시지가 표시된 다음, 아래와 같이 새 페이지가 열립니다.



이 인터페이스를 사용하여 전면 패널에서와 마찬가지로 계측기를 사용할 수 있습니다. 둥근 화살표 키를 사용하면 노브를 "회전"시킬 수 있습니다. 화살표 키를 눌러 전면 패널의 다른 키를 누르는 것과 마찬가지로 노브를 시계방향 및 반시계방향으로 회전시킬 수 있습니다.

경고 **경고 읽기**

Control Instrument 페이지의 상단에 있는 경고를 읽고 숙지해야 합니다.

기술 연결 세부 정보

대부분의 경우, IO Libraries Suite 또는 웹 인터페이스를 통해 계측기에 쉽게 연결할 수 있습니다. 특정한 상황에서는 다음 정보를 알아두면 유용할 수 있습니다.

인터페이스	세부 정보
VXI-11 LAN	VISA 문자열: TCPIP0::<IP Address>::inst0::INSTR 예: TCPIP0::192.168.10.2::inst0::INSTR
웹 UI	포트 번호, URL http://<IP 주소>/
USB	USB0::0x2A8D::<Prod ID>::<Serial Number>::0::INSTR 예: USB0::0x2A8D::0x8D01::CN12340005::0::INSTR 공급업체 ID: 0x2A8D, 제품 ID는 0x8D01이고, 계측기 일련 번호는 CN12340005입니다. 제품 ID는 모델에 따라 다릅니다. 0x08C01 (EDU33211A) / 0x8D01 (EDU33212A).

3 전면 패널 메뉴 작업

출력 종단 선택

계측기 재설정

변조 파형 출력

FSK 파형 출력

PWM 파형 출력

주파수 스위프 출력

버스트 파형 출력

스위프 또는 버스트 트리거

계측기 상태 저장 또는 검색

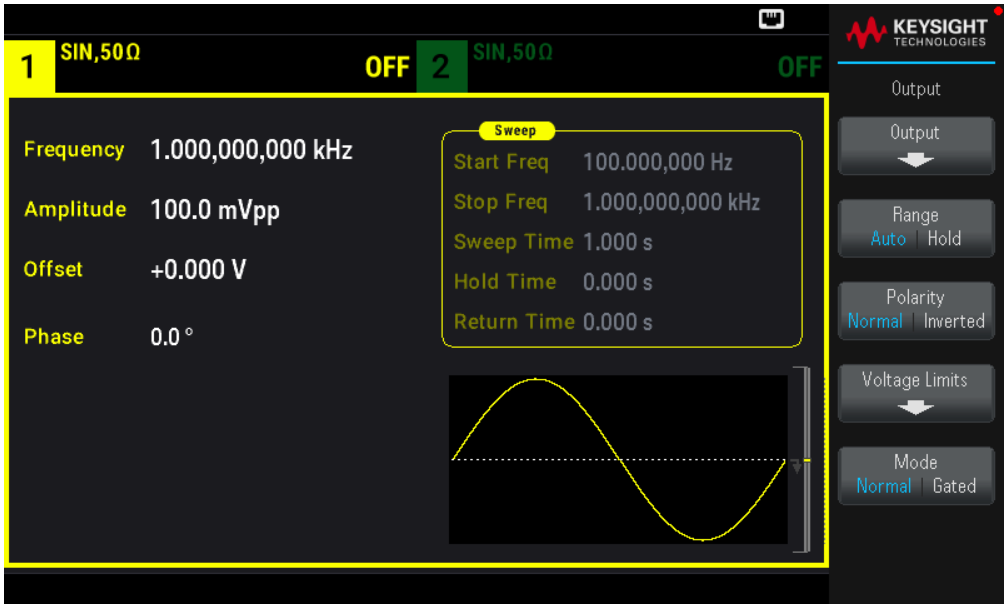
전면 패널 메뉴 설명

이 섹션에서는 전면 패널 키와 메뉴를 소개합니다. 추가 전면 패널 작동 정보는 특성 및 기능을 참조하십시오.

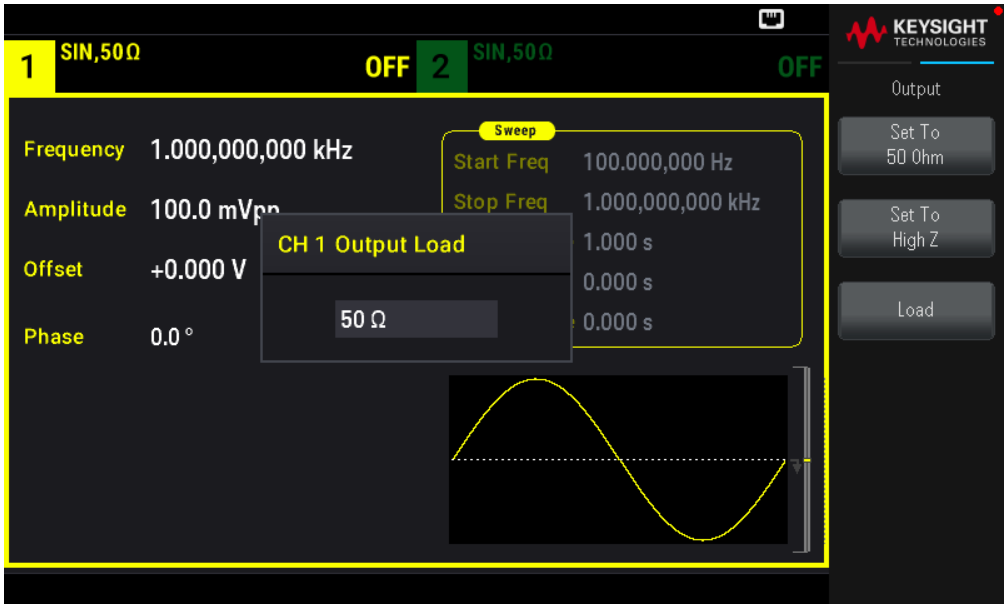
출력 종단 선택

계측기의 전면 패널 채널 커넥터에는 50Ω의 고정된 일련의 출력 임피던스가 있습니다. 실제 부하 임피던스가 지정된 값과 다르다면, 표시되는 진폭과 오프셋 레벨이 정확하지 않게 됩니다. 로드 임피던스 설정을 사용하면 표시된 전압과 예상된 로드가 일치하도록 할 수 있습니다.

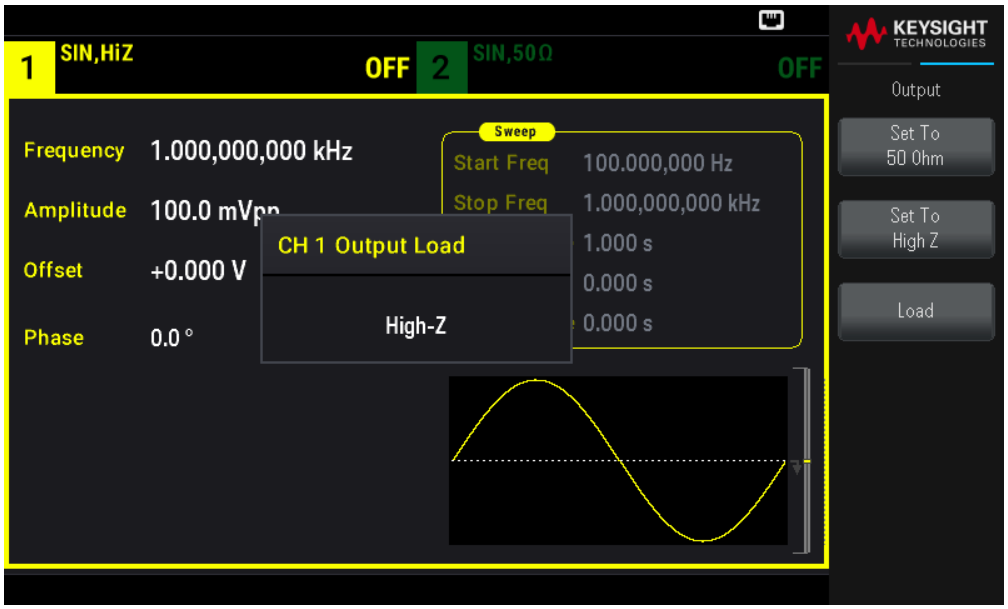
1. 채널 [Setup] 키를 눌러 채널 구성 화면을 엽니다. 화면 상단 탭에 현재 출력 종단 값(이 예에서는 모두 50Ω)이 표시됩니다.



2. Output을 눌러 출력 종단 지정을 시작합니다.

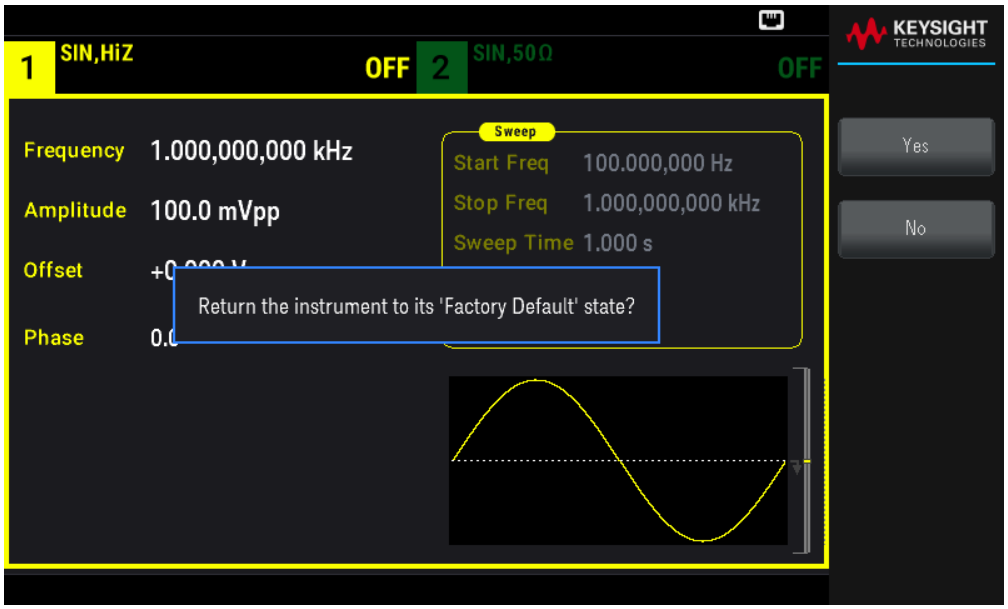


3. 노브 또는 숫자 키패드를 사용하여 원하는 로드 임피던스를 선택하거나 Set to 50 Ω 또는 Set to High Z를 눌러 원하는 출력 종단을 선택합니다. 또한 Load를 눌러 특정 값을 설정할 수도 있습니다.



계측기 재설정

계측기를 출고시 기본 상태로 재설정하려면 [System] > Store/Recall > Set to Defaults > Yes를 누릅니다. 자세한 내용은 *EDU33210 시리즈 프로그래밍 설명서*의 "공장 재설정 상태"를 참조하십시오.

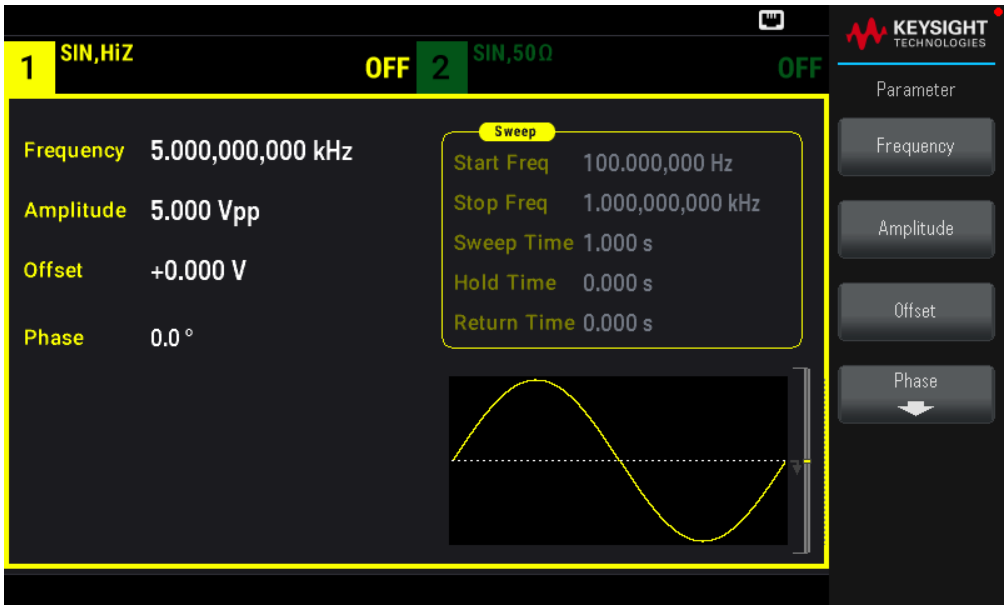


변조 파형 출력

변조된 파형은 반송파 및 변조 파형으로 구성됩니다. AM(진폭 변조)에서 반송파 진폭이 변조파에 따라 달라집니다. 이 예에서는 변조 깊이 80%의 AM 파형을 출력합니다. 반송파는 5kHz 사인파가 되고 변조파는 200Hz 사인파가 될 것입니다.

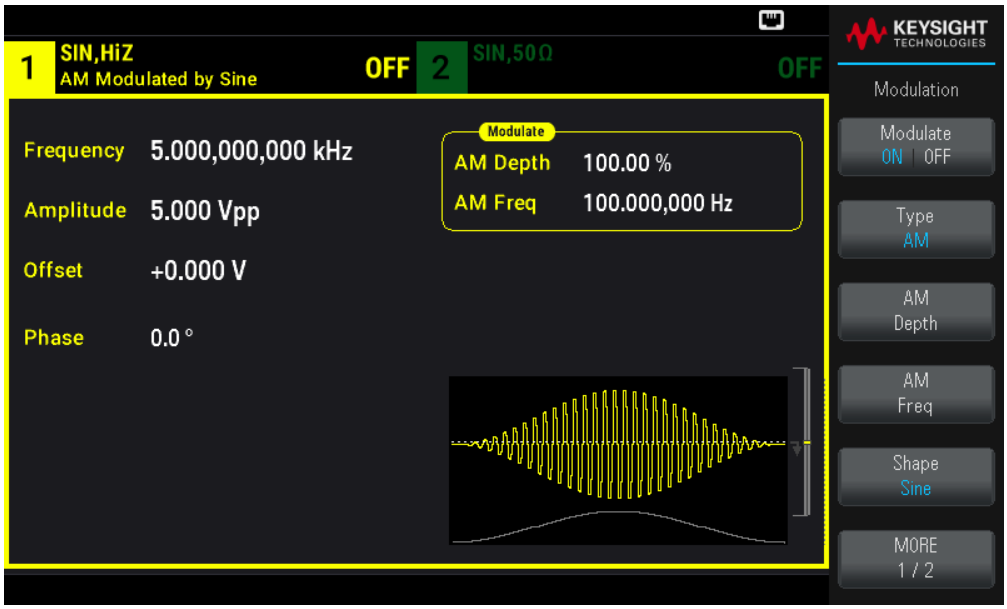
1. 기능, 주파수 및 반송파 진폭을 선택합니다.

   [Waveform] > Sine을 누릅니다. Frequency, Amplitude, Offset 소프트키를 눌러 반송파를 구성합니다. 이 예에서는 진폭 5Vpp, 오프셋 0V의 5kHz 사인 파형을 선택합니다. 진폭은 Vpp, Vrms 또는 dBm으로 지정할 수 있습니다.

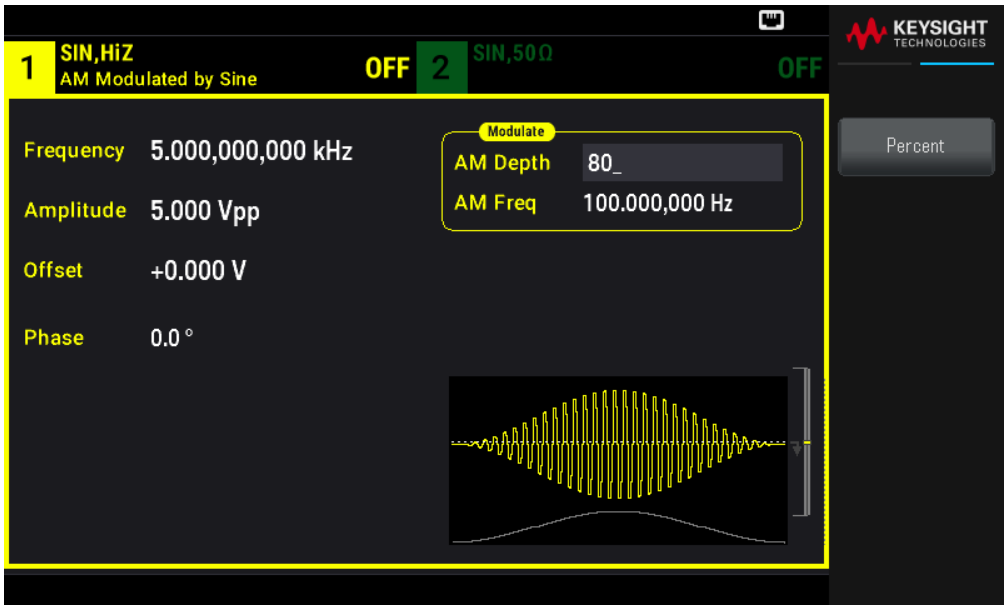


2. AM을 선택합니다.

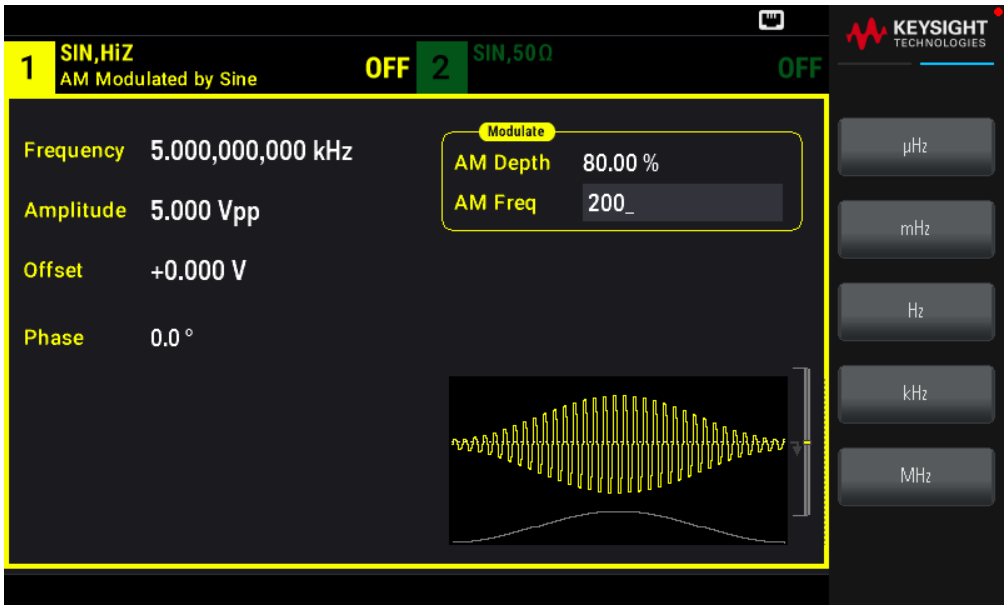
   [Modulate]를 누른 다음, Type 소프트키를 사용하여 AM을 선택합니다. 그런 후 Modulate 소프트키를 눌러 변조를 ON으로 설정합니다.



3. 변조 깊이를 설정합니다. AM Depth 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 80%로 설정합니다.



4. 변조파 모양을 선택합니다. Shape를 눌러 변조파의 형태를 선택합니다. 이 예에서는 Sine파를 선택합니다.
5. AM Freq를 누릅니다. 숫자 키패드 또는 노브와 화살표를 사용하여 값을 200Hz로 설정합니다. 숫자 키패드를 사용한 경우 Hz를 눌러 숫자 입력을 완료합니다.



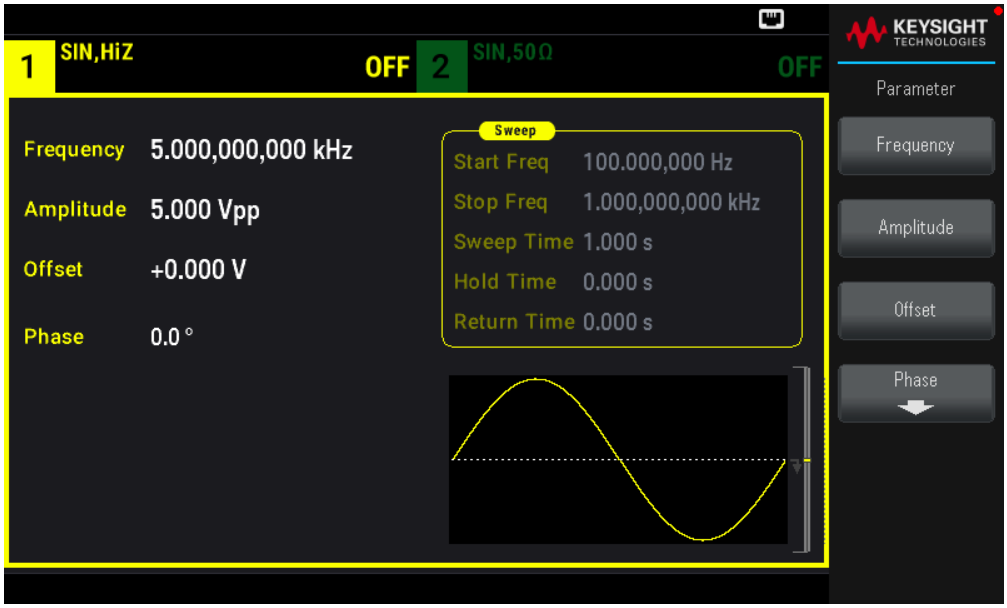
FSK 파형 출력

FSK 변조를 사용하여 출력 주파수를 두 개의 사전 설정 값("반송파 주파수" 및 "홉 주파수") 중에서 "전환"할 수 있습니다. 이러한 두 주파수 간에 출력이 편이하는 속도는 내부 속도 발생기 또는 전면 패널 Ext Trig

커넥터의 신호 레벨에서 결정됩니다. 이 예에서는 FSK 속도 100Hz를 사용하여 "반송파" 주파수를 5kHz로 설정하고 "홉" 주파수를 500Hz로 설정합니다.

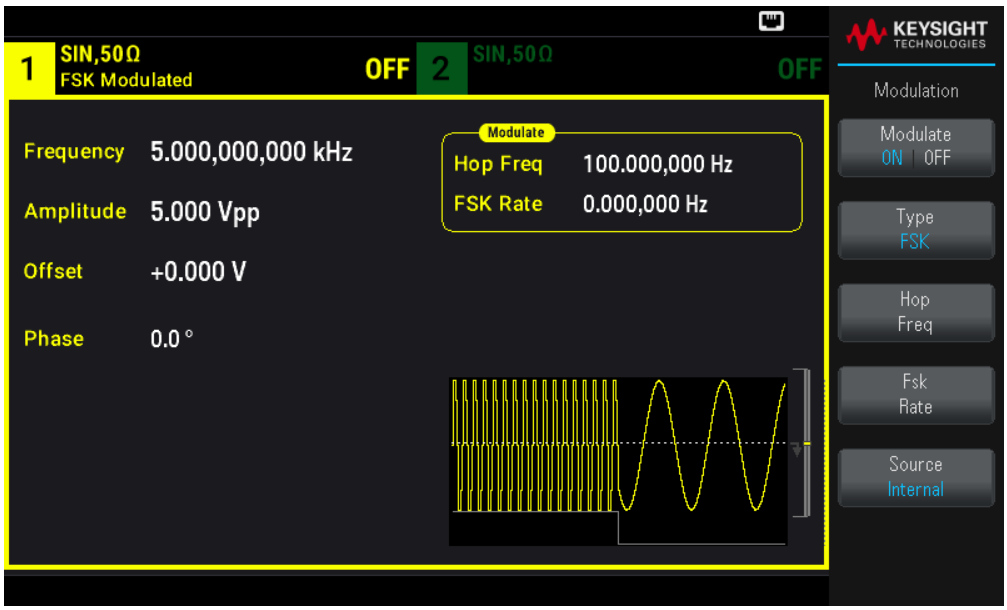
1. 기능, 주파수 및 반송파 진폭을 선택합니다.

   [Waveform] > Sine을 누릅니다. Frequency, Amplitude, Offset 소프트키를 눌러 반송파를 구성합니다. 이 예에서는 진폭 5Vpp, 오프셋 0V의 5kHz 사인 파형을 선택합니다.



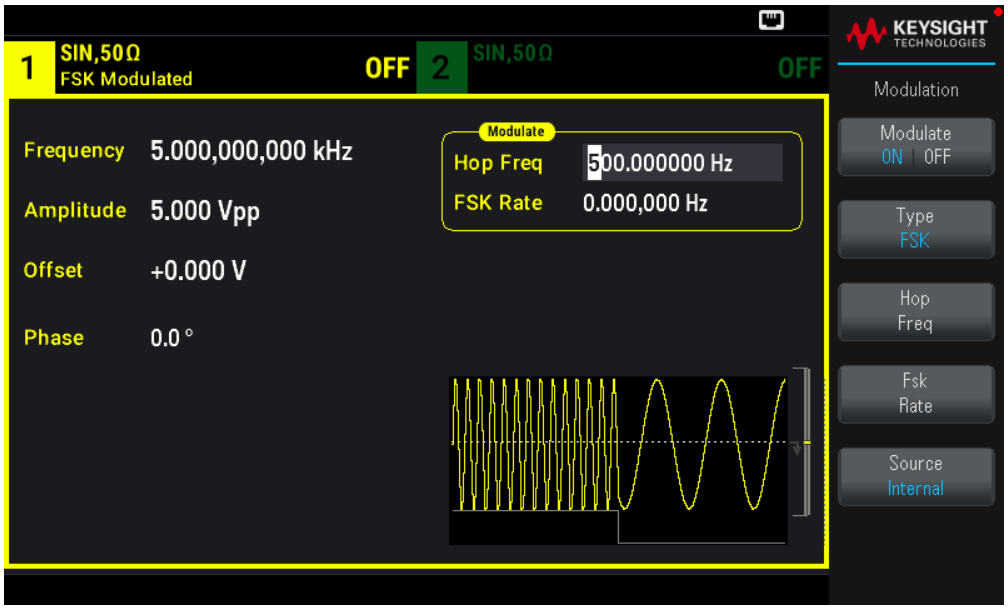
2. FSK를 선택합니다.

   [Modulate]를 누른 다음, Type 소프트키를 사용하여 FSK을 선택합니다. 그런 후 Modulate 소프트키를 눌러 변조를 ON으로 설정합니다.



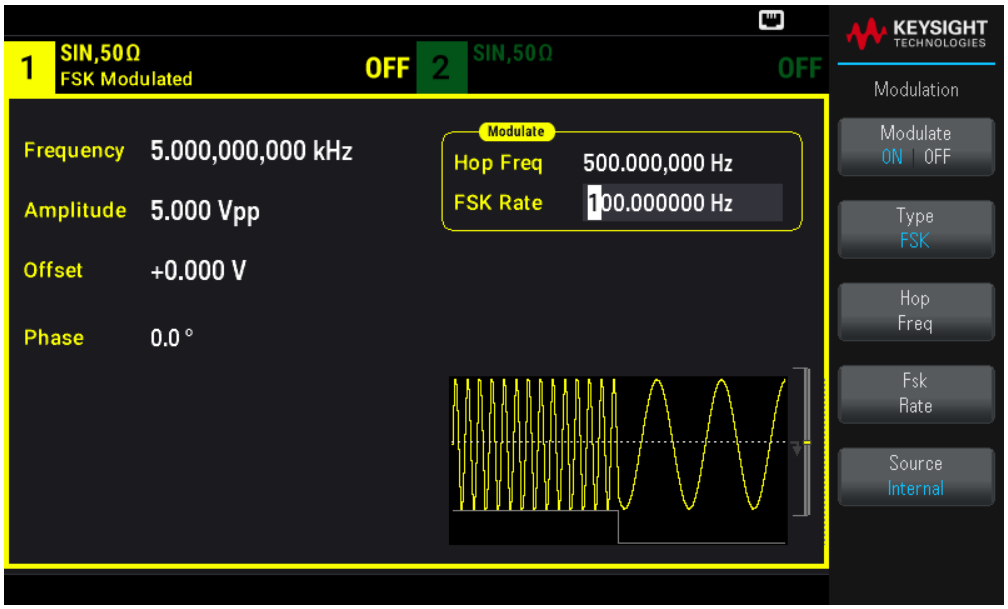
3. "홉" 주파수를 설정합니다.

   Hop Freq 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 500Hz로 설정합니다. 숫자 키패드를 사용하는 경우 Hz를 눌러 입력을 완료해야 합니다.



4. FSK "전환" 속도를 설정합니다.

   Fsk Rate 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 100Hz로 설정합니다.



   여기에서 채널 출력이 사용하도록 설정되면 계측기가 FSK 파형을 출력합니다.

PWM 파형 출력

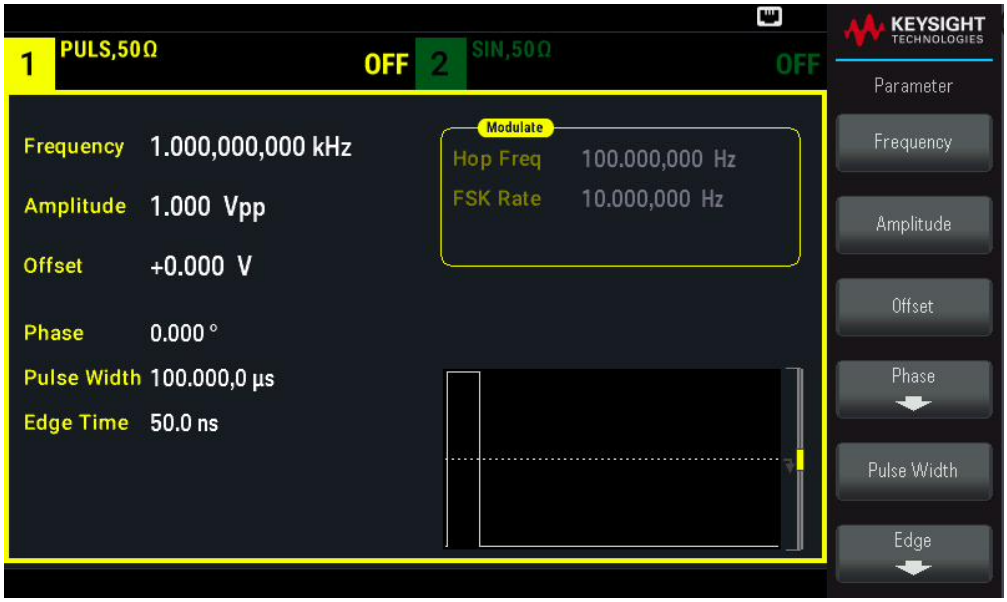
펄스 폭 변조(PWM) 파형을 출력하도록 계측기를 구성할 수 있습니다. PWM은 펄스 파형에서만 사용 가능하며 펄스 폭은 변조 신호에 따라 변경됩니다. 펄스 폭이 변동되는 범위를 폭 편차라고 하며, 파형 주기의 비율(즉, 듀티 사이클) 또는 시간 단위로 지정할 수 있습니다. 예를 들어 듀티 사이클 20%의 펄스를 지정하고 편차 5%의 PWM을 활성화하면 듀티 사이클이 변조 신호의 제어 하에 15%에서 25%까지 변화합니다.

펄스 폭에서 펄스 듀티 사이클로 변경하려면 [Units]를 누르십시오.

이 예에서는 5Hz 사인파 변조파의 1kHz 펄스 파형에 대한 펄스 폭 및 펄스 폭 편차를 지정합니다.

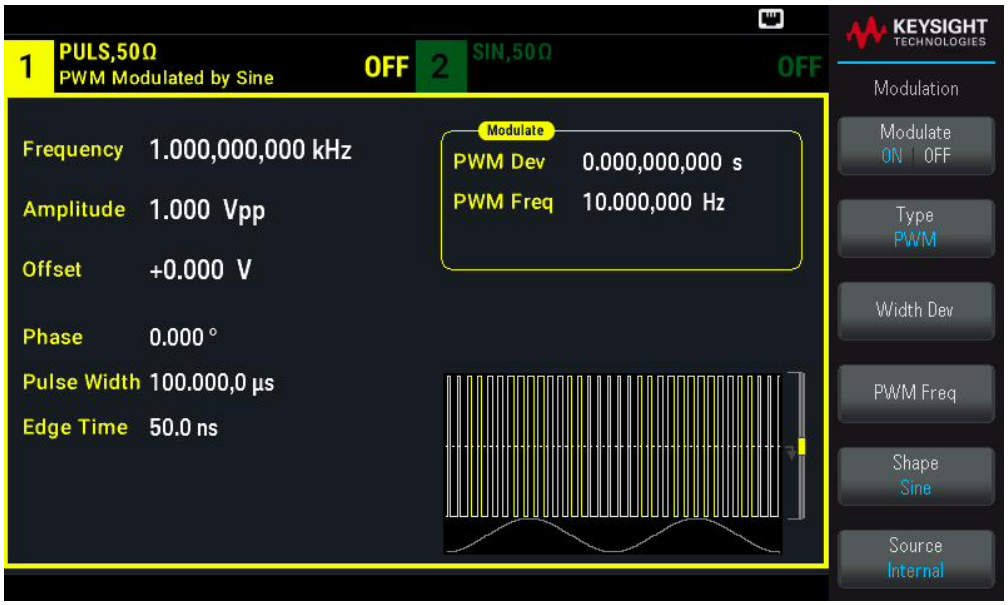
1. 반송파 파형 파라미터를 선택합니다.

   [Waveform] > Pulse를 누릅니다. Frequency, Amplitude, Offset, Pulse Width 및 Edge Times 소프트키를 사용하여 반송파 파형을 구성합니다. 이 예에서는 1Vpp의 진폭, 영점 오프셋, 100 µs의 펄스 폭, 50ns의 에지 시간(선행 및 후행 모두)을 갖는 1kHz 펄스 파형을 선택합니다.



2. PWM을 선택합니다.

   [Modulate] > Type PWM을 누릅니다. 그런 후 Modulate 소프트키를 눌러 변조를 ON으로 설정합니다.



3. 폭 편차를 설정합니다.

   Width Dev 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 20%로 설정합니다.

4. 변조 주파수를 설정합니다.

   PWM Freq 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 5Hz로 설정합니다.

5. 변조파 모양을 선택합니다.

Shape를 눌러 변조파의 형태를 선택합니다. 이 예에서는 사인파를 선택합니다.

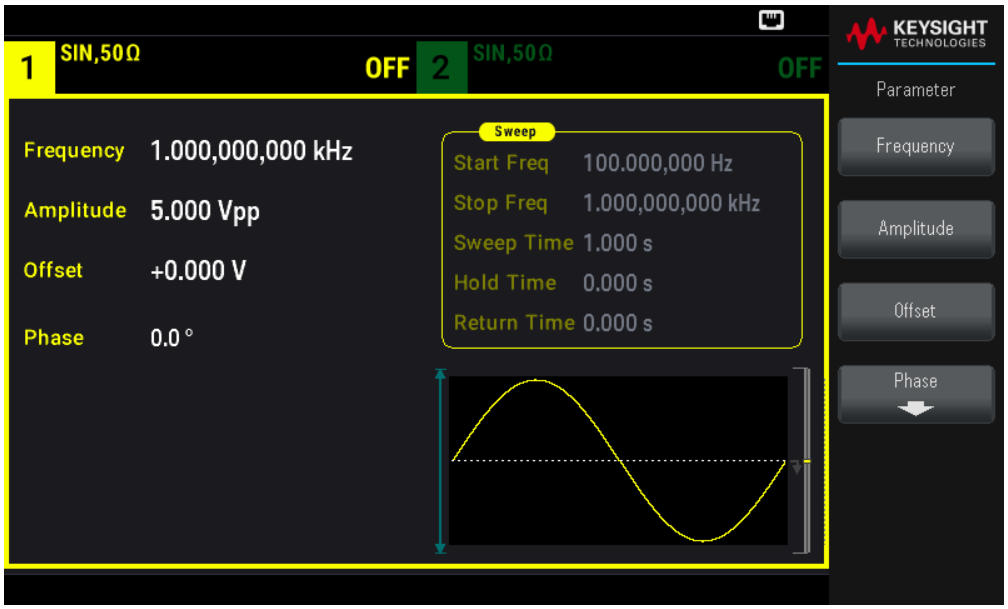
실제 PWM 파형을 보려면 오실로스코프로 출력해야 합니다. 이 작업을 수행하는 경우 펄스 폭의 차이(이 경우 80~120µs)가 표시됩니다. 변조 주파수 5Hz에서는 편차가 쉽게 보입니다.

주파수 스위프 출력

주파수 스위프 모드에서는 사용자가 지정한 스위프 속도에서 계측기가 시작 주파수로부터 정지 주파수로 이동합니다. 선형 또는 대수 간격으로 또는 주파수 목록을 사용하여 주파스를 위 또는 아래로 스위핑할 수 있습니다. 이 예에서는 50Hz~5kHz의 스위핑된 사인파를 출력합니다.

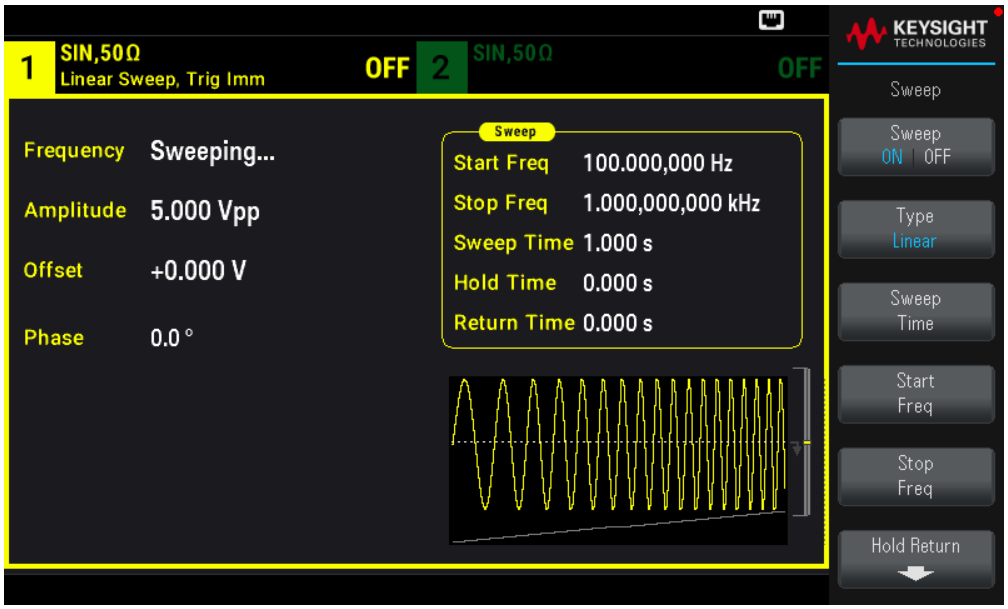
1. 스위프에 대한 기능 및 진폭을 선택합니다.

   스위프의 경우 사인, 사각형, 램프, 펄스, 삼각형, PRBS 파형 또는 임의 파형(노이즈 및 DC는 허용되지 않음)을 선택할 수 있습니다. 이 예에서는 진폭 5Vpp의 사인 파형을 선택합니다.



2. 스위프 모드를 선택합니다.

   [Sweep]을 누르고 현재 두 번째 소프트키에서 Linear 스위프 모드가 선택되어 있는지 확인합니다. Sweep 소프트키를 눌러 스위프를 ON으로 설정합니다. 현재 채널의 탭 상단에 Linear Sweep라는 상태 메시지가 나타납니다. 버튼도 켜집니다.

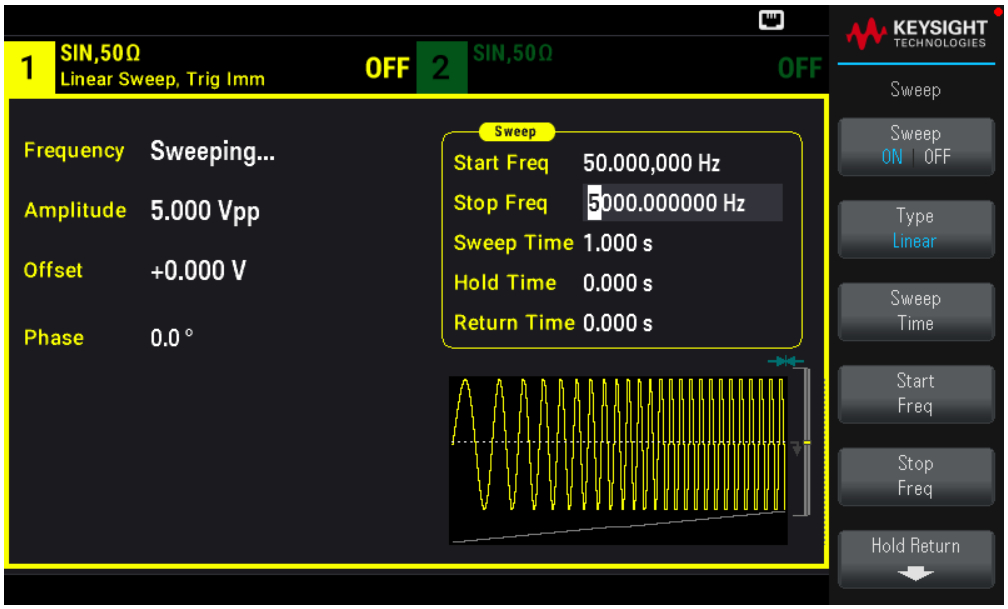


3. 시작 주파수를 설정합니다.

   Start Freq를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 50Hz로 설정합니다.

4. 정지 주파수를 설정합니다.

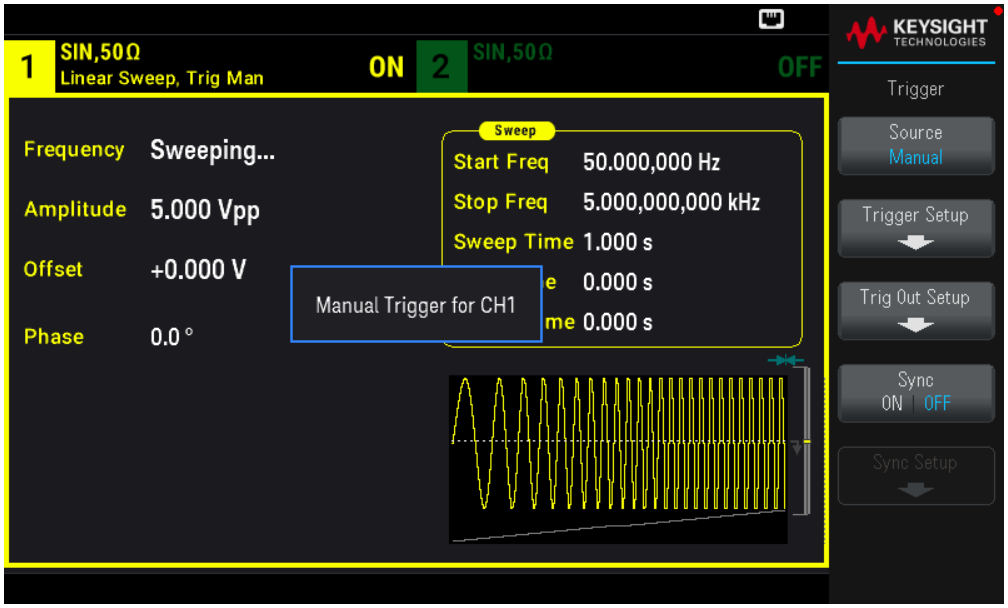
Stop Freq 소프트키를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 값을 5kHz로 설정합니다.



여기에서 출력이 활성화되면 계측기는 50Hz~5kHz의 연속 스위프를 출력합니다.

중심 주파수 및 주파수 스팬을 사용하여 스위프의 스위프 주파수 경계를 설정할 수도 있습니다. 이러한 파라미터는 위에 나와 있는 시작 주파수 및 정지 주파수와 유사하며 보다 유동적으로 사용할 수 있습니다. 동일한 결과를 얻으려면 중심 주파수를 2.525 kHz로, 주파수 스팬을 4.950 kHz로 설정하십시오.

주파수 스위프를 생성하려면 [Trigger] > Source Manual을 눌러 트리거를 수동 모드로 전환하십시오. [Trigger]를 눌러 트리거를 전송합니다. 자세한 내용은 스위프 또는 버스트 트리거를 참조하십시오.

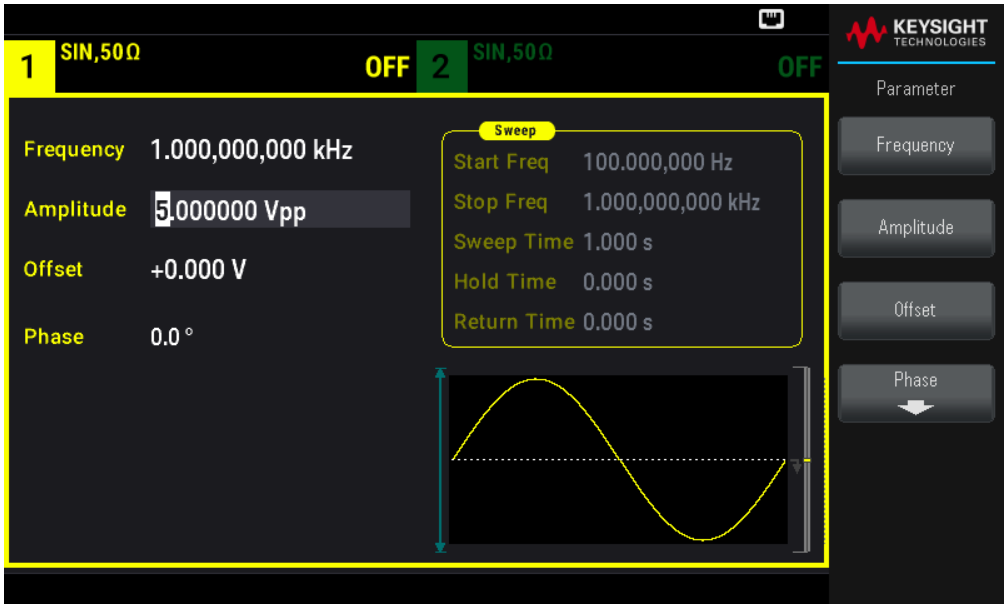


버스트 파형 출력

버스트라는 지정된 사이클 수의 파형을 출력하도록 계측기를 구성할 수 있습니다. 내부 타이머의 버스트 또는 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 단일 레벨에 있는 버스트 간에 경과한 시간을 제어할 수 있습니다. 이 예에서는 버스트 주기 20ms의 3사이클 사인 파형을 출력합니다.

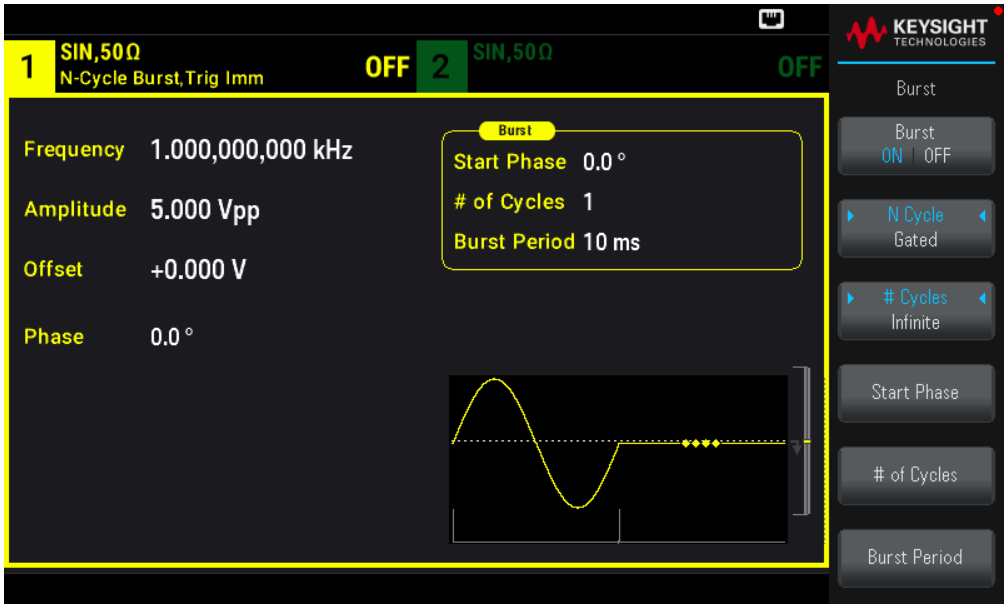
1. 버스트에 대한 기능 및 진폭을 선택합니다.

   버스트 파형의 경우 사인, 사각, 램프, 펄스, 임의 파형, 삼각 또는 PRBS 파형을 선택할 수 있습니다. 노이즈는 "게이트" 버스트 모드에서만 사용 가능하며 DC는 사용할 수 없습니다. 이 예에서는 진폭 5Vpp의 사인 파형을 선택합니다.



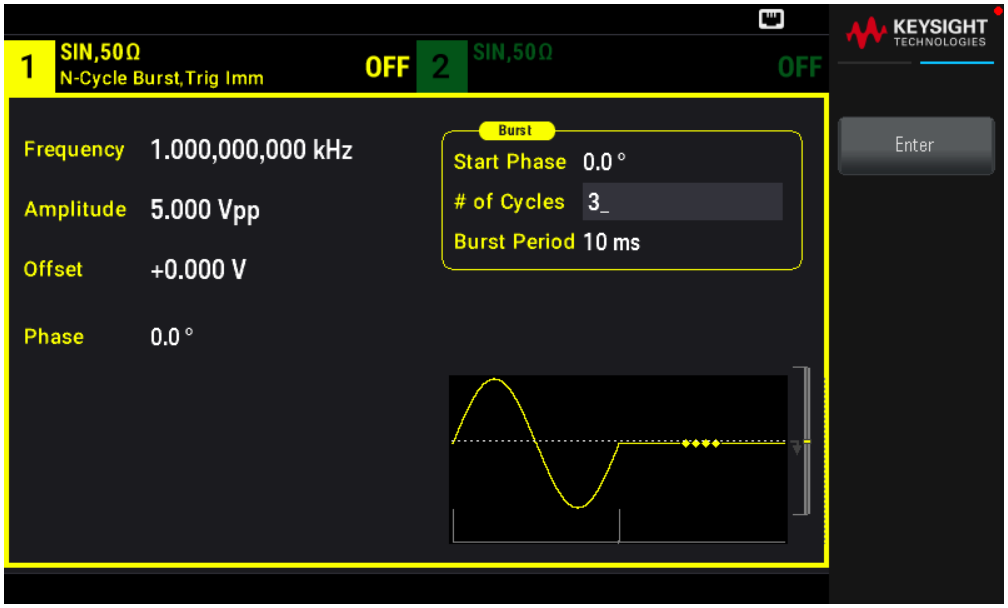
2. 버스트 모드를 선택합니다.

[Burst] > Burst ON | OFF를 누릅니다.



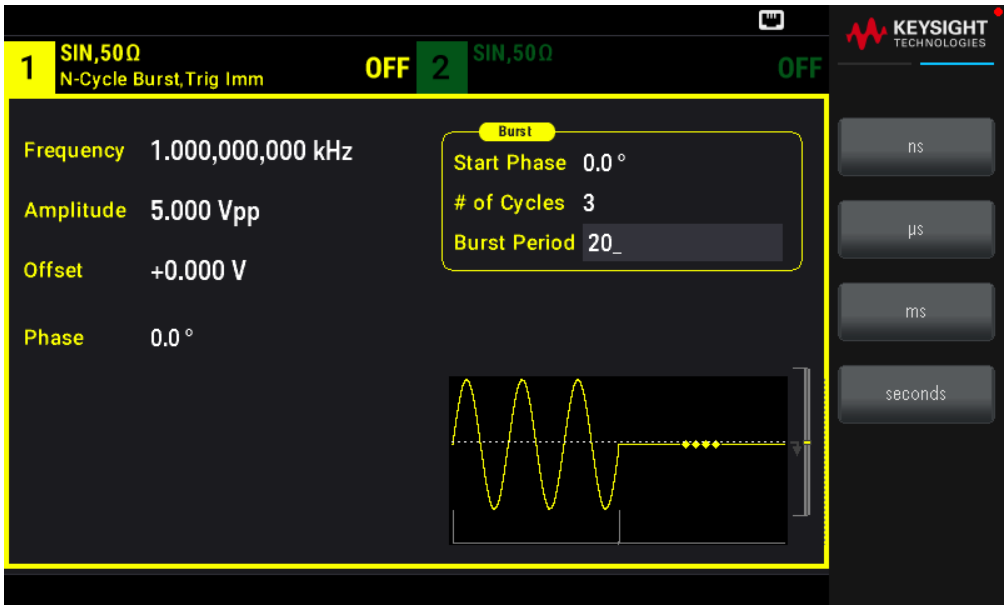
3. 버스트 카운트를 설정합니다.

# of Cycles를 누르고 숫자 키패드 또는 노브를 사용하여 이 카운트를 "3"으로 설정합니다. 숫자 키패드를 사용하는 경우 Enter 키를 눌러 데이터 입력을 완료합니다.

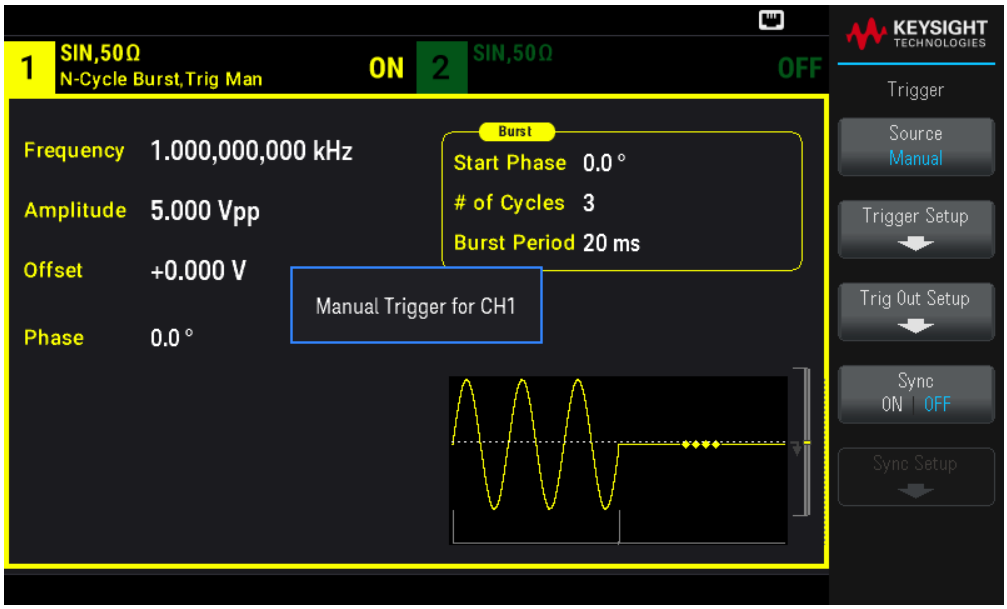


4. 버스트 주기를 설정합니다.

Burst Period를 누른 다음, 숫자 키패드 또는 노브 및 화살표를 사용하여 해당 주기를 20ms로 설정합니다. 버스트 주기는 한 버스트의 시작부터 다음 버스트의 시작까지의 시간을 설정합니다. 이때 계측기는 20ms 간격으로 연속해서 3사이클 버스트를 출력합니다.



[Trigger] 키를 눌러 지정된 카운트의 단일 버스트를 생성할 수 있습니다. 자세한 내용은 스위프 또는 버스트 트리거를 참조하십시오.



외부 게이트 신호를 사용하여 게이트 버스트를 생성할 수도 있으며, 이 경우 입력에 게이트 신호가 있는 동안에는 버스트가 생성됩니다.

스위프 또는 버스트 트리거

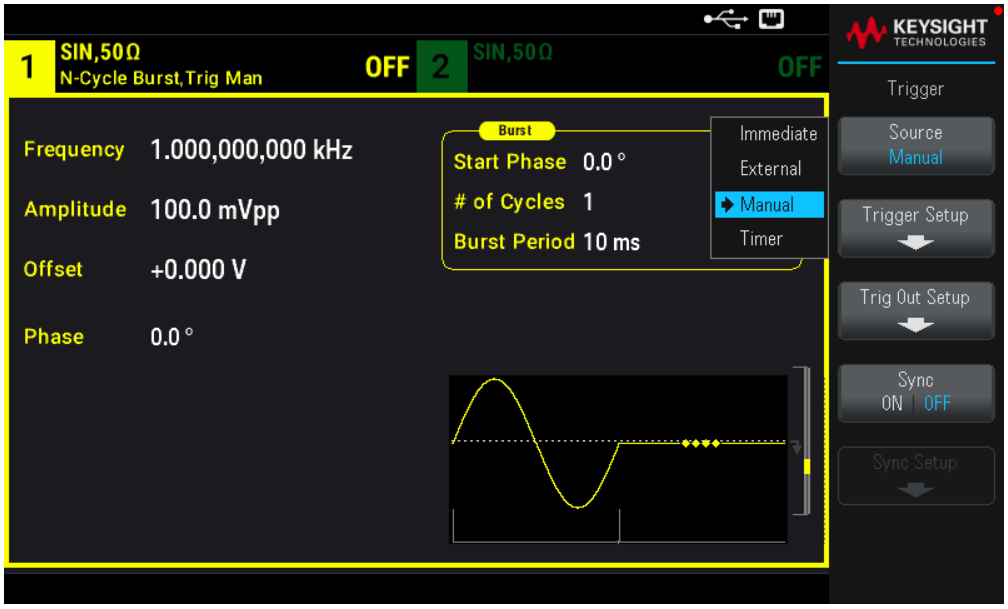
전면 패널에서 스위프 및 버스트에 대해 4가지 다른 트리거 유형 중 하나를 선택할 수 있습니다.

– Immediate 또는 "automatic"(기본값): 스위프 또는 버스트 모드를 선택하면 계측기가 계속 출력합니다.

– External: 전면 패널 Ext Trig 커넥터에 의해 트리거가 제어됩니다.

– Manual: [Trigger]를 누를 때마다 하나의 스위프 또는 버스트를 시작합니다. 계측기를 다시 트리거하려면 [Trigger]를 계속해서 누릅니다.

– Timer: 고정된 시간 간격을 두고 하나 이상의 트리거를 실행합니다.



스위프 또는 버스트가 켜진 경우 [Trigger]를 누르면 트리거 메뉴가 표시됩니다. 그림에 나오는 [Trigger] 키(켜져 있음 또는 깜박임)는 하나 또는 두 채널이 모두 수동 트리거를 대기 중임을 나타냅니다. 불이 계속 켜져 있으면 트리거 메뉴를 선택한 경우이며, 깜박이면 트리거 메뉴를 선택하지 않은 경우입니다. [Trigger] 키는 계측기가 원격일 때 비활성화됩니다.

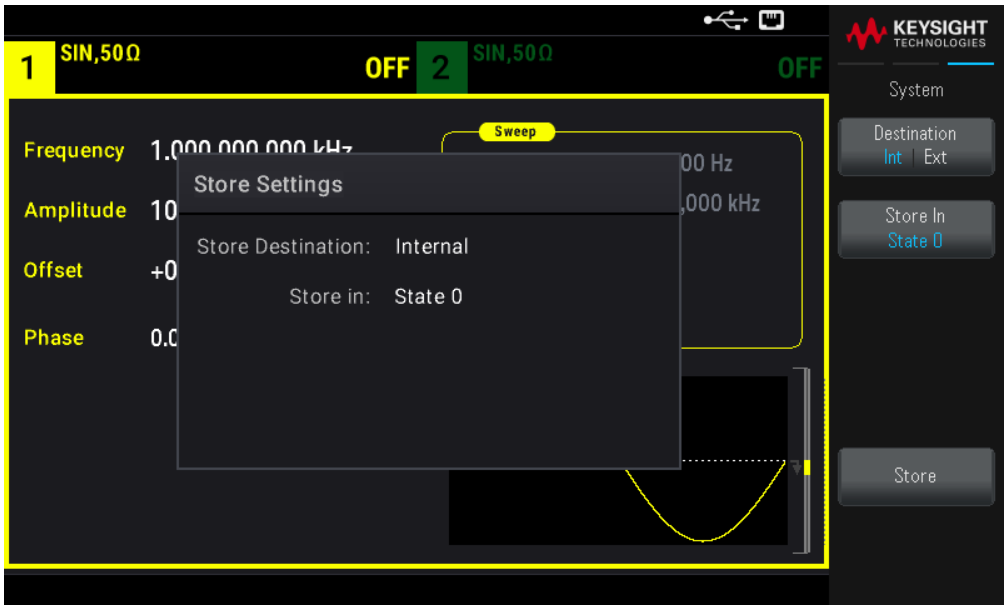
계속 켜져 있을 때 [Trigger]를 누르면 수동 트리거가 됩니다. 깜박일 때 [Trigger]를 누르면 트리거 메뉴가 선택되고 한 번 더 누르면 수동 트리거가 됩니다.

계측기 상태 저장 또는 검색

계측기 상태를 원하는 수만큼의 상태 파일(확장자 .sta)에 저장할 수 있습니다. 백업 목적으로 이 작업을 수행하거나 외장 USB 플래시 드라이브에 상태를 저장한 후 다른 계측기로 로드하여 계측기에 일치하는 구성을 지정할 수 있습니다. 저장된 상태에는 선택한 기능, 주파수, 진록, DC 오프셋, 듀티 사이클, 대칭 및 사용 중인 변조 또는 버스트 파라미터가 포함되어 있습니다. 휘발성 임의 파형은 계측기에 저장되지 않습니다.

저장 설정

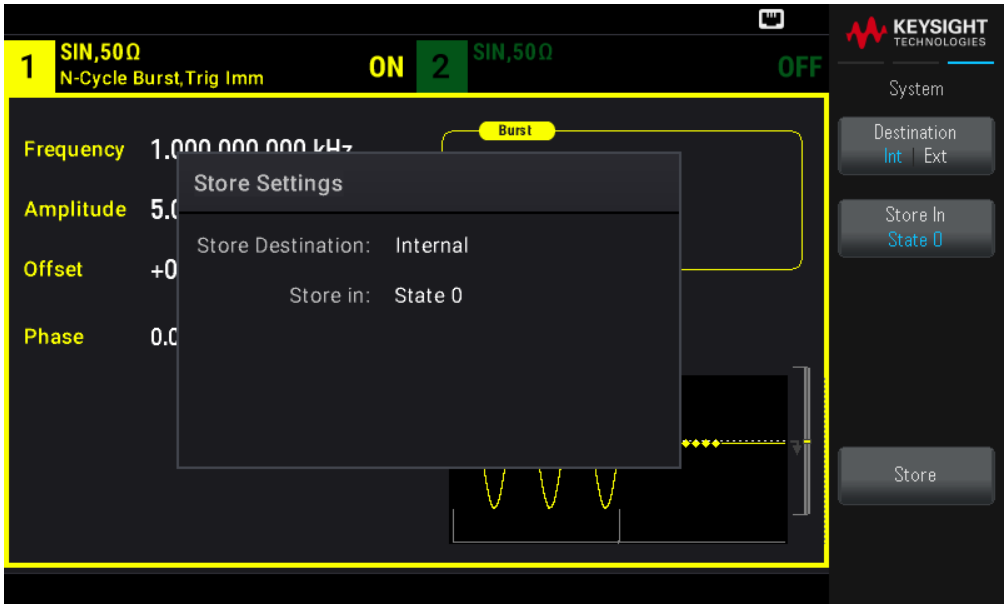
Store Settings에서는 디렉터리를 찾아보고 파일 이름을 지정할 수 있으며, 상태 파일을 내부적으로 저장할지 또는 외부 USB 플래시 드라이브에 저장할지 선택할 수 있습니다.



현재 계측기 상태를 저장하려면

1. 원하는 보관 대상을 선택합니다.

   [System] > Store/Recall > Store Settings > Destination을 누릅니다.



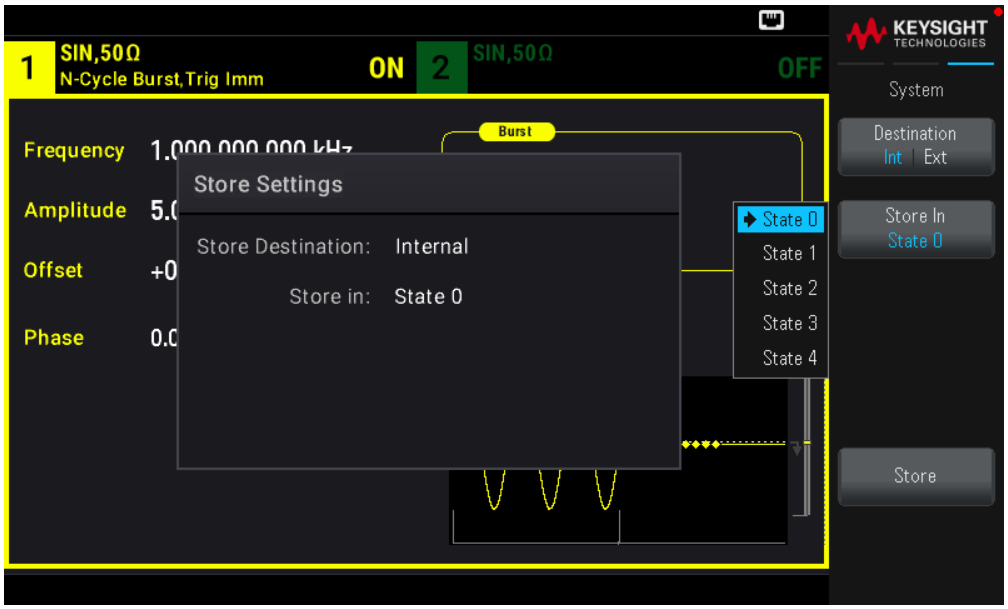
   계측기의 비휘발성 내부 메모리에 계측기 상태를 저장하도록 선택하는 경우 Int를 선택합니다. 2단계를 계속 진행합니다.

   상태 파일(.sta)을 연결된 외장 USB 플래시 드라이브에 저장하도록 선택하면 Ext를 선택합니다. 3단계로 건너뜁니다.

참고 진행하기 전에 USB 플래시 드라이브를 연결해야 합니다. USB 플래시 드라이브가 연결되어 있지 않은 경우, Destination Int | Ext 이하 메뉴가 회색으로 비활성화됩니다.

2. 계측기 상태를 저장하려는 내부 보관 위치를 선택합니다.

   Store In을 누르고 State 0, State 1, State 2, State 3 또는 State 4 중에서 선택합니다. 5단계로 건너뜁니다.



3. 상태 파일(.sta)을 저장하려는 내부 보관 위치를 선택합니다.

   Select File | Path > Browse를 눌러 연결된 외장 USB 플래시 드라이브에서 기존 상태 파일(.sta)을 찾아봅니다. 전면 패널 노브를 사용하여 기존 상태 파일(.sta)을 강조 표시합니다. Select를 눌러 강조 표시된 파일을 선택하고 이전 메뉴로 돌아갑니다.

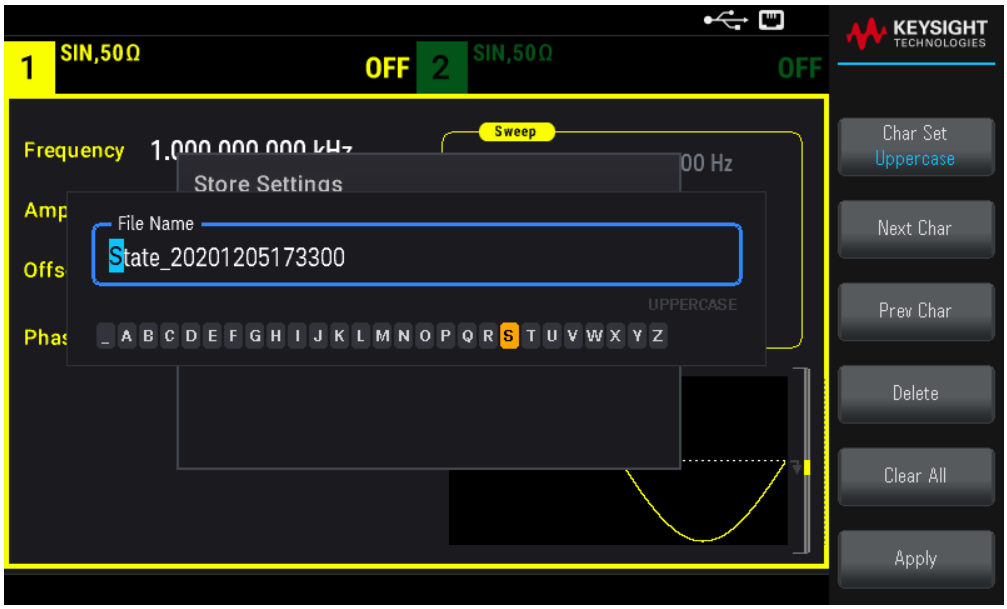
   Rename을 눌러 강조 표시된 파일의 이름을 바꾸거나 Delete를 눌러 강조 표시된 파일을 삭제할 수도 있습니다.

   Select File | Path > Browse를 눌러 상태 파일(.sta)을 저장할 외장 USB 플래시 드라이브의 폴더를 찾습니다. 전면 패널 노브를 사용하여 폴더를 강조 표시합니다. Select를 눌러 강조 표시된 폴더를 찾습니다. Select Folder를 눌러 강조 표시된 폴더를 선택하고 이전 메뉴로 돌아갑니다.

   Rename을 눌러 강조 표시된 폴더의 이름을 바꾸거나 Delete를 눌러 강조 표시된 폴더를 삭제할 수도 있습니다.

4. 선택 사항: 이전 단계에서 해당 작업을 수행하지 않은 경우 상태 파일 이름을 변경할 수 있습니다.

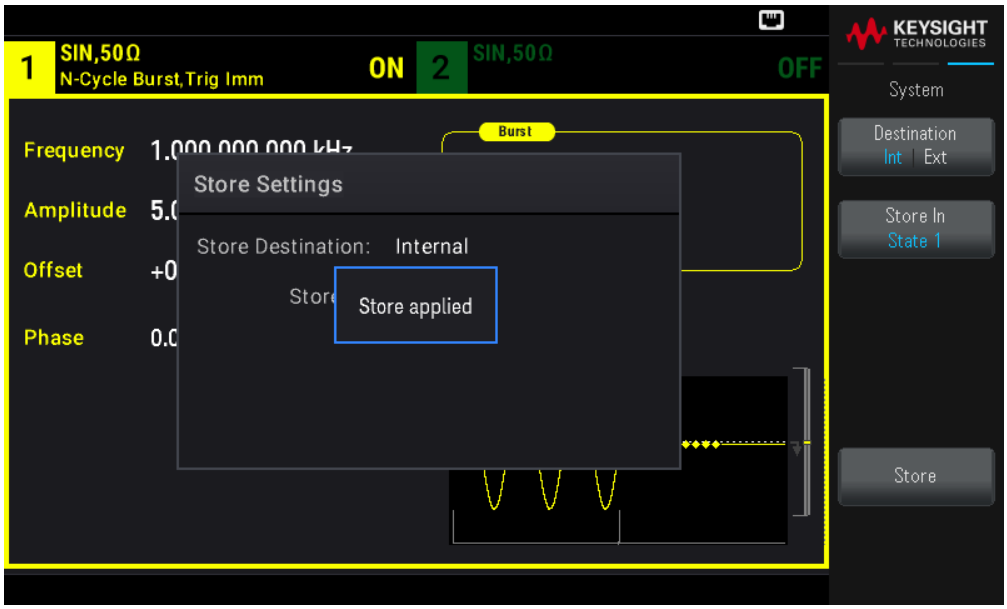
   File Name을 눌러 상태 파일(.sta)의 이름을 지정합니다. 제공된 소프트키를 사용하여 원하는 파일 이름을 설정합니다.



   이름 입력이 끝나면 Apply를 누릅니다.

5. 계측기 상태를 저장합니다.

   Store를 누릅니다.



Recall Settings

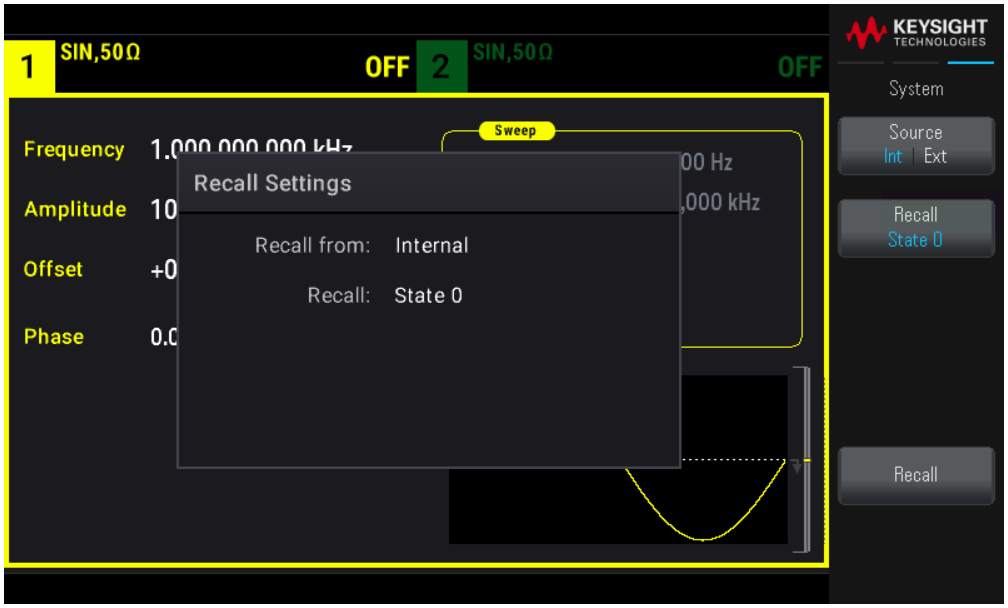
Recall Settings에서는 내부 메모리에서 상태를 찾아보거나 외부 USB 플래시 드라이브에서 복원할 계측기 상태 파일(.sta 형식)을 찾아볼 수 있습니다.

참고 복원하는 상태 파일은 동일한 계측기 모델에 있어야 합니다.

저장된 계측기 상태를 복원(검색)하려면

1. 원하는 복원 소스를 선택합니다.

   [System] > Store/Recall > Recall Settings > Source를 누릅니다.



   계측기의 비휘발성 내부 메모리에서 계측기 상태 파일을 복원하도록 선택하는 경우 Int를 선택합니다. 2단계를 계속 진행합니다.

   연결된 외장 USB 플래시 드라이브에서 상태 파일(.sta)을 복원하도록 선택하면 Ext를 선택합니다. 3단계로 건너뜁니다.

2. 복원할 내부 보관 위치를 선택합니다.

   Recall을 누르고, State 0, State 1, State 2, State 3 또는 State 4 중에서 하나를 선택합니다. 4단계로 건너뜁니다.

3. 복원하려는 내부 보관 위치를 선택합니다.

   Browse를 누르고 전면 노브 및 화살표 키를 사용하여 복원하려는 상태 파일(*sta)로 이동합니다. 완료되었으면 Select를 누릅니다.

4. 선택한 계측기 상태를 복원합니다.

   Recall을 누릅니다.

전면 패널 메뉴 설명

이 섹션은 전면 패널 메뉴에 대한 개요에서 시작합니다. 이 섹션의 나머지 부분에는 전면 패널 메뉴 사용 예가 포함되어 있습니다.

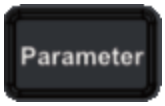
- **[Waveform]** 버튼
- **[Parameter]** 버튼
- **[Units]** 버튼
- **[Modulate]** 버튼
- **[Sweep]** 버튼
- **[Burst]** 버튼
- **[Trigger]** 버튼
- **[System]** 버튼
- 채널 **[Setup]** 및 **[On/Off]** 버튼

[Waveform] 버튼

파형을 선택합니다.

- 사인
- 사각
- 램프
- 펄스
- 임의
- 삼각
- 노이즈
- PRBS
- DC

[Parameter] 버튼



파형별 파라미터를 구성합니다.

– 주기/주파수

– 진폭 또는 고전압/저전압

– 오프셋

– 위상

- 듀티 사이클

- 대칭

- 펄스 폭

- 에지 시간

- 임의 파형

- 샘플링 속도

- 필터

– 임의 위상

- 대역폭

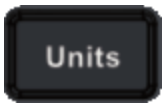
PRBS 데이터

– 비트 레이트

– 선행 에지

– 후행 에지

[Units] 버튼



단위 및 파라미터 기본 설정을 지정합니다.

– 임의 속도: Sa/s, 주파수 또는 주기

– 진폭/오프셋 또는 높음/낮음으로 나타낸 전압

– 전압 단위(Vpp, Vrms 또는 dBm)

– 펄스 폭 또는 듀티 사이클

– 버스트 위상(도, 라디안 또는 초)

– 임의 위상(도, 라디안, 초 또는 샘플)

– 주파수 스위프(중앙/범위 또는 시작/중지)

[Modulate] 버튼

변조 파라미터를 구성합니다.

– 변조 켜기 또는 끄기

- 변조 유형: AM, FM, PM, PWM, BPSK, FSK, Sum

– 변조 소스

– 변조 파라미터(변조 유형에 따라 다름)

[Sweep] 버튼

주파수 스위프 파라미터를 구성합니다.

– 스위프 켜기 또는 끄기

– 스위프 유형: 선형, 대수 또는 주파수 목록

- 스위프 시간

– 시작/정지 주파수 또는 중앙/범위 주파수

– 드웰, 유지 및 복귀 시간

[Burst] 버튼

– 버스트 켜기 또는 끄기

– 버스트 모드: 트리거됨(N 사이클) 또는 외부에서 게이트됨

– 버스트당 사이클(1~100,000,000 또는 무한)

– 버스트의 시작 위상 각도(-360° ~ +360°)

– 버스트 주기

[Trigger] 버튼

트리거 설정 및 동기화 출력 신호를 구성합니다.

– 켜지면 수동 트리거를 수행합니다.

– 스위프, 버스트 또는 임의 파형 이동에 대한 트리거 소스를 지정합니다.

– 트리거 전압 레벨, 카운트 및 지연을 지정합니다.

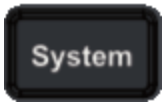
– 외부 트리거 소스에 대한 경사(상승 또는 하강 에지)를 지정합니다.

– 트리거 출력 신호의 경사(상승 또는 하강 에지)를 지정합니다.

– "Sync" 커넥터에서 신호 출력을 활성화/비활성화합니다.

– Sync 소스, 극성, 모드, 마커 포인트 등을 지정합니다.

[System] 버튼



Store/Recall 소프트키

계측기 상태를 저장하고 호출합니다.

– 파일 및 폴더를 관리합니다.

– 비휘발성 메모리에 계측기 상태를 저장합니다.

- 저장된 계측기 상태를 호출합니다.

– 계측기의 전원 켜기 구성을 선택합니다(마지막 전원 꺼짐 또는 출고 시 기본값).

- 계측기를 출고 시 기본 상태로 되돌립니다.

I/O Config 소프트키

계측기 I/O 인터페이스를 구성합니다.

– LAN 서비스를 켜고 끕니다.

– LAN(주소 및 호스트 이름)을 구성합니다.

– LAN을 재설정합니다.

Instr. Setup 소프트키

시스템 관리 작업을 수행합니다.

– 자가 테스트를 수행합니다.

User Settings 소프트키

시스템 관련 파라미터를 구성합니다.

– 전면 패널 메시지 및 도움말 텍스트의 로컬 언어를 선택합니다.

– 오류 비프음을 활성화하거나 비활성화합니다.

– 키패드 클릭을 활성화하거나 비활성화합니다.

– 디스플레이를 켜고 끕니다.

– 디스플레이 흐리게 하기 동작을 조정합니다.

– 날짜 및 시간을 설정합니다.

Help 소프트키

도움말 항목 목록을 표시합니다.

– 일련번호, IP 주소, 펌웨어 버전 등의 "정보" 데이터를 봅니다.

– 계측기의 라이선스 옵션 보기

– 원격 명령 오류 대기열을 봅니다.

채널 [Setup] 및 [On / Off] 버튼

채널을 활성화하고 구성합니다.

[On / Off] 버튼

채널을 켜고 끕니다.

[Setup] 버튼

채널 관련 파라미터 구성:

– 메뉴 포커스가 있는 채널을 지정합니다.

– 출력 종단을 선택합니다(50 Ω, High Z 또는 Manual).

– 진폭 자동 범위 지정을 활성화/비활성화합니다.

– 파형 극성을 선택합니다(일반 또는 반전).

– 전압 한계를 지정합니다.

– 출력이 일반인지 또는 게이트되었는지를 지정합니다.

참고 **EDU33212A 전용**

[Setup]을 두 번 눌러 듀얼 채널 보기 모드로 들어갑니다. 이 모드에서 [Setup]을 누르면 단일 채널 보기와 듀얼 채널 보기 간에 전환됩니다.

4 특징 및 기능

출력 구성

펄스 파형

AM(진폭 변조) 및 FM(주파수 변조)

PM(위상 변조)

FSK(Frequency-Shift Keying) 변조

PWM(펄스 폭 변조)

합계 변조

주파수 스위프

버스트 모드

트리거

시스템 관련 작업

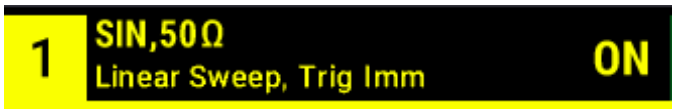
이중 채널 작동

이 장에서는 전면 패널 및 원격 인터페이스 작동을 비롯한 계측기 기능에 대해 자세히 설명합니다. 먼저 전면 패널 메뉴 작업을 읽어 볼 수 있습니다. SCPI 명령 및 쿼리의 세부 정보에 대해서는 *EDU33210 시리즈 프로그래밍 가이드*를 참조하십시오.

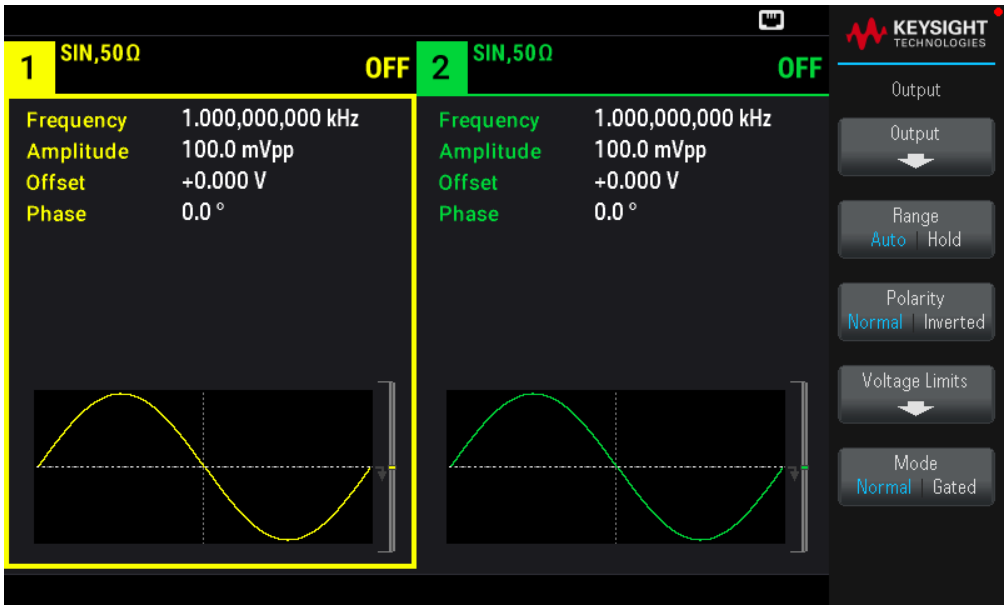
출력 구성

이 섹션에서는 출력 채널 구성에 대해 설명합니다. 출력 구성과 관련된 많은 명령은 특정 채널을 나타내기 위해 SOURce1: 또는 SOURce2:로 시작됩니다. 생략할 경우 기본값은 채널 1입니다. 예를 들어, VOLT 2.5는 채널의 출력을 2.5V로 설정하고 SOUR2:VOLT2.5는 채널 2에 대해 동일하게 설정합니다.

계측기의 디스플레이에는 각 채널 출력 구성의 다양한 측면을 요약해서 설명하는 각 채널용 "탭"이 있습니다.



듀얼 채널 계측기에서 채널 1의 탭은 노란색이고, 채널 2의 탭은 녹색입니다.



출력 함수

계측기에는 사인, 사각형, 램프, 펄스, 삼각형, 노이즈, PRBS(의사 난수 이진 시퀀스) 및 DC의 8가지 표준 파형이 포함되어 있습니다. 9개의 내장 임의 파형도 있습니다.

아래 표에서는 변조, 스위프 및 버스트가 허용되는(●) 기능을 보여 줍니다. 변조 또는 모드에서 사용할 수 없는 기능을 선택하면 변조 또는 모드가 비활성화됩니다.

반송파	AM	FM	PM	FSK	BPSK	PWM	합계	버스트	스위프
사인 및 사각	●	●	●	●	●		●	●	●
펄스	●	●	●	●	●	●	●	●	●
삼각 및 램프	●	●	●	●	●		●	●	●
가우스 노이즈	●						●	●[1]	
PRBS	●	●	●				●	●	
임의 파형	●	●	●[2]		●[2]		●	●	●

1 게이트된 버스트만 해당

2 전체 파형이 아닌 샘플 클럭에 적용됩니다.

- 주파수 제한: 기능을 변경하면 주파수가 새 기능의 주파수 제한에 맞게 변경될 수 있습니다.
- 진폭 제한: 출력 단위가 Vrms 또는 dBm일 때 기능을 변경하면 파형 형태의 변동으로 인해 새 기능에 대한 진폭이 최대값까지 낮아질 수 있습니다. 예를 들어 5Vrms 사각 파형(50Ω에서)을 사인으로 변경하면 진폭이 사인의 상한인 3.536Vrms으로 변경됩니다.
- 진폭과 오프셋을 합한 값이 계측기의 용량을 초과해서는 안 됩니다. 값을 제한 범위 이내로 유지하기 위해 마지막으로 설정한 값이 변경될 수 있습니다.
- 상한 및 하한 출력 전압을 지정하여 DUT(테스트 중 장치)를 보호할 수 있습니다.

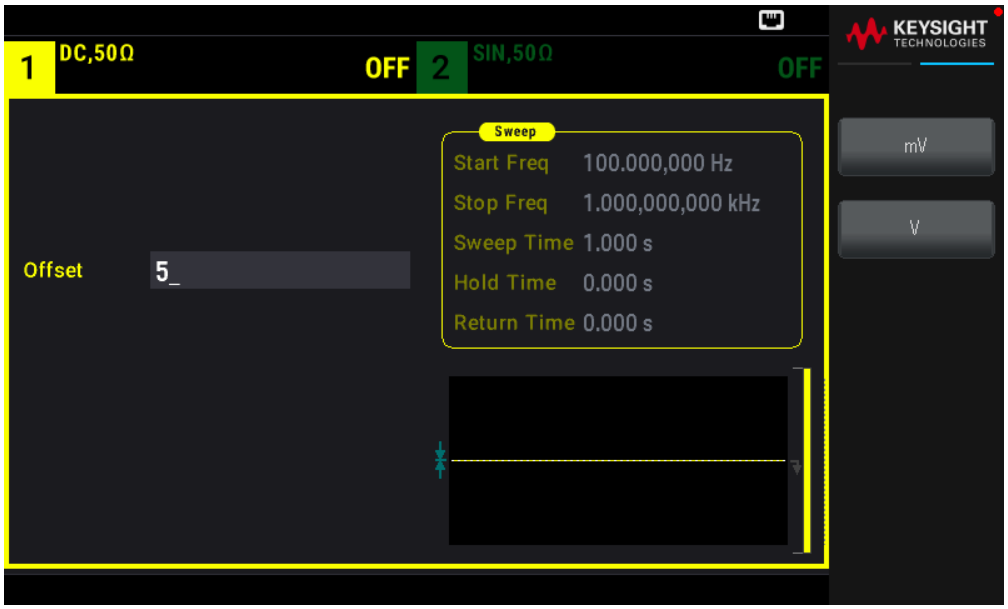
전면 패널 작동

- 출력을 켜려면 원하는 채널에 대한 채널 [On/Off]를 누릅니다.
- 다른 파형을 선택하려면 [Waveform]을 누릅니다.

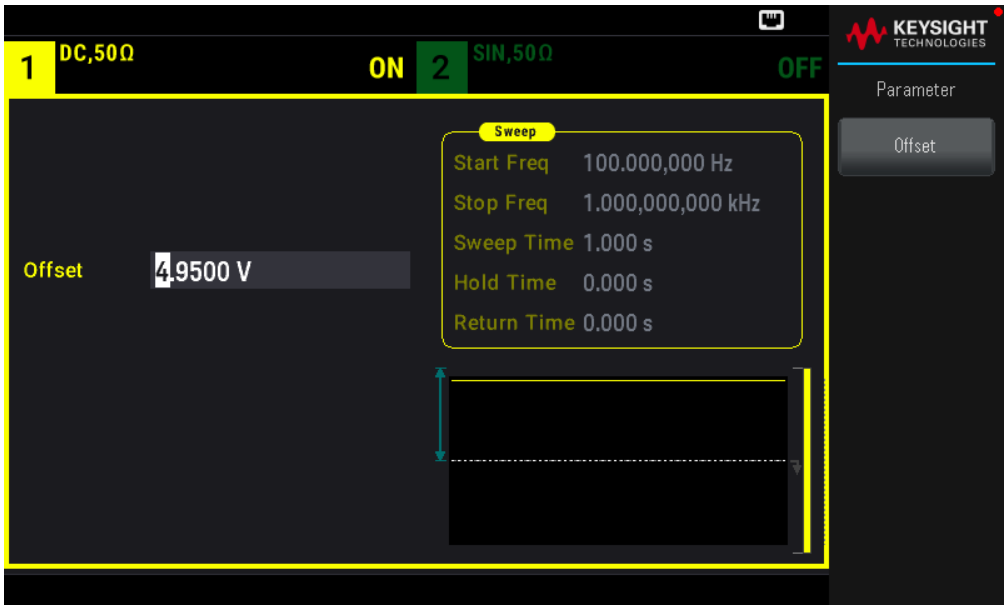
예를 들어 DC 신호를 지정하려면

1. [Waveform] > MORE 1 / 2 > DC > Offset을 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



2. 채널 [On/Off]를 눌러 DC 출력을 생성합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion <function>
```

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

출력 주파수

출력 주파수 범위는 여기에 표시된 것과 같은 기능, 모델 및 출력 전압에 따라 좌우됩니다. 기본 주파수는 모든 기능에 대해 1kHz이고 최소 주파수는 아래 표에 나와 있습니다.

기능	최소 주파수
사인	1µHz
사각	1µHz
램프/삼각	1µHz
펄스	1µHz
PRBS	1mbps
임의	1µSa/s

– 주파수 제한: 기능을 변경하면 주파수가 새 기능의 주파수 제한에 맞게 변경될 수 있습니다. 임의 파형은 마지막 주파수 설정을 유지합니다.

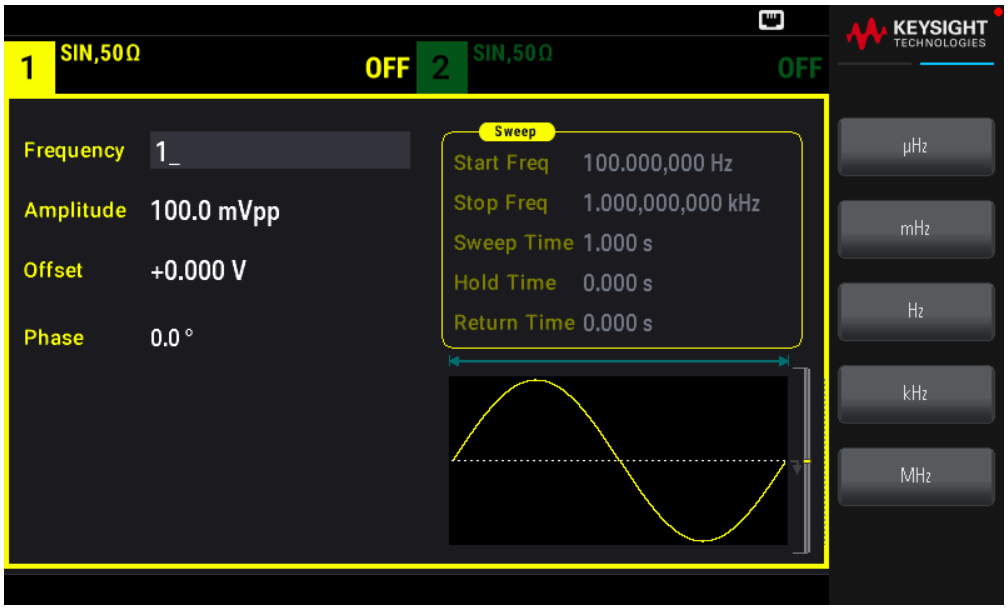
– 버스트 제한: 내부 트리거 버스트의 경우 최소 주파수는 126µHz입니다.

– 듀티 사이클 제한: 사각 및 펄스의 경우 듀얼 사이클이 16ns 최소 펄스 폭 사양으로 제한됩니다. 예를 들어 1kHz에서는 듀티 사이클을 펄스 폭이 100ns가 되는 0.01%까지 하향 설정할 수 있습니다. 1MHz에서는 최소 듀티 사이클이 1.6%, 10MHz에서는 16%가 됩니다. 현재 듀티 사이클을 생성할 수 없는 주파수로 변경할 경우 듀티 사이클이 최소 펄스 폭 사양을 만족하도록 조정됩니다.

최소 펄스 폭은 16ns입니다.

전면 패널 작동

[Parameter] > Frequency를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

출력 진폭

기본 진폭은 모든 기능에서 100mVpp(50Ω에서)입니다.

– 오프셋 전압 제한: 아래에는 진폭과 오프셋 간의 관계가 나와 있습니다. Vmax는 50Ω 부하에 대해 ±5V이거나, 고임피던스 로드에 대해 ±10V입니다.

$$Vpp < 2(Vmax - |Voffset|)$$

– 출력 종단으로 인한 제한: 진폭이 10Vpp이고 출력 종단 설정을 50Ω에서 "고임피던스"(OUTPut[1|2]:LOAD INF)로 변경하면 표시되는 진폭이 최대 20Vpp 이내에서 2배가 됩니다. 반대로 "고임피던스"에서 50Ω으로 변경하면 표시되는 진폭이 절반으로 떨어집니다. 출력 종단 설정은 실제 출력 전압에는 영향을 주지 않으며 표시되는 값과 원격 인터페이스에서 쿼리한 값만 변경합니다. 실제 출력 전압은 연결된 로드에 따라 달라집니다.

– 단위 선택으로 인한 제한: 진폭 한도가 선택한 출력 단위에 의해 결정되는 경우도 있습니다. 이러한 현상은 단위가 Vrms 또는 dBm일 때 여러 함수의 파고율 차이로 인해 발생할 수 있습니다. 예를 들어, 5Vrms 사각파(50Ω)를 사인파로 변경하는 경우 계측기는 진폭을 3.536Vrms(Vrms의 사인에 대한 상한)로 조정합니다. 원격 인터페이스는 "설정 충돌" 오류도 생성합니다.

– 출력 진폭을 Vpp, Vrms, dBm 등으로 설정할 수 있습니다. 출력 종단이 고임피던스로 설정된 경우에는 출력 진폭을 dBm 단위로 지정할 수 없습니다. 자세한 내용은 출력 단위를 참조하십시오.

– 임의 파형 제한: 임의 파형에 파형 데이터 요소가 출력 DAC(디지털-아날로그 변환기)의 전체 범위까지 연결되지 않으면 진폭이 제한됩니다. 예를 들어 내장 "싱크" 파형은 전체 값 범위를 사용하지는 않으므로 최대 진폭이 6.087Vpp(50Ω)로 제한됩니다.

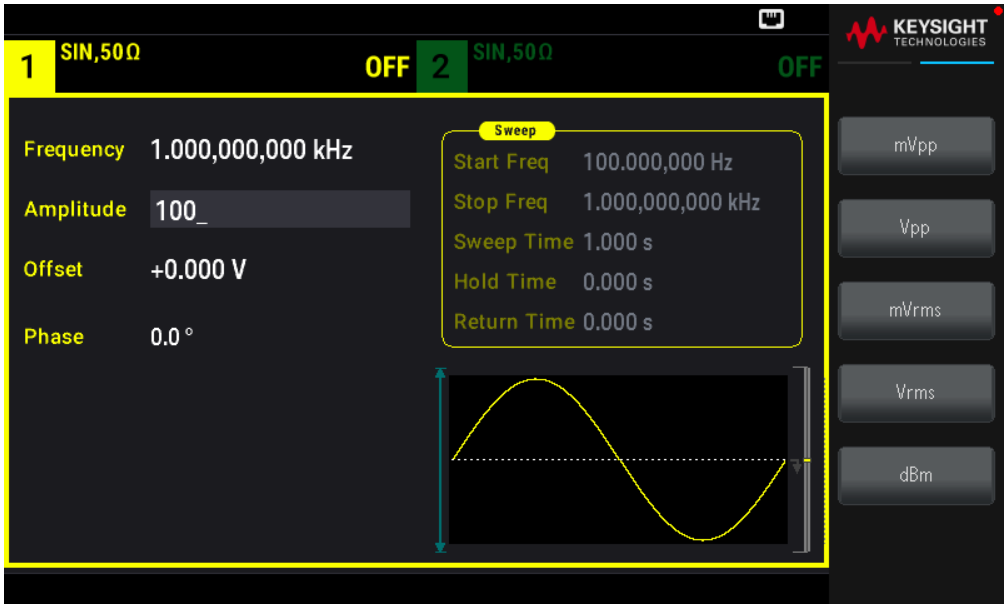
– 진폭을 변경하면 출력 감쇠기 전환으로 인해 특정 전압에서 출력이 잠시 중단될 수 있습니다. 그러나 이 진폭은 출력 전압이 범위 전환 중에 현재 설정을 초과하지 않도록 제어됩니다. 이러한 중단을 방지하려면 VOLTage:RANGe:AUTOOFF를 사용하여 전압 자동 범위 지정을 비활성화합니다. APPLy 명령은 자동 범위 지정을 자동으로 활성화합니다.

– 하이 레벨 및 로우 레벨을 설정해도 파형 진폭 및 오프셋이 설정됩니다. 예를 들어 하이 레벨을 +2V로, 로우 레벨을 -3V로 설정하면 결과 진폭이 5Vpp(오프셋 -500mV)가 됩니다.

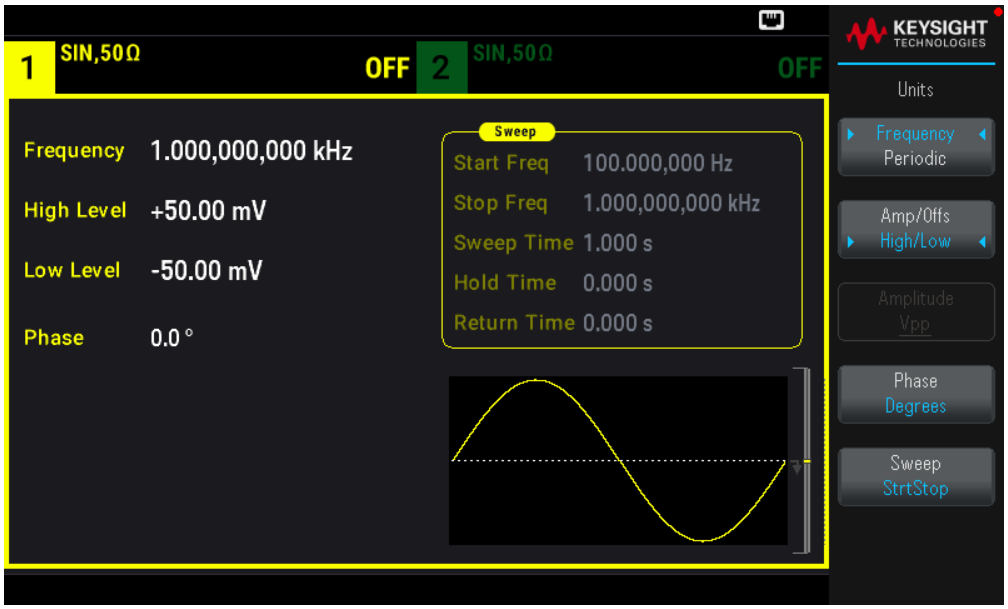
– ADC 신호의 출력 레벨은 오프셋 전압(DC 오프셋 전압)에 의해 제어됩니다. DC 레벨은 50Ω 부하에 대해 ±5V이거나, 고임피던스 로드에 대해 ±10V입니다.

전면 패널 작동

[Parameter] > Amplitude를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



대신, 하이 레벨 및 로우 레벨을 사용하려면 [Units] > Ampl/Offs | High/Low를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

DC 오프셋 전압

기본 오프셋은 모든 기능에서 0V입니다.

– 진폭으로 인한 제한: 오프셋 전압과 출력 진폭 간 관계는 다음과 같습니다. 최대 출력 전압(DC + AC)은 계측기 출력 정격(50Ω 로드로의 ±5V 또는 개방형 회로로의 ±10V)을 초과할 수 없습니다.

– 오프셋 전압과 출력 진폭 간 관계는 다음과 같습니다. Vmax는 선택한 출력 종단의 최대 피크 전압입니다(50Ω 부하에서는 5V, 고임피던스 부하에서는 10V).

$$|Voffset| < Vmax - Vpp/2$$

지정한 오프셋 전압이 유효하지 않은 경우, 계측기가 지정 진폭에 해당하는 최대 DC 전압으로 조절합니다. 또한 원격 인터페이스에서 "Data out of range" 오류가 발생합니다.

– 출력 종단으로 인한 제한: 오프셋 범위는 출력 종단 설정에 따라 다릅니다. 예를 들어 오프셋을 100mVDC로 설정한 후 출력 터미네이션을 50Ω에서 "고임피던스"로 변경하면 전면 패널에 표시되는 오프셋 전압이 200mVDC로 2배가 됩니다(오류는 발생하지 않음). "고임피던스"에서 50Ω으로 변경하는 경우 표시되는 오프셋 전압이 절반으로 떨어집니다. 출력 종단 설정을 변경해도 계측기 출력 단자의 전압이 변경되지는 않습니다. 전면 패널에 표시되는 값과 원격 인터페이스에서 쿼리한 값만 변경됩니다. 계측기 출력의 전압은 계측기에 연결된 부하에 따라 달라집니다. 자세한 내용은 *EDU33210 시리즈 프로그래밍 설명서*의 “OUTPut[1|2]:LOAD”를 참조하십시오.

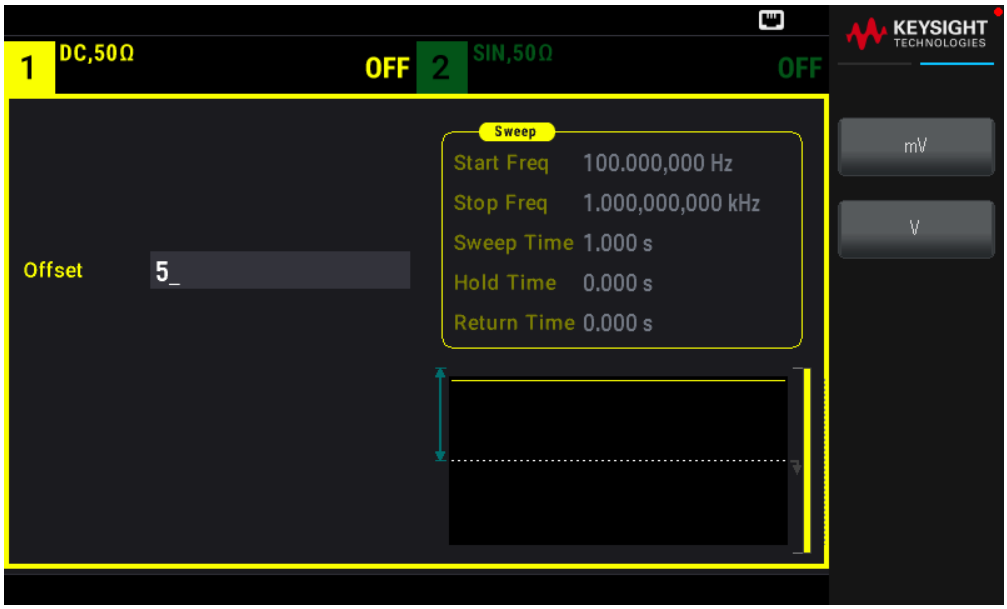
– 임의 파형 제한: 임의 파형에 파형 데이터 요소가 출력 DAC(디지털-아날로그 변환기)의 전체 범위까지 연결되지 않으면 진폭이 제한됩니다. 예를 들어 내장 "싱크" 파형은 전체 값 범위를 사용하지는 않으므로 최대 진폭이 6.087Vpp(50Ω)로 제한됩니다.

– 하이 레벨 및 로우 레벨을 설정해도 파형 진폭 및 오프셋이 설정됩니다. 예를 들어 하이 레벨을 +2V로, 로우 레벨을 -3V로 설정하면 결과 진폭이 5Vpp(오프셋 -500mV)가 됩니다.

– DC 전압 레벨을 출력하려면 DC 전압 기능(FUNCtion DC)을 선택한 후 오프셋 전압(VOLTage:OFFSet)을 설정합니다. 사용 가능한 값은 ±5VDC(50Ω으로 입력 시) 또는 ±10VDC(개방 회로로 입력 시)입니다. 계측기가 DC 모드이면 진폭을 설정해도 아무런 변화가 없습니다.

전면 패널 작동

[Waveform] > MORE 1/2 > DC > Offset을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

출력 단위

출력 진폭에 한해 적용됩니다.

– 출력 단위: Vpp(기본값), Vrms 또는 dBm.

– 설정은 휘발성입니다.

– 단위 선택은 전면 패널 및 원격 인터페이스 작동에 모두 적용됩니다. 예를 들어 "VRMS"를 원격으로 선택하는 경우 전면 패널에서 단위가 "VRMS"로 표시됩니다.

– 출력 종단이 고임피던스로 설정된 경우에는 진폭 단위가 dBm일 수 없습니다. dBm을 계산하려면 제한된 부하 임피던스가 필요합니다. 이 경우 단위가 Vpp로 변환됩니다.

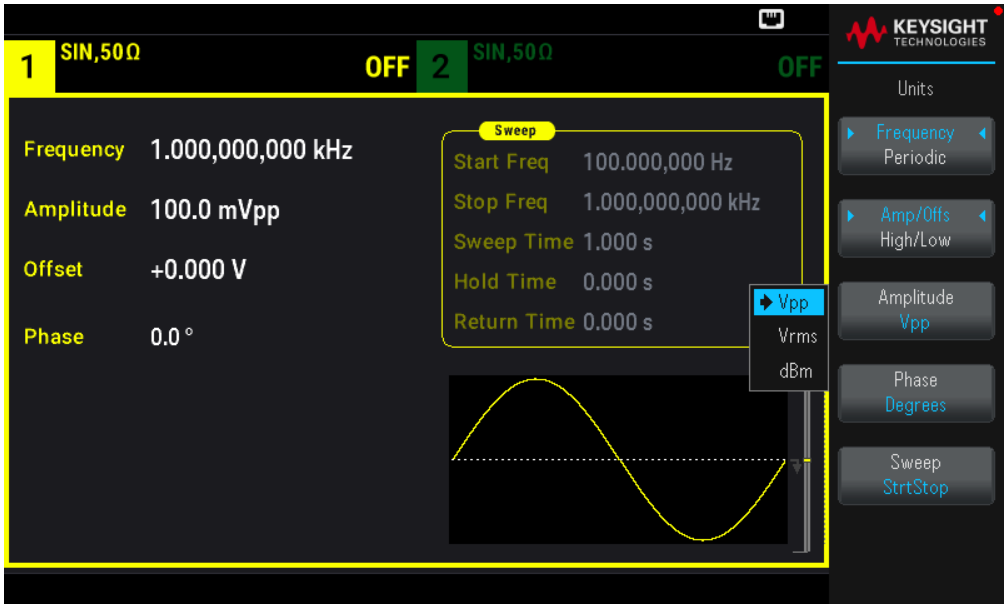
– 두 단위 사이를 변환할 수 있습니다. 예를 들어 2Vpp를 Vrms 단위의 동등한 값으로 변환하려면 다음과 같이 하십시오.

[Units] > Amplitude Vpp > Amplitude Vrms를 누릅니다.

변환된 값은 사인파의 경우 707.1mVrms입니다.

전면 패널 작동

[Units] > Amplitude를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
```

출력 종단

계측기의 전면 패널 채널 커넥터에는 50Ω의 고정된 일련의 출력 임피던스가 있습니다. 실제 부하 임피던스가 지정된 값과 다르다면, 표시되는 진폭과 오프셋 레벨이 정확하지 않게 됩니다. 로드 임피던스 설정을 사용하면 표시된 전압과 예상된 로드가 일치하도록 할 수 있습니다.

– 출력 종단: 1Ω ~ 10kΩ 또는 무한이며 기본값은 50Ω입니다.

50Ω 종단을 지정했지만 실제로 개방 회로로 종단되는 경우 출력은 지정한 값의 2배가 됩니다. 예를 들어, DC 오프셋을 100mVDC로 설정(50Ω 로드로 지정)했지만 개방 회로로 종단되는 경우 실제 오프셋은 200mVDC가 됩니다.

– 출력 종단 설정을 변경하면 표시된 출력 진폭 및 오프셋을 조정합니다(오류가 생성되지 않음). 진폭이 10Vpp이고 출력 종단 설정을 50Ω에서 "고임피던스"(OUTPut[1|2]:LOAD INF)로 변경하면 표시되는 진폭이 최대 20Vpp 이내에서 2배가 됩니다. 반대로 "고임피던스"에서 50Ω으로 변경하면 표시되는 진폭이 절반으

로 떨어집니다. 출력 종단 설정은 실제 출력 전압에는 영향을 주지 않으며 표시되는 값과 원격 인터페이스에서 쿼리한 값만 변경합니다. 실제 출력 전압은 연결된 로드에 따라 달라집니다.

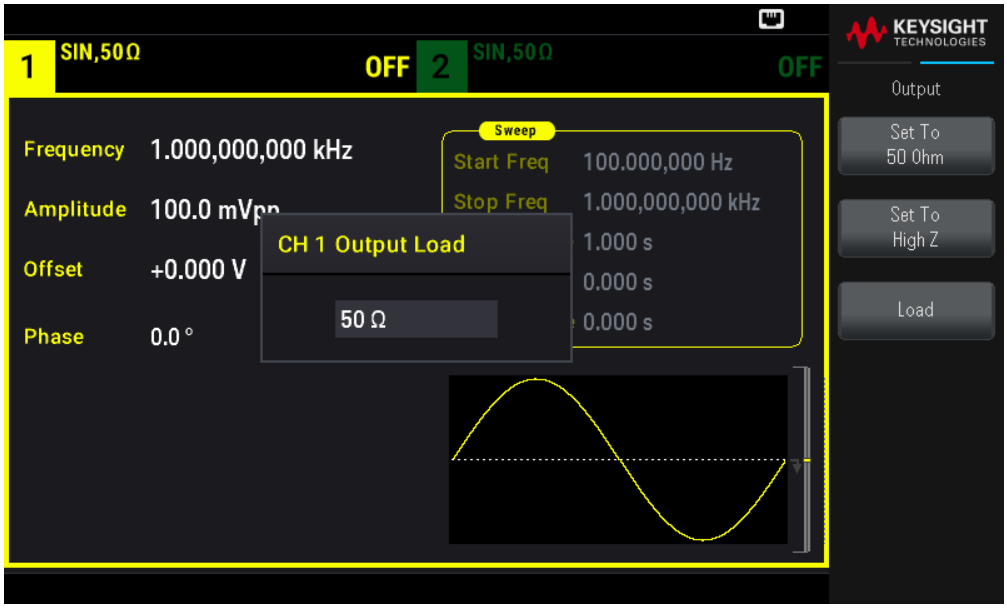
참고 출력 부하가 고속 전환으로 펄스 또는 다른 기능에 대한 신호 품질에 영향을 미칠 수 있습니다. 하이 로드 저항은 변동을 생성할 수 있습니다.

– 출력 종단이 고임피던스인 경우 단위가 Vpp로 변환됩니다.

– 계측기는 제한이 적용되는 종단 설정을 알 수 없으므로 전압 제한이 활성화된 상태로는 출력 종단을 변경할 수 없습니다. 이 경우에는 전압 제한을 비활성화하고 새 터미네이션 값을 설정한 다음 전압 제한을 조정하고 전압 제한을 다시 활성화하십시오.

전면 패널 작동

Channel [Setup] > Output > Load를 누릅니다.



SCPI 명령

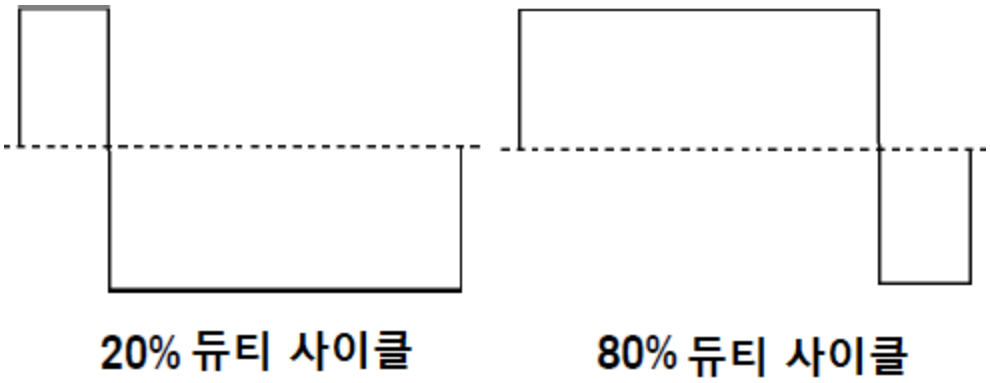
```
OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

듀티 사이클(사각파)

사각 파형의 듀티 사이클은 파형이 하이 레벨일 때(파형이 반전되지 않은 것으로 가정)의 사이클당 시간 비율입니다. (펄스 듀티 사이클 세부 정보에 대해서는 펄스 파형을 참조하십시오.)

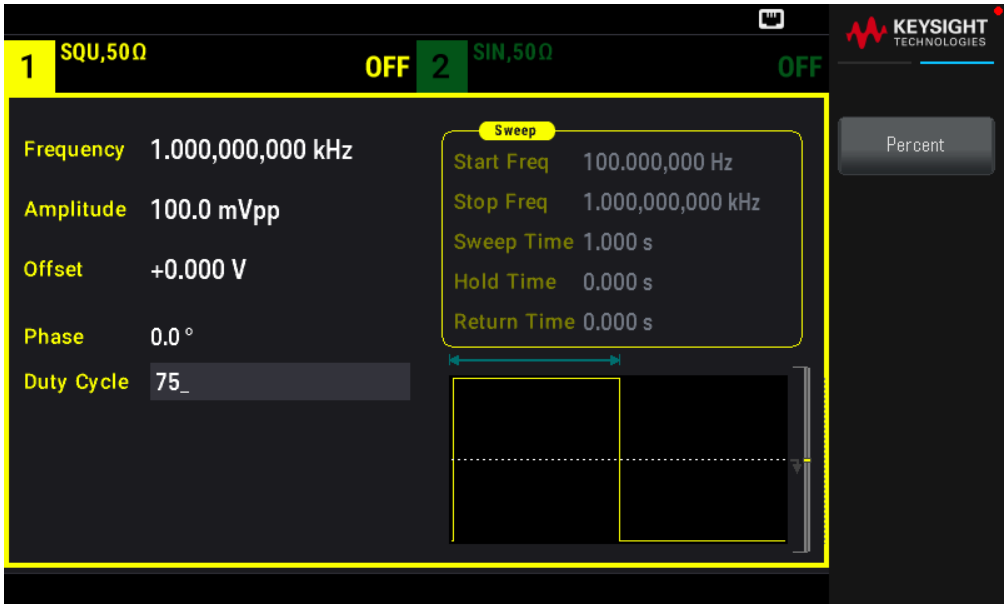
- 듀티 사이클: 낮은 주파수에서 0.01%~99.99%, 높은 주파수에서는 범위가 감소합니다. 휘발성 메모리에 저장되며 기본값은 50%입니다.

– 이 설정은 다른 기능으로 변경될 때 저장됩니다. 변조 사각 파형에는 항상 50%의 듀티 사이클이 사용됩니다. 듀티 사이클 설정은 사각 파형 반송파에만 적용됩니다.



전면 패널 작동

[Waveform] > Square > Duty Cycle을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 변경 사항을 확인합니다.



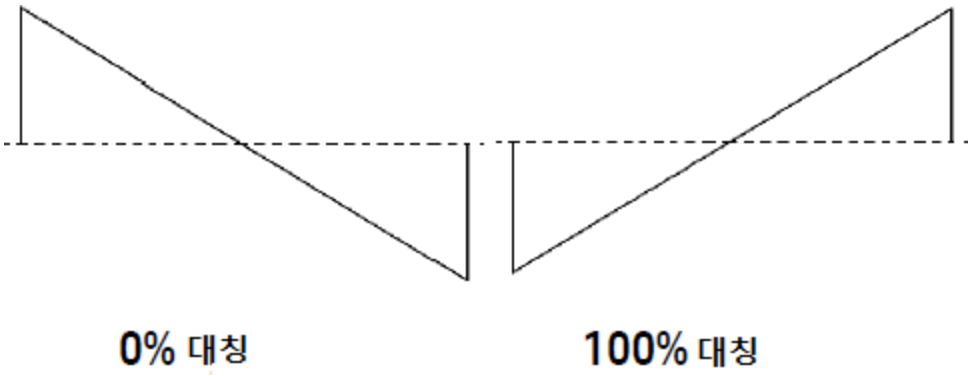
SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:SQUare:DCYCle {<percent>|MINimum|MAXimum}
```

APPLy 명령은 듀티 사이클을 50%로 설정합니다.

대칭(램프 파형)

램프 파형에 한해 적용됩니다. 대칭은 램프파가 상승하는 각 주기의 부분을 나타냅니다(파형이 반전되지 않음을 전제로 함).

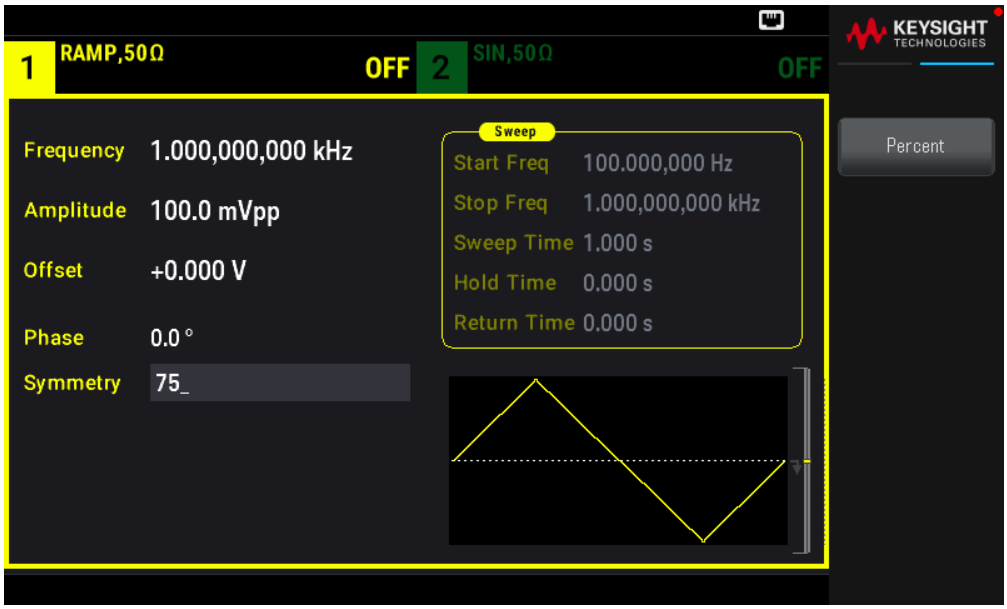


– 대칭(기본값)은 휘발성 메모리에 저장되며 다른 파형 간을 변경할 때 저장됩니다.

– 램프가 AM, FM, PM 또는 PWM에 대한 변조 파형이면 대칭 설정이 적용되지 않습니다.

전면 패널 작동

[Waveform] > Ramp > Symmetry를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 변경 사항을 확인합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:RAMP:SYMMetry {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

APPLy 명령은 대칭을 100%로 설정합니다.

전압 범위 자동 조정

범위 자동 조정은 기본적으로 활성화되며 계측기는 최적의 감쇠기 설정을 선택합니다. 범위 자동 조정이 비활성화되면 계측기에서는 현재 감쇠기 설정을 사용하며 감쇠기 릴레이를 스위칭하지 않습니다.

– 진폭을 변경하면서 감쇠기 전환으로 인한 순간적인 중단을 제거하기 위해 자동 범위 지정을 비활성화할 수 있습니다. 그러나 이 경우 다음 사항에 유의해야 합니다.

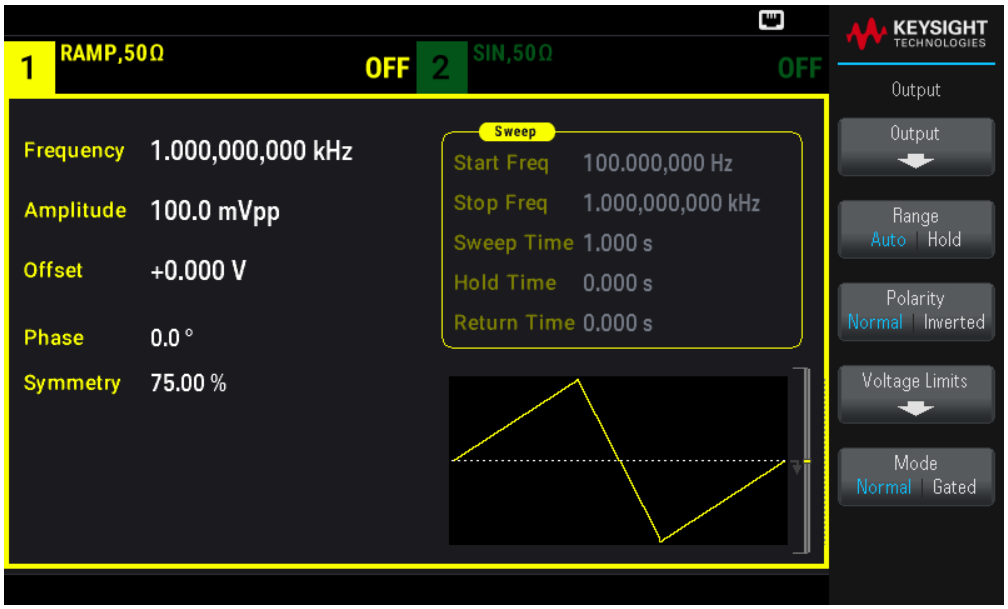
– 진폭 및 오프셋 정확도와 분해능(및 파형 충실도)은 자동 범위 지정을 켠 상태에서 발생하는 범위 변경 미만으로 진폭을 줄일 때 좋지 않은 영향을 받을 수 있습니다.

– 자동 범위 지정을 켜면 최소 진폭에 도달하지 못할 수 있습니다.

– 자동 범위 지정을 끄면 일부 계측기 사양이 적용되지 않습니다.

전면 패널 작동

채널 [Setup] > Range Auto | Hold 또는 Range Auto | Hold를 누릅니다.



SCPI 명령

`[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|0|ON|1|ONCE}`

APPLy 명령은 자동 범위 지정을 항상 활성화합니다.

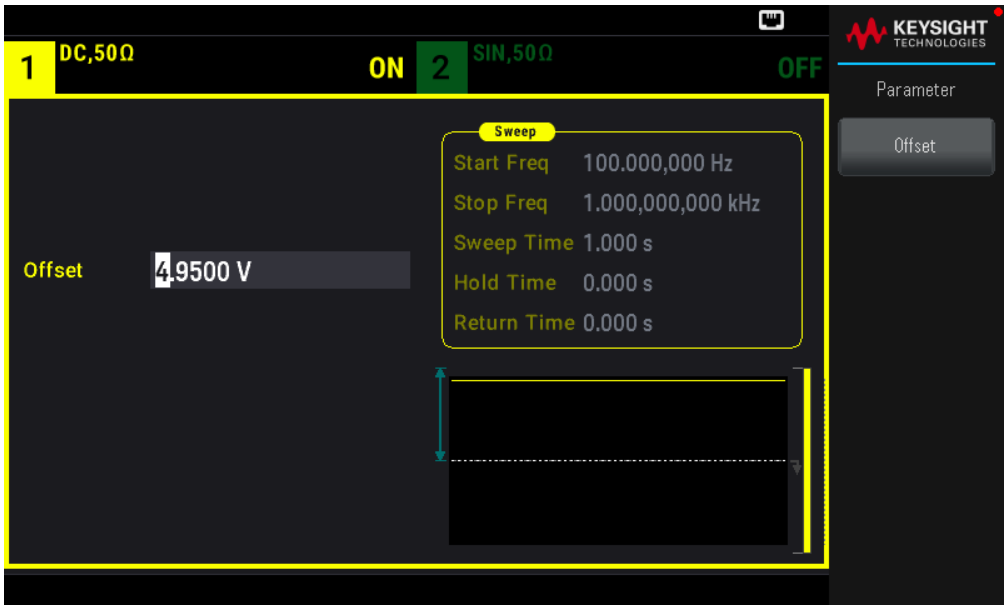
출력 컨트롤

기본적으로 전원이 켜지면 다른 장비를 보호할 수 있도록 채널 출력이 비활성화됩니다. 채널 출력을 활성화하려면 아래 내용을 참조하십시오. 채널 출력을 활성화하면 해당 채널 버튼에 불이 켜집니다.

외부 회로에서 채널 출력 커넥터에 과도한 전압을 적용하면 계측기에서 오류 메시지가 생성되며 출력이 비활성화됩니다. 출력을 다시 활성화하려면 오버로드를 제거하고 채널을 다시 켜십시오.

전면 패널 작동

채널 [On/Off]를 누릅니다.



SCPI 명령

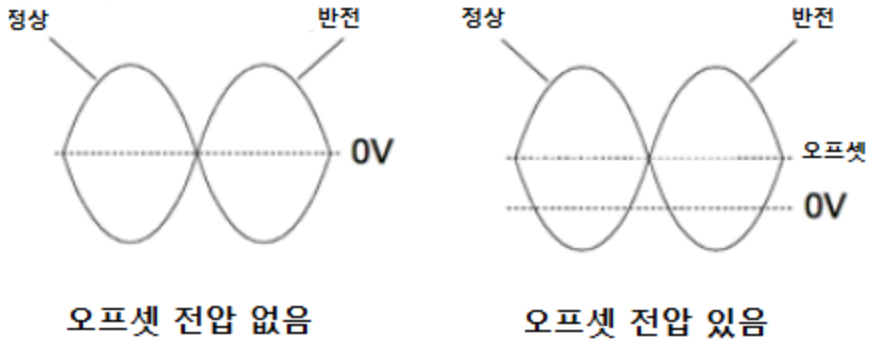
```
OUTPut[1|2] {ON|1|OFF|0}
```

APPLy 명령은 채널 출력 커넥터를 항상 활성화합니다.

파형 극성

일반 모드(기본값)에서는 파형이 사이클 시작 부분에서 양으로 이동합니다. 반전된 모드에서는 파형이 반대로 이동합니다.

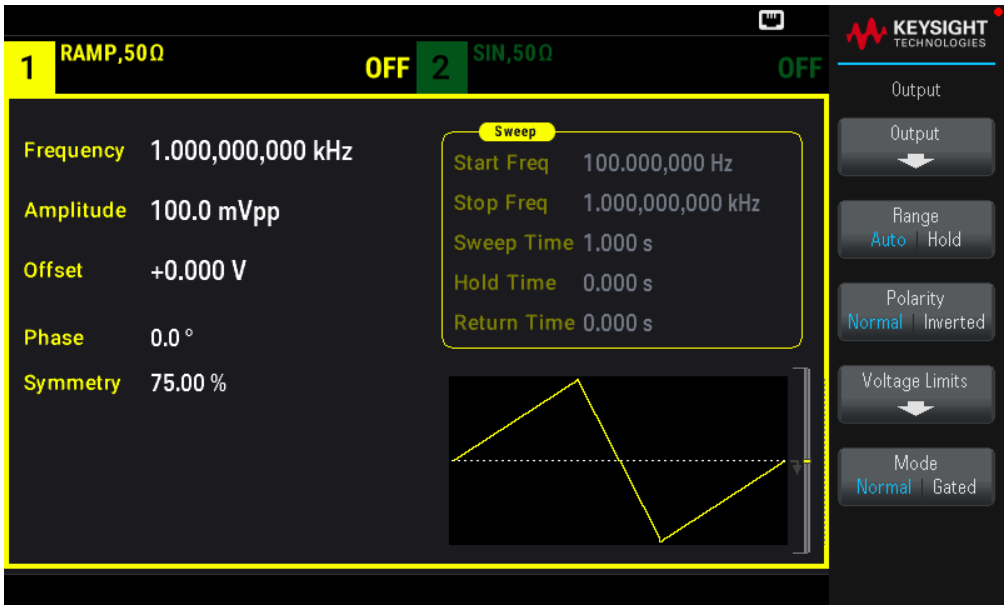
– 아래에 표시되는 것처럼 파형은 오프셋 전압에 상대적으로 반전됩니다. 파형이 반전되어도 오프셋 전압은 변경되지 않은 상태로 유지됩니다.



– 반전된 파형과 연관된 동기 신호는 반전되지 않습니다.

전면 패널 작동

[Setup] > Polarity Normal | Inverted 또는 Polarity Normal | Inverted를 누릅니다.



SCPI 명령

```
OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}
```

동기 출력 신호

동기 출력은 전면 패널 동기화 커넥터에 제공됩니다. 모든 표준 출력 기능(DC 및 노이즈 제외)에 관련 동기 신호가 연결됩니다. 동기 신호를 출력하지 않으려는 경우에는 동기화 커넥터를 비활성화할 수 있습니다. 동기 신호는 2 채널 계측기에서 출력 채널 중 어느 한쪽으로부터 발생될 수 있습니다.

일반 동작

– 기본적으로 동기 신호는 채널 1에서 파생된 후 동기 커넥터로 라우팅됩니다(활성화됨).

– 동기 신호가 비활성화되면 동기화 커넥터의 출력 레벨이 "로우" 로직에 있습니다.

– 동기 신호의 극성은 OUTPut:SYNC:POLarity {INVerted|NORMal}로 지정됩니다.

– 파형을 반전해도(파형 극성 참조), 연관된 동기 신호는 반전되지 않습니다.

– 사인, 펄스, 램프, 사각 및 삼각파의 경우 동기 신호는 사이클의 처음 절반에서 "하이"이고 나머지 절반에서 "로우"인 사각파입니다. 부하 임피던스가 1kΩ을 초과할 경우 동기 신호의 전압은 TTL에 호환됩니다.

– 임의 파형에서 파형의 처음에서 동기 신호는 상승하고, 임의 파형 중간에서는 하강합니다. MARKer:POINt를 사용하여 동기 신호가 "로우"로 전환되는 임의 파형 내의 포인트를 지정함으로써 이 기본 동작을 재정의할 수 있습니다.

변조

– 내부 변조 AM, FM, PM 및 PWM의 경우 동기 신호는 일반적으로 변조파(반송파 아님)로 참조되고 50% 듀티 사이클을 사용하는 사각파입니다. 동기 신호는 변조파의 처음 절반 동안 TTL "하이"입니다. 내부 변조를 사용하여 변조할 경우 동기 신호를 설정하여 명령 OUTPut:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKer}을 사용하여 반송파 파형에 따라 동기 신호를 설정할 수 있습니다.

– 동기화가 항상 반송파 파형을 따르도록 일반 동기화를 재지정할 수 있습니다(OUTPut[1|2]:SYNC:MODE CARRier).

– FSK의 경우 동기 신호가 FSK 속도로 참조됩니다. 동기 신호는 “홉” 주파수로의 전환 시 TTL "하이"입니다.

스위프

– 동기 신호는 스위프 맨 처음에서 TTL "하이"이고, 스위프 중간 지점에서는 "로우”가 됩니다. 동기 신호는 스위프와 동기화되지만, 타이밍에 재준비 시간이 포함되므로 스위프 시간과 같지는 않습니다.

– 마커 On 상태의 주파수 스위프에서 동기 신호는 스위프 맨 처음에서 TTL "하이"이고, 마커 주파수에서 "로우”가 됩니다. OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKER를 사용하여 변경할 수 있습니다.

버스트

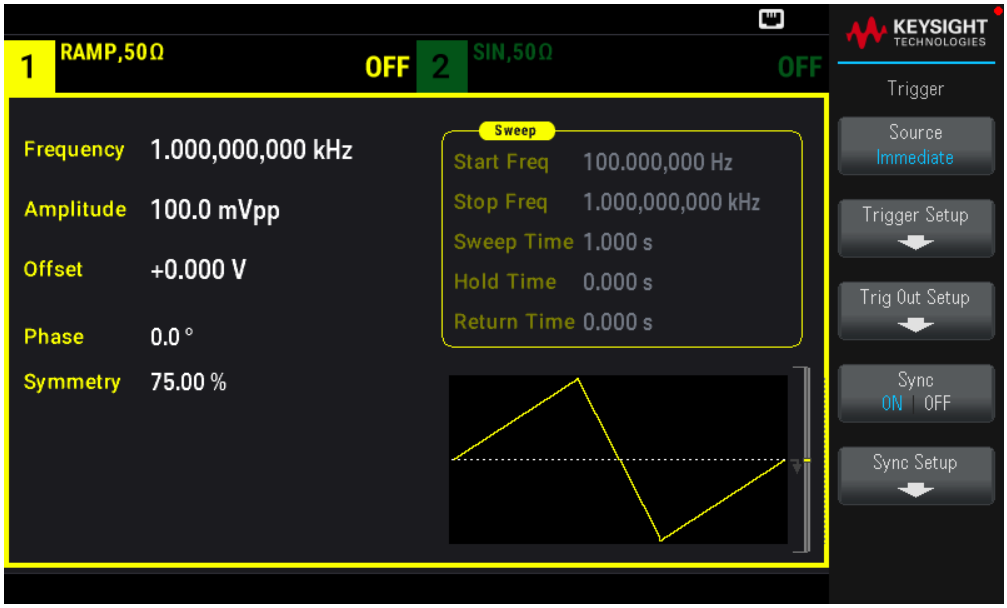
– 트리거된 버스트의 경우 동기 신호는 버스트가 시작될 때 TTL "하이"입니다. 동기 신호가 지정된 사이클 수의 끝에서 TTL "로우"입니다(파형에 연관된 시작 위상이 있는 경우 부호 변환점이 아닐 수 있음). 무한 카운트 버스트의 경우 동기 신호는 연속 파형에 대해 동일합니다.

– 외부 게이트 버스트의 경우 동기 신호는 외부 게이트 신호를 따릅니다. 하지만 신호는 마지막 사이클이 종료될 때까지 TTL "로우"가 되지 않습니다(파형에 연결된 시작 위상이 있을 경우 제로 크로싱이 아닐 수도 있음).

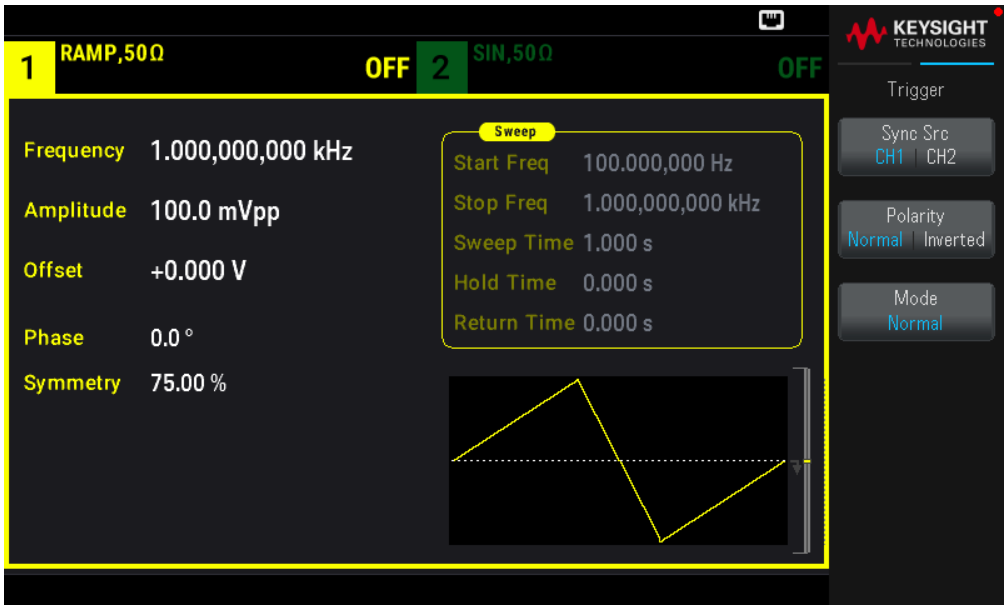
동기 출력 구성

전면 패널 작동

동기를 끄거나 끄려면 [Trigger] > Sync ON | OFF 또는 Sync ON | OFF를 누릅니다.



동기화를 구성하려면 [Trigger] > Sync Setup을 누릅니다.

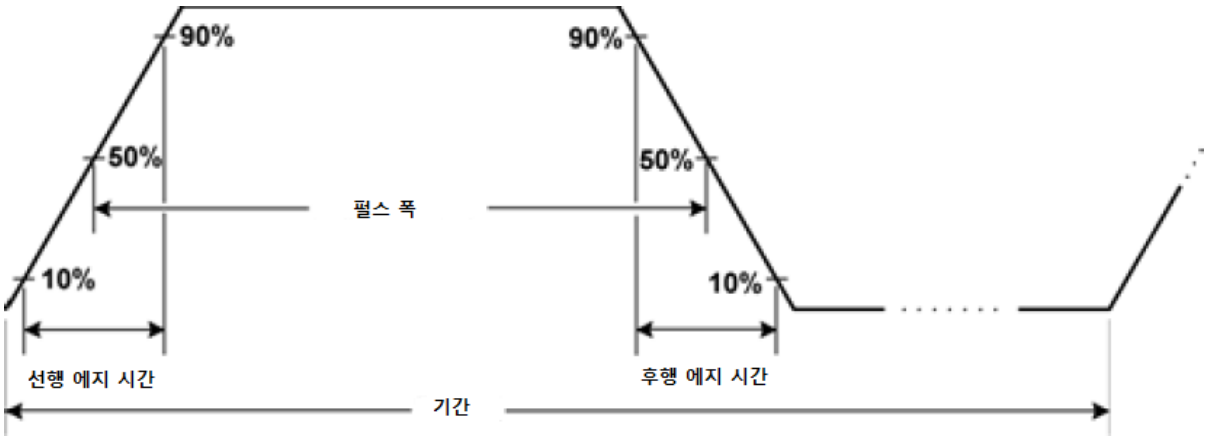


SCPI 명령

```
OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}
OUTPut[1|2]:SYNC:MODE {NORMal|CARRier|MARKer}
OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMal|INVerted}
OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}
```

펄스 파형

아래 그림과 같이, 펄스 또는 사각파는 주기, 펄스 폭, 상승 에지 및 하강 에지로 이루어집니다.

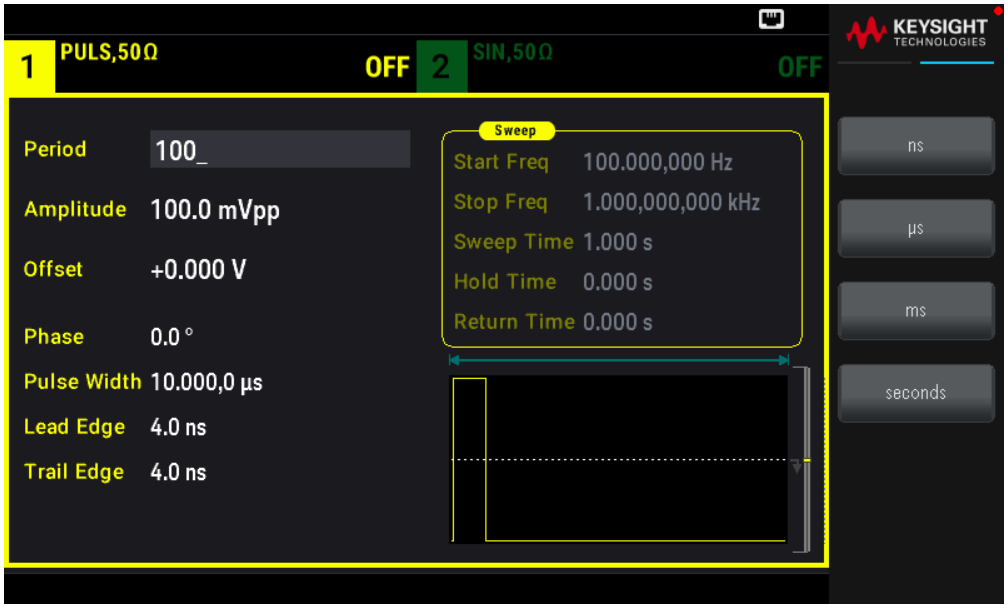


주기

- 주기: 최대 주파수의 역수에서 1,000,000s까지입니다. 기본값은 1ms입니다.
- 계측기는 지정된 주기를 수용해야 할 경우 펄스 폭 및 에지 시간을 조정합니다.

전면 패널 작동

1. 다음과 같이 펄스 파형을 선택합니다. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. 주파수 대신 주기를 선택합니다. [Units] > Frequency Periodic > Frequency Periodic을 누릅니다.
3. 주기를 설정합니다. [Parameter] > Period를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

펄스 폭

펄스 폭은 펄스 상승 에지 중 50% 임계값에서 바로 다음 하강 에지의 50% 임계값까지의 시간입니다.

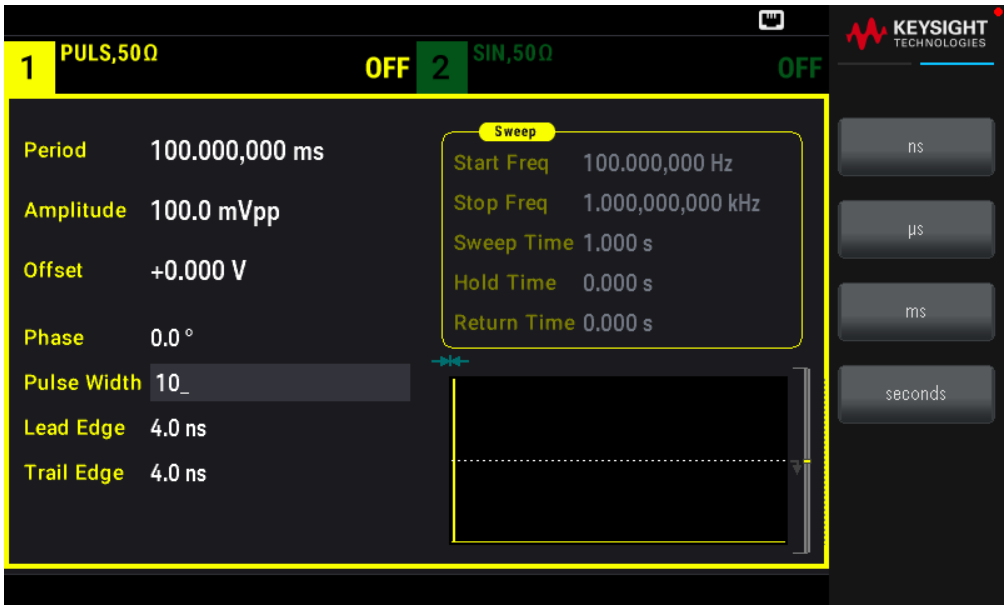
– 펄스 폭: 최대 1,000,000s(아래 제한 사항 참조) 기본 펄스 폭은 100µs입니다. 최소 펄스 폭은 16ns입니다.

- 지정한 펄스 폭은 주기와 최소 펄스 폭 간의 차보다도 작아야 합니다.

- 계측기는 지정된 주기에 맞도록 펄스 폭을 조정합니다.

전면 패널 작동

[Waveform] > Pulse > Pulse Width를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

펄스 듀티 사이클

펄스 듀티 사이클은 다음과 같이 정의합니다.

듀티 사이클 = 100(펄스 폭)/주기

펄스 폭은 펄스 상승 에지 중 50% 임계값에서 바로 다음 하강 에지의 50% 임계값까지의 시간입니다.

- 펄스 듀티 사이클: 0.01% ~ 99.99%(아래 제한 사항 참조) 기본값은 10%입니다.

- 펄스 듀티 사이클은 최소 펄스 폭(Wmin)으로 규정한 아래 제한사항에 부합해야 합니다.

계측기는 지정한 주기를 수용할 수 있도록 펄스 듀티 시이클을 조절합니다.

듀티 사이클 > 100(최소 펄스 폭)/주기

및

듀티 사이클 < 100(1-(최소 펄스 폭/주기))

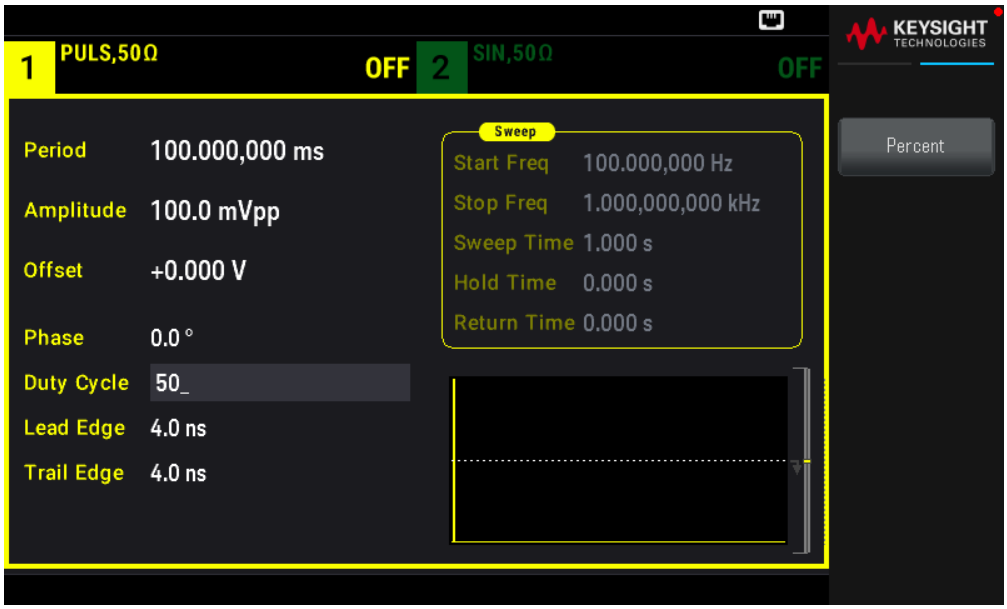
최소 펄스 폭은 16ns입니다.

– 에지가 길수록 최소 펄스 폭은 더 커집니다. 따라서 에지가 길면 짧은 에지보다 듀티 사이클이 제한됩니다.

전면 패널 작동

1. 다음과 같이 펄스 기능을 선택합니다. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. 듀티 사이클로 전환합니다. [Units] > Width Duty Cyc > Width Duty Cyc를 누릅니다.

3. 다음과 같이 듀티 사이클을 입력합니다. [Parameter] > Duty Cycle을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:DCYCle {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

에지 시간

에지 시간은 펄스의 선행 및 후행 에지에 대해 개별적으로 또는 함께 전환 시간을 설정합니다. 에지 시간은 10%~90% 임계값 사이의 시간을 나타냅니다.

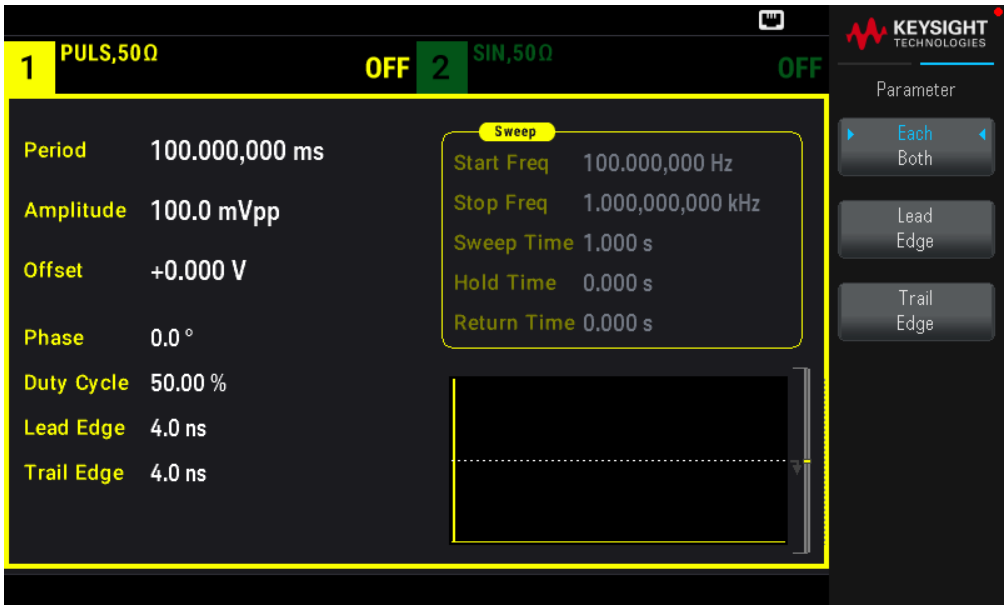
- 에지 시간: 최솟값은 8.4ns입니다. 최댓값은 1µs이고 기본값은 10ns입니다.

– 지정된 에지 시간은 위에 표시된 것처럼 지정된 펄스를 벗어나지 않아야 합니다. 계측기는 지정한 펄스 폭을 수용할 수 있도록 에지 시간을 조절합니다.

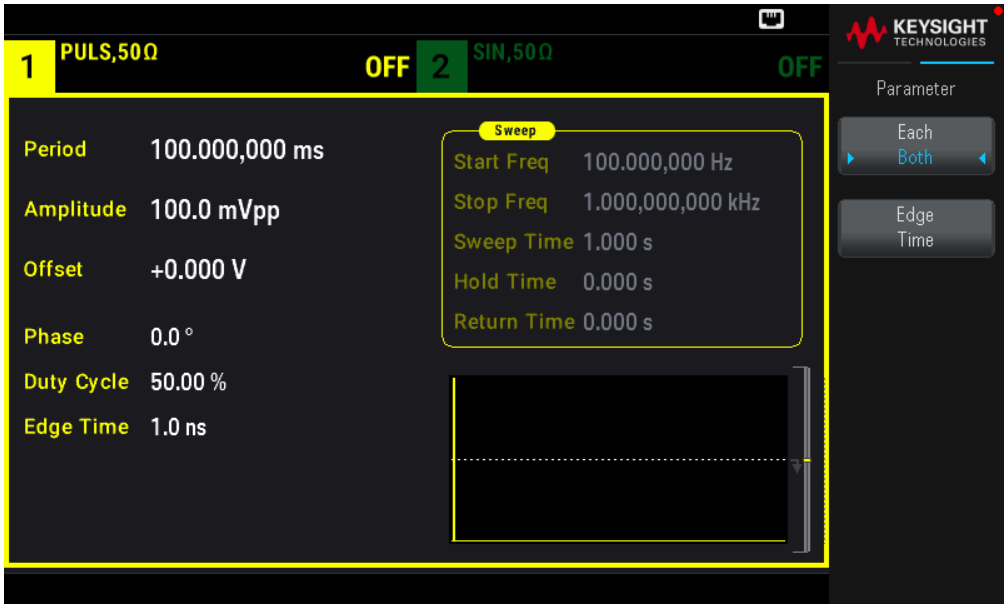
전면 패널 작동

1. 펄스 에지의 전환 시간을 별도로 설정하려면 [Waveform] > Pulse > Edge > Each Both를 누릅니다.
2. Lead Edge를 눌러 펄스의 선행 에지에 대한 전환 시간을 설정합니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.

3. Trail Edge를 눌러 펄스의 후행 에지에 대한 전환 시간을 설정합니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



1. 펄스 에지의 전환 시간을 함께 설정하려면 [Waveform] > Pulse > Edge > Each Both를 누릅니다.
2. Edge Time을 눌러 펄스 선행 및 후행 에지에 대한 전환 시간을 설정합니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANsition:LEADing{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANsition:TRAiling
{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANsition[:BOTH]{<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

AM(진폭 변조) 및 FM(주파수 변조)

변조된 파형은 반송파 및 변조 파형으로 구성됩니다. AM에서 반송파의 진폭은 변조파의 전압 레벨에 따라 달라집니다. FM에서 반송파의 주파수는 변조파의 전압 레벨에 따라 달라집니다. 두 채널 계측기에서 한 채널은 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

다른 변조 파라미터를 설정하기 전에 AM 또는 FM을 선택합니다. 변조에 대한 자세한 내용은 변조를 참조하십시오.

AM 또는 FM 선택

- 이 계측기에서는 채널에서 하나의 변조 모드만 활성화할 수 있습니다. AM 또는 FM을 활성화하면 다른 모든 변조가 꺼집니다. 두 채널 모델에서 두 채널 변조는 서로 독립되어 있고 계측기는 두 채널에서 변조된 파형을 추가할 수 있습니다. 자세한 내용은 *EDU33210 시리즈 프로그래밍 안내서*에서 PHASe:SYNChronize 및 COMBine:FEED를 참조하십시오.

– 이 계측기에서는 AM 또는 FM에서 스위프 또는 버스트를 사용할 수 없습니다. AM 또는 FM을 활성화하면 스위프 및 버스트가 꺼집니다.

– 여러 파형 변경을 방지하려면 다른 변조 파라미터를 구성한 후에 변조를 활성화하십시오.

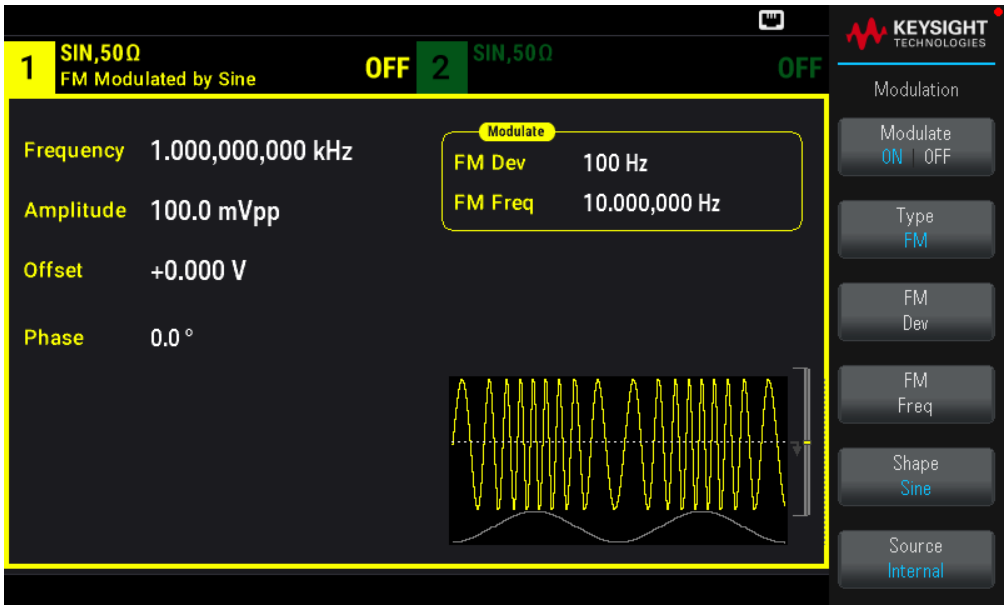
전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM을 누릅니다.

또는

[Modulate] > Type AM > Type FM을 누릅니다.

그런 후 변조를 켭니다. [Modulate] > Modulate ON | OFF > Modulate ON | OFF를 누릅니다.



파형은 현재 반송파를 사용하고 파형 설정을 변경하여 출력됩니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]AM:STATe{ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
```

반송파 형태

– AM 또는 FM 반송파 모양: 사인(기본값), 사각, 램프, 펄스, 삼각, 노이즈(AM 전용), PRBS 또는 임의 파형 반송파 파형에서는 DC를 사용할 수 없습니다.

– FM에서 반송파 주파수는 항상 주파수 편차보다 크거나 같아야 합니다. 편차를 반송파 주파수보다 크게 설정하면 계측기에서 편차를 반송파 주파수와 같게 설정합니다.

– 반송파 주파수+편차는 선택한 기능의 최대 주파수+100kHz를 초과할 수 없습니다. 편차를 유효하지 않은 값으로 설정하려고 하면 계측기는 현재 반송파 주파수에서 허용되는 최대값으로 조절합니다. 또한 원격 인터페이스는 "데이터가 범위를 벗어남" 오류를 생성합니다.

전면 패널 작동

[Waveform]을 누릅니다. 그런 후 파형 모양을 선택합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion <function>
```

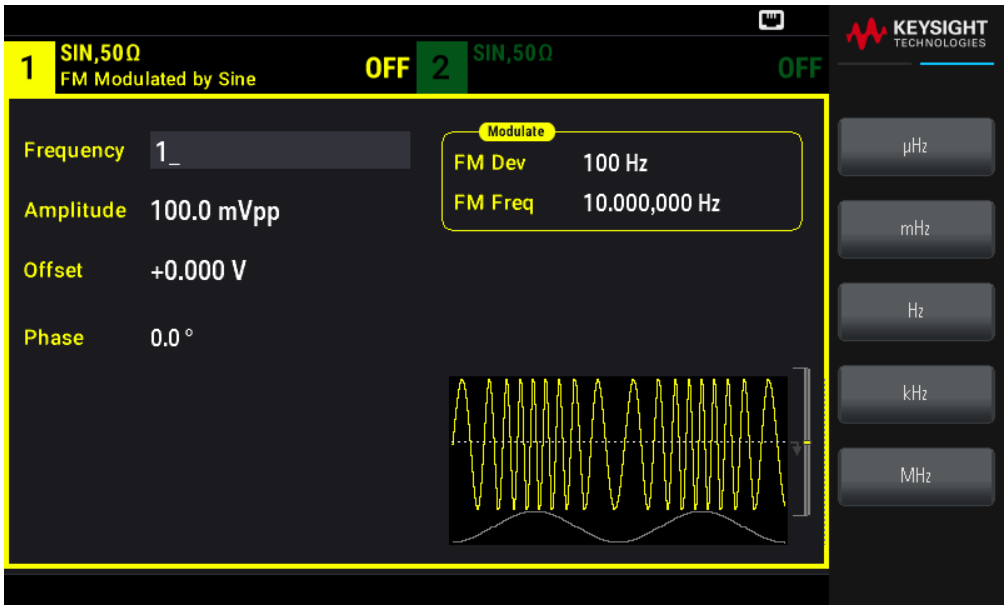
APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

반송파 주파수

최대 반송파 주파수는 여기에 표시된 것과 같은 기능, 모델 및 출력 전압에 따라 좌우됩니다. 기본값은 임의 파형 이외의 모든 기능에 대해 1kHz입니다. 또한 임의 파형 "주파수"는 FUNCtion:ARBitrary:SRATe 명령을 사용하여 설정됩니다.

전면 패널 작동

[Parameter] > Frequency를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

`[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

변조 파형 형태

2채널 계측기에서 한 채널로 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

노이즈로 노이즈를, PRBS로 PRBS를, 임의 파형을 임의 파형으로 변조할 수 없습니다.

변조파 모양(내부 소스)은 다음과 같을 수 있습니다.

- **사인**파
- **사각** 50% 듀티 사이클
- **삼각** 50% 대칭
- **UpRamp** 100% 대칭
- **DnRamp** 0% 대칭
- **노이즈**: 백색 가우시안 노이즈
- **PRBS**: 의사 임의 비트 시퀀스(다항식 PN7)
- **임의**: 임의 파형

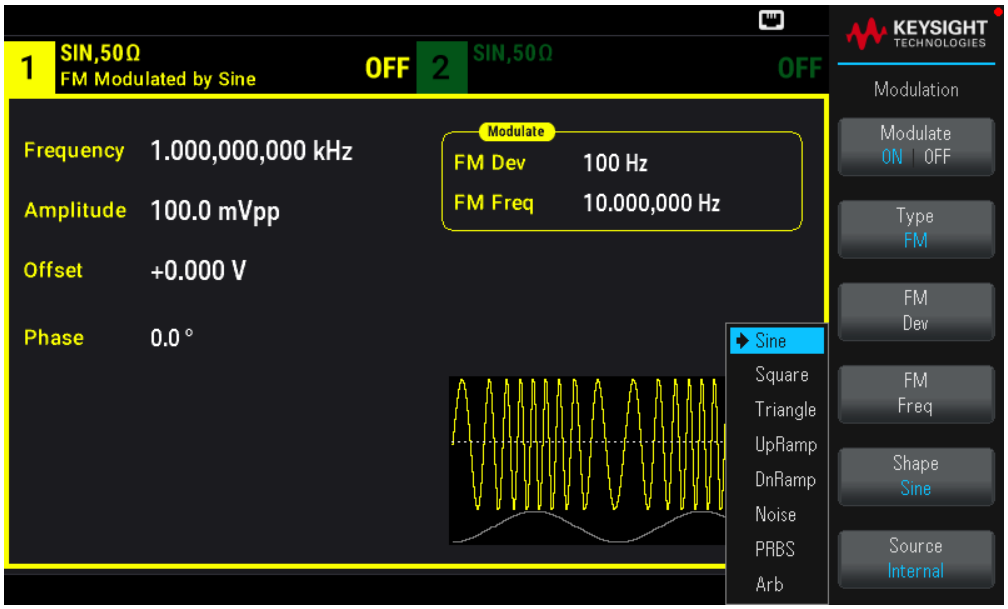
전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM을 누릅니다.

또는

[Modulate] > Type AM > Type FM을 누릅니다.

그런 후 변조 형태를 선택합니다. Shape을 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCtion <function>
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCtion <function>
```

변조 파형 주파수

변조 주파수(내부 소스): 최소값은 1µHz이고 최대값은 기능에 따라 다릅니다.

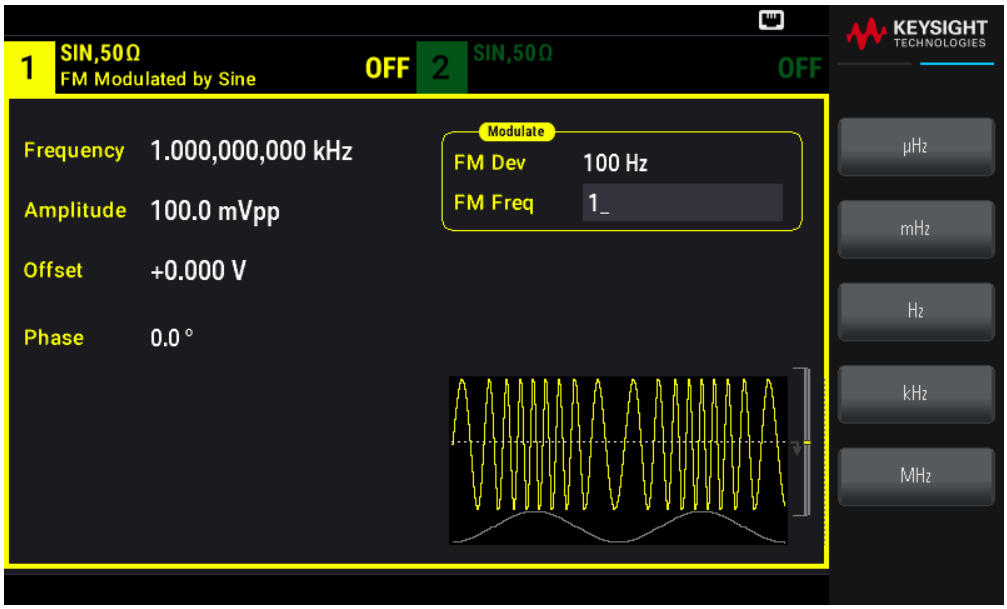
전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM > AM Freq를 누릅니다.

또는

[Modulate] > Type AM > Type FM > FM Freq를 누릅니다.

그런 후 노브 및 키패드를 사용하여 AM 또는 FM 주파수를 입력합니다. 키패드를 사용하는 경우 단위 접두사를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

```
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

변조 깊이(AM)

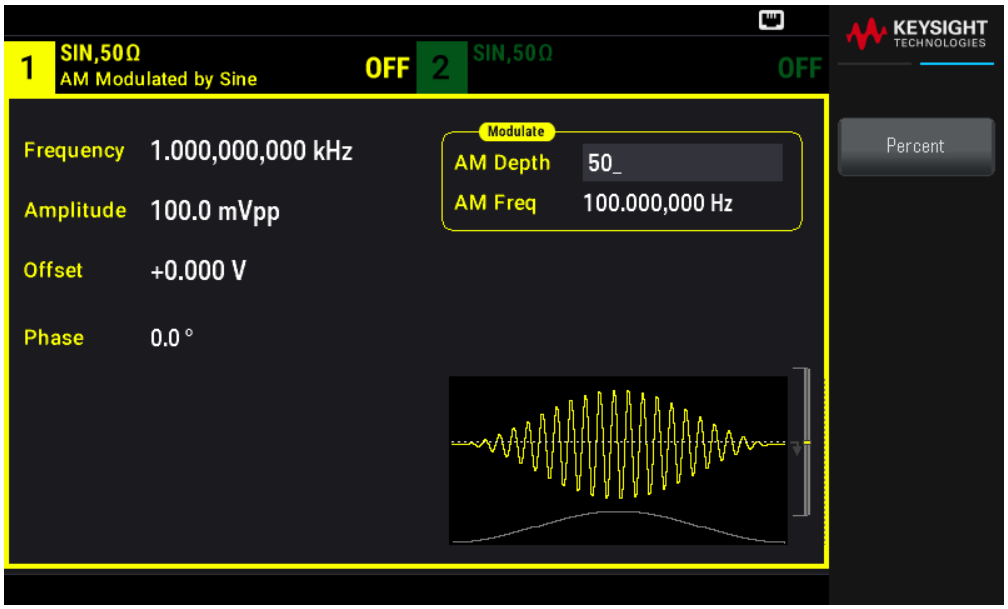
변조 깊이는 진폭 변화를 나타내는 백분율입니다. 0% 깊이에서 진폭은 반송파 진폭 설정의 절반입니다. 100% 깊이에서 진폭은 반송파 진폭의 0%~100% 범위에서 변조파에 따라 달라집니다.

- 변조 깊이: 0%~120%. 기본값은 100%입니다.

– 100% 깊이보다 더 큰 경우에도 계측기는 출력의 ±5 Vpeak를 초과하지 않습니다(50Ω 로드). 100%보다 큰 변조 깊이에 도달하려면 출력 반송파 진폭이 감소할 수 있습니다.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM > AM Depth를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 완료합니다.



SCPI 명령

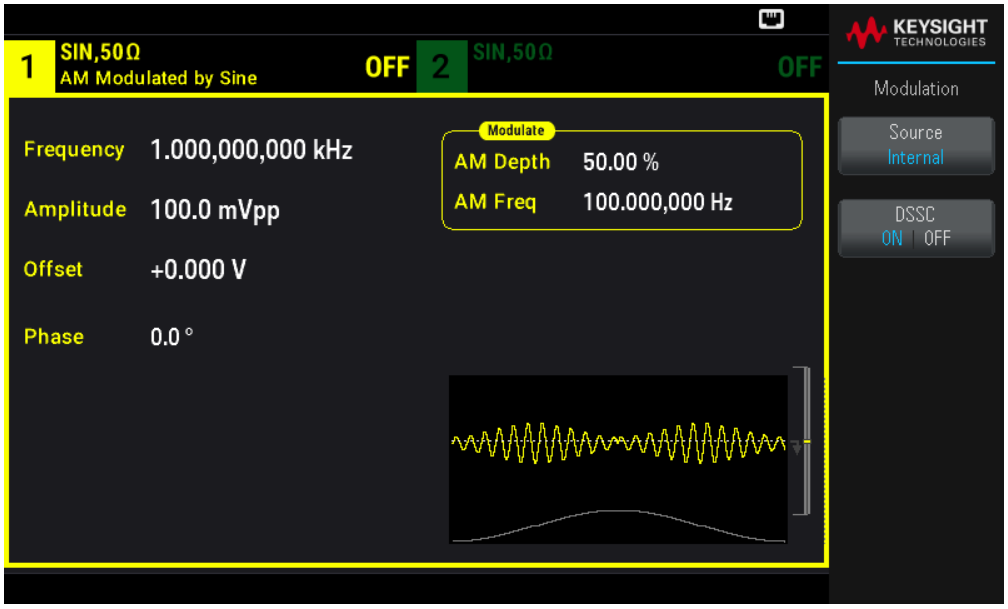
```
[SOURce[1|2]:]AM[:DEPTh] {<depth_in_percent>|MINimum|MAXimum}
```

DSSC(Double Sideband Suppressed Carrier) AM

계측기는 두 가지 형식의 진폭 변조인 "일반" 및 DSSC(Double Sideband Suppressed Carrier)를 지원합니다. DSSC에서 변조 신호의 진폭이 0보다 크지 않으면 반송파가 없습니다.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM > MORE 1 / 2 > DSCC ON | OFF > DSCC ON | OFF를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]AM:DSSC{ON|1|OFF|0}
```

주파수 편차(FM)

주파수 편차 설정은 반송파 주파수에서 변조된 파형의 주파수의 피크 변화를 나타냅니다.

반송파가 PRBS이면 주파수 편차로 인해 비트 레이트가 설정된 주파수의 절반으로 변경됩니다. 예를 들어, 10kHz 편차는 5KBPS의 비트 레이트 변경을 야기합니다.

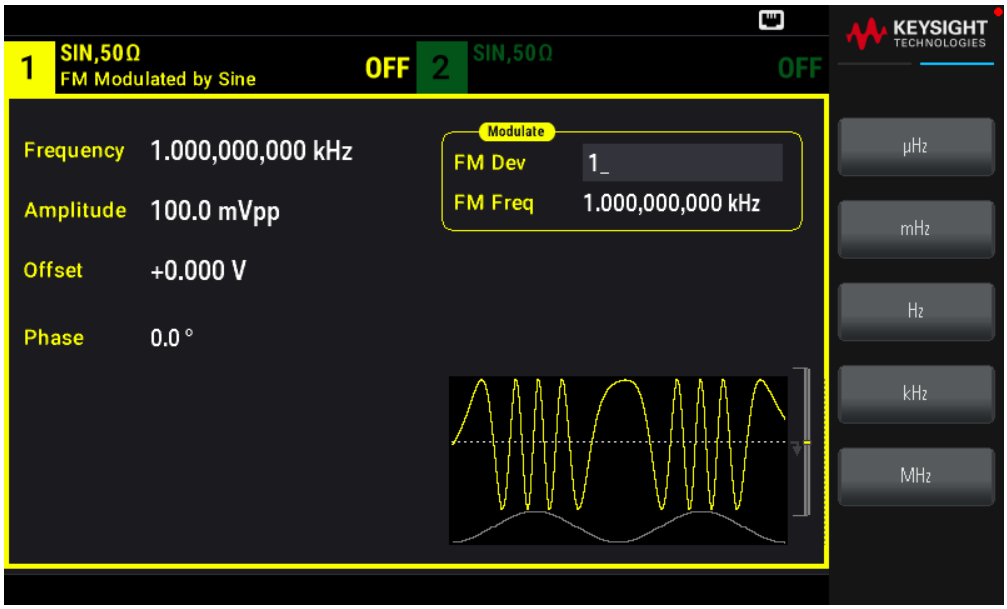
- 주파수 편차: 1μHz~(반송파 주파수)/2, 기본값 100Hz.

– FM에서 반송파 주파수는 항상 주파수 편차보다 크거나 같아야 합니다. 편차를 반송파 주파수보다 크게 설정하면 계측기에서 편차를 반송파 주파수와 같게 설정합니다.

– 반송파 주파수+편차는 선택한 기능의 최대 주파수+100kHz를 초과할 수 없습니다. 편차를 유효하지 않은 값으로 설정하려고 하면 계측기는 현재 반송파 주파수에서 허용되는 최대값으로 조절합니다. 또한 원격 인터페이스는 "데이터가 범위를 벗어남" 오류를 생성합니다.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type AM > Type FM > Freq Dev를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation] {<peak_deviation_in_Hz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

변조 소스

2채널 계측기에서 한 채널로 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

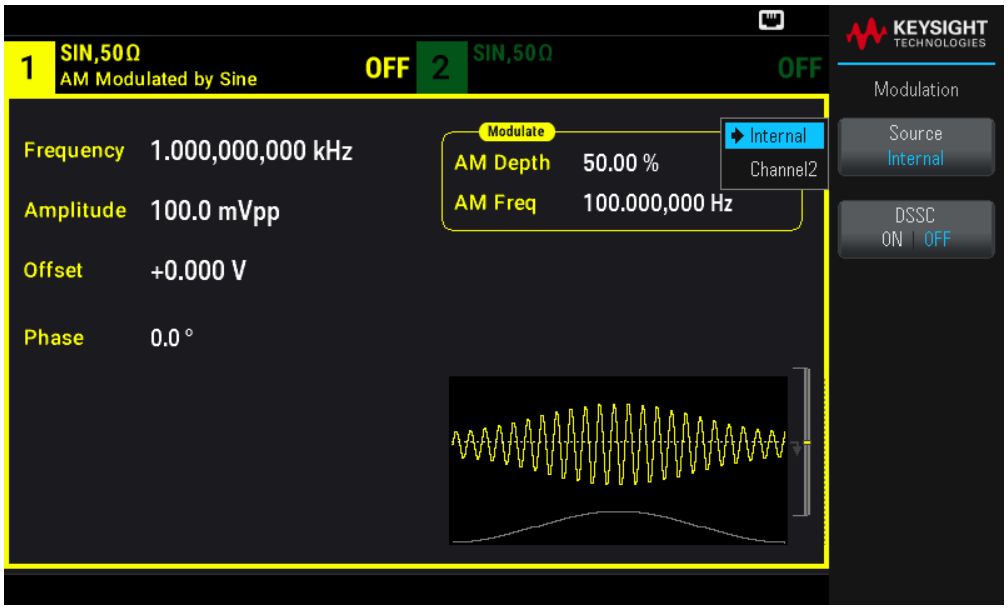
– 변조 소스: Internal(기본값) 또는 Channel#.

– AM 예: 변조 깊이가 100%이면 변조 신호가 +5V일 때 출력은 최대 진폭이 됩니다. 변조 신호가 -5V일 때 출력은 최소 진폭이 됩니다.

– FM 예: 편차가 10kHz이면 +5V 신호 레벨은 10kHz의 주파수 증가에 해당합니다. 외부 신호 레벨이 낮아지면 편차가 작아지며, 음의 신호 레벨은 주파수를 반송파 주파수 아래로 낮춥니다.

전면 패널 작동

Type AM 또는 Type FM을 활성화한 후에 표시된 것처럼 변조 소스를 선택합니다. MORE 1 / 2 > Source를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

PM(위상 변조)

변조된 파형은 반송파 및 변조 파형으로 구성됩니다. PM은 FM과 매우 비슷하지만 PM에서는 변조된 파형의 위상이 변조 파형의 순간 전압에 따라 달라집니다.

위상 변조의 기본 사항에 대한 자세한 내용은 변조를 참조하십시오.

위상 변조 선택

- 한 번에 하나의 변조 모드만 활성화할 수 있습니다. PM을 활성화하면 이전 변조 모드를 비활성화합니다.

– PM을 활성화하면 스위프 및 버스트가 꺼집니다.

전면판 작동

[Modulate] > Type AM > Type PM을 누릅니다.

파형은 현재 반송파를 사용하고 파형 설정을 변경하여 출력됩니다.

여러 파형의 변경을 방지하려면 다른 변조 파라미터를 구성한 후에 변조를 활성화하십시오.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
```

반송파 형태

PM 반송파 모양: 사인(기본값), 사각, 램프, 삼각, 펄스, PRBS 또는 임의 반송파 파형에서는 노이즈 또는 DC를 사용할 수 없습니다.

전면판 작동

[Waveform]을 누릅니다. 그런 후 Noise 또는 DC를 제외한 모든 파형을 선택합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion <function>
```

- APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

– 반송파가 임의 파형인 경우 변조는 임의 파형 샘플 세트로 정의되는 전체 사이클 대신 샘플 "클럭"에 영향을 미칩니다. 이때문에 임의 파형에 위상 변조를 적용하는 것이 제한됩니다.

반송파 주파수

최대 반송파 주파수는 여기에 표시된 것과 같은 기능, 모델 및 출력 전압에 따라 좌우됩니다. 기본값은 임의 파형 이외의 모든 기능에 대해 1kHz입니다. 반송파 주파수는 피크 변조 주파수의 20배보다 커야 합니다.

전면판 작동

AM Freq나 FM Freq 또는 다른 주파수 키를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

변조 파형 형태

변조파 모양은 다음과 같을 수 있습니다.

– **사인**파

– **사각** 50% 듀티 사이클

– **삼각** 50% 대칭

– **UpRamp** 100% 대칭

– **DnRamp** 0% 대칭

- **노이즈**: 백색 가우시안 노이즈

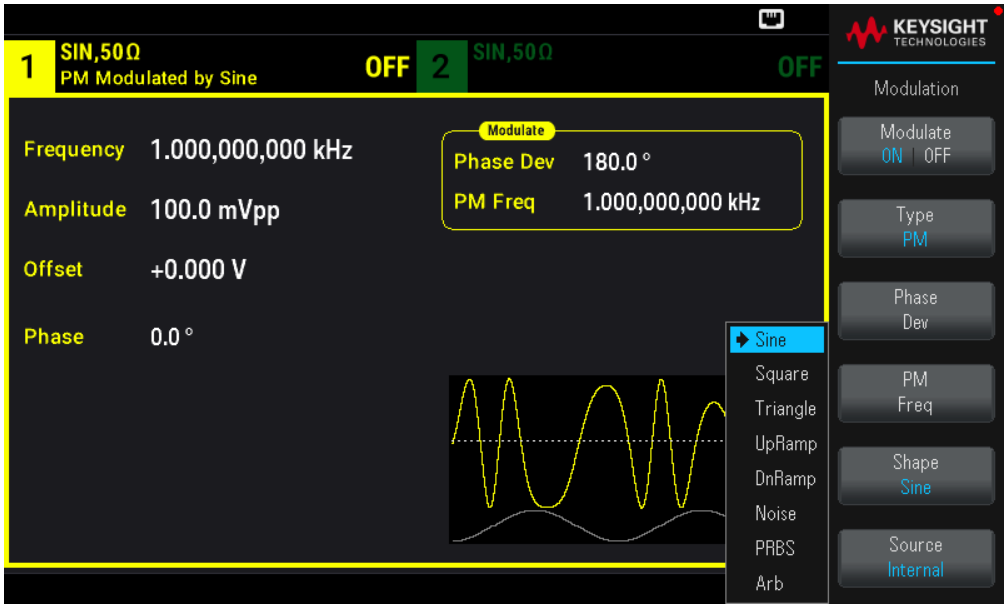
- PRBS: 의사 임의 비트 시퀀스(다항식 PN7)

- **임의**: 임의 파형

변조파 모양으로 노이즈를 사용할 수 있지만 반송파 파형으로 노이즈 또는 DC를 사용할 수 없습니다.

전면판 작동

[Modulate] > Type AM > Type PM > Shape Sine을 누릅니다.



SCPI 명령

```
SCPI:[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCtion <function>
```

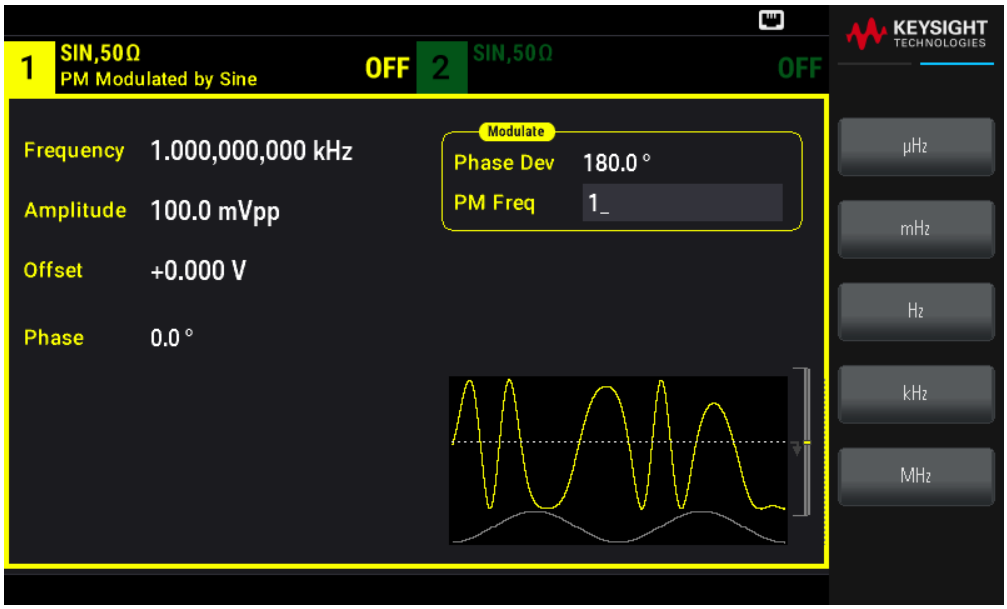
변조 파형 주파수

변조 주파수: 기본값 10Hz, 최소 1µHz, 최대값은 여기에 표시된 것처럼 모델, 기능 및 출력 전압에 따라 다릅니다.

전면판 작동

[Modulate] > Type AM > Type PM > PM Freq를 누릅니다.

그런 후 노브 및 키패드를 사용하여 변조파 주파수를 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
SCPI: [SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency{<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

위상 편차

위상 편차 설정은 반송파 파형에서 변조된 파형의 위상의 피크 변화를 나타냅니다. 위상 편차는 0초 ~ 360초 범위(기본값 180) 안에서 설정할 수 있습니다.

전면판 작동

[Modulate] > Type AM > Type PM > Phase Dev를 누릅니다.

그런 후 노브 및 키패드를 사용하여 위상 편차를 설정합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PM:DEViation {<deviation in degrees>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

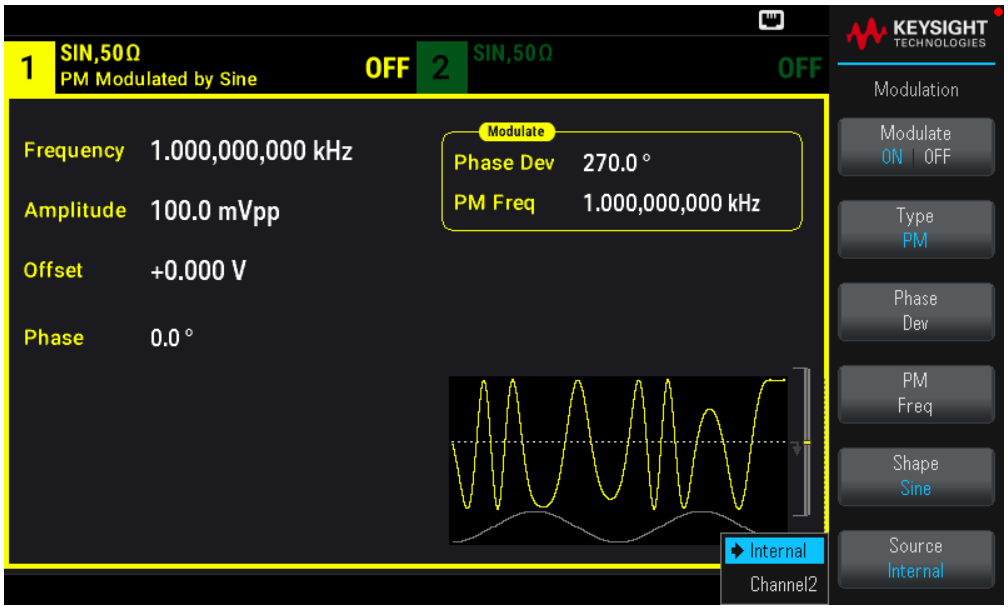
반송파가 임의 파형이면 편차가 샘플 클럭에 적용됩니다. 따라서 전체 임의 파형에 미치는 효과는 표준 파형에서 확인된 것보다 훨씬 더 작습니다. 감소 익스텐트는 임의 파형의 포인트 수에 따라 다릅니다.

변조 소스

변조 소스: Internal(기본값) 또는 Channel#.

전면판 작동

[Modulate] > Type AM > Type PM > Source를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

FSK(Frequency-Shift Keying) 변조

FSK 변조를 사용하여 출력 주파수를 두 개의 사전 설정 값("반송파 주파수" 및 "홉 주파수") 중에서 "전환"할 수 있습니다. 이러한 두 주파수 간에 출력이 편이하는 속도는 내부 속도 발생기 또는 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 신호 레벨에서 결정됩니다.

전면 패널을 사용한 FSK에 대한 자세한 내용은 전면 패널 메뉴 작동 - FSK 파형 출력을 참조하십시오.

FSK 변조를 선택하려면

- 한 번에 하나의 변조 모드만 활성화할 수 있습니다. FSK를 활성화하면 이전 변조 모드가 꺼집니다.

- 스위프 또는 버스트가 활성화되면 FSK를 활성화할 수 없습니다. FSK를 활성화하면 스위프 및 버스트가 꺼집니다.

- 여러 파형 변경을 방지하려면 다른 변조 파라미터를 구성한 후에 변조를 활성화하십시오.

SCPI 명령

```
FSKey:STATe {OFF|ON}
```

FSK 반송파 주파수

최대 반송파 주파수는 여기에 표시된 것과 같은 기능, 모델 및 출력 전압에 따라 좌우됩니다. 기본값은 임의 파형 이외의 모든 기능에 대해 1kHz입니다.

로직 로우가 있으면 반송파 주파수가 출력됩니다. 로직 하이가 있으면 홉 주파수가 출력됩니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

FSK "홉" 주파수

최대 대체("홉") 주파수는 기능에 따라 다릅니다. 기본값은 모든 기능에 대해 100Hz입니다. 내부 변조파는 50% 듀티 사이클 사각파입니다.

기능	최소 홉 주파수	최대 홉 주파수
사인	1μHz	20 MHz
사각	1μHz	10 MHz
램프/삼각	1μHz	200 kHz
펄스	1μHz	10 MHz

External 소스가 선택되면 출력 주파수가 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 신호 레벨에 따라 결정됩니다. 로직 로우가 있으면 반송파 주파수가 출력됩니다. 로직 하이가 있으면 홉 주파수가 출력됩니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

FSK 속도

FSK 속도는 내부 FSK 소스를 사용하여 반송파 주파수와 홉 주파수 간에 출력 주파수가 "변동"되는 속도를 나타냅니다.

– FSK 속도(내부 소스): 125μHz~1MHz, 기본값 10Hz.

– 외부 FSK 소스가 선택될 경우 FSK 속도는 무시됩니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE {<rate_in_Hz>|MINimum|MAXimum}
```

FSK 소스

Internal(기본값) 또는 External일 수 있습니다.

– Internal 소스가 선택되면 반송파 주파수와 홉 주파수 간에 출력 주파수가 "변동"되는 속도가 FSK 속도로 결정됩니다. 내부 변조파는 50% 듀티 사이클 사각파입니다.

- External 소스가 선택되면 출력 주파수가 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 신호 레벨에 따라 결정됩니다. 로직 로우가 나타내면 반송파 주파수가 출력입니다. 로직 하이가 있으면 홉 주파수가 출력됩니다.

– 외부에서 제어되는 FSK 파형에 사용되는 커넥터(Ext Trig)는 외부 변조 AM, FM, PM 및 PWM 파형에 사용되는 것과 같은 커넥터가 아닙니다(Modulation In). FSK에 사용되는 경우 Ext Trig 커넥터에는 조정 가능한 에지 극성이 없습니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
```

PWM(펄스 폭 변조)

이 섹션에서는 펄스 폭 변조를 나타내는 PWM을 소개합니다. PWM은 펄스 파형에서만 사용 가능하며 펄스 폭은 변조 신호에 따라 변경됩니다. 펄스 폭이 변동되는 범위를 폭 편차라고 하며, 파형 주기의 비율(즉, 듀티 사이클) 또는 시간 단위로 지정할 수 있습니다. 예를 들어 듀티 사이클 20%의 펄스를 지정하고 편차 5%의 PWM을 활성화하면 듀티 사이클이 변조 신호의 제어 하에 15%에서 25%까지 변화합니다.

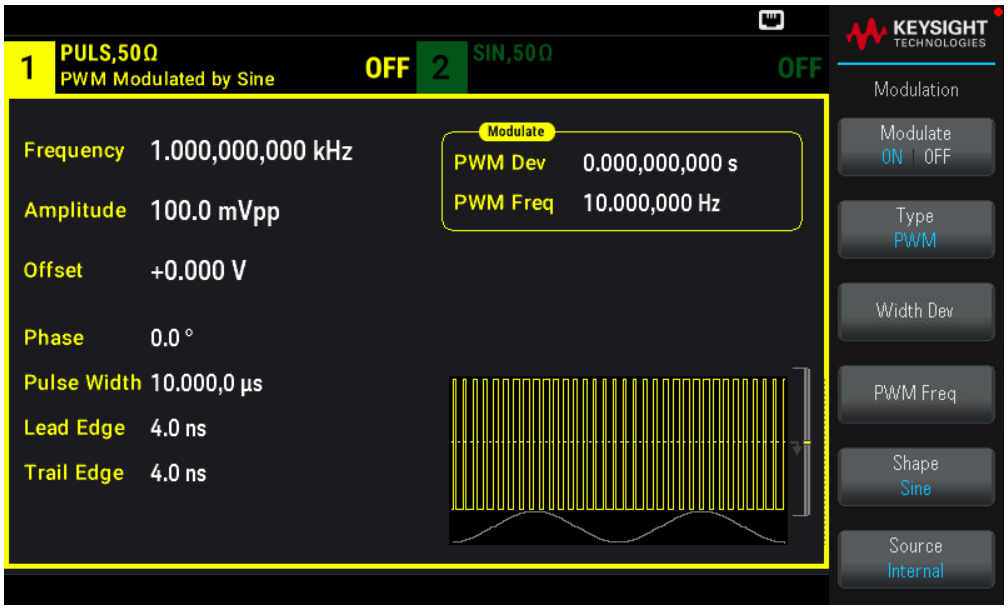
PWM 선택

스위프 또는 버스트가 활성화되면 PWM을 활성화할 수 없습니다.

여러 파형의 변경을 방지하려면 다른 변조 파라미터를 구성한 후에 변조를 활성화하십시오.

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Modulate] > Type AM > Type PWM을 누릅니다.
3. Modulate ON | OFF > Modulate ON | OFF를 누릅니다.



파형은 현재 반송파를 사용하고 파형 설정을 변경하여 출력됩니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
```

변조 파형 형태

변조파 모양(내부 소스)은 다음과 같을 수 있습니다.

– **사인**파

– **사각** 50% 듀티 사이클

– **삼각** 50% 대칭

– UpRamp 100% 대칭

– DnRamp 0% 대칭

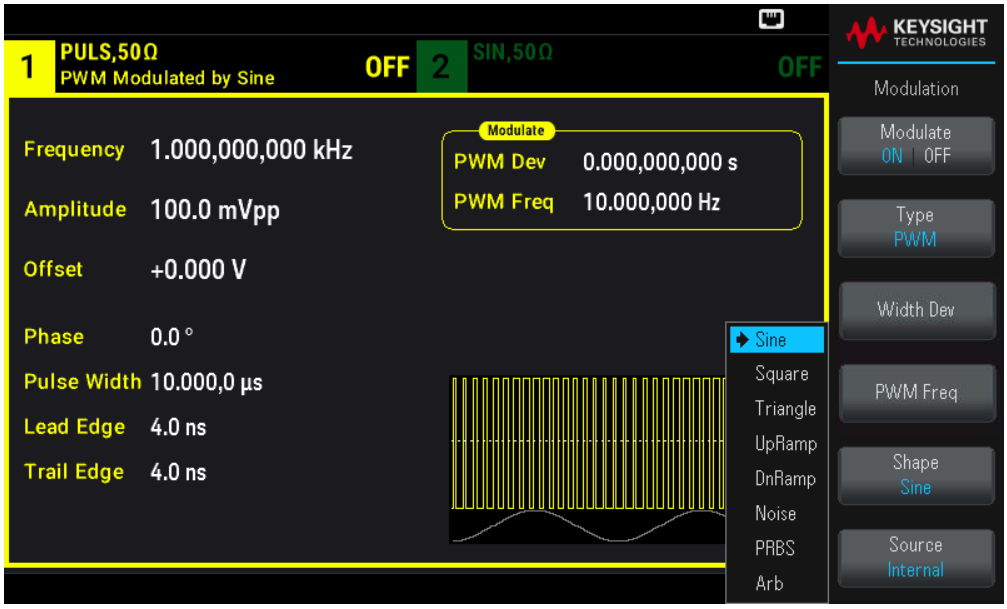
– **노이즈**: 백색 가우시안 노이즈

– PRBS: 의사 임의 비트 시퀀스(다항식 PN7)

– **임의**: 임의 파형

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Modulate] > Type PWM > Shape Sine을 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCtion <function>
```

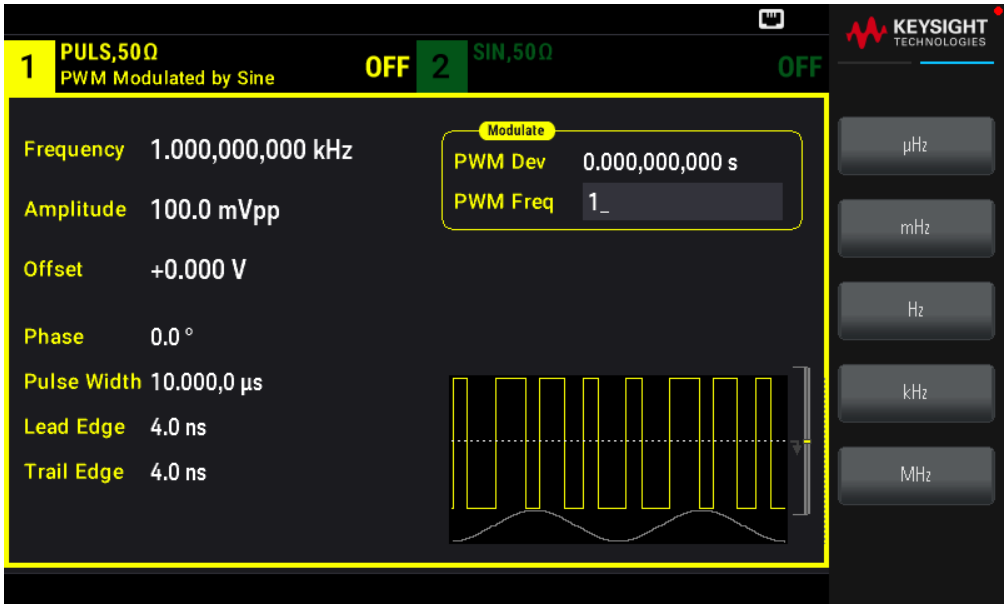
변조 파형 주파수

변조 주파수: 기본값은 10Hz이고 최소값은 1µHz입니다. 최대 주파수는 여기에 표시된 것과 같은 기능, 모델 및 출력 전압에 따라 좌우됩니다.

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Modulate] > Type PWM > PWM Freq를 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

폭 또는 듀티 사이클 편차

PWM 편차 설정은 변조된 펄스 파형 폭의 피크 변화입니다. 시간 또는 듀티 사이클 단위로 설정할 수 있습니다.

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Modulate] > Type PWM > Width Dev를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.

듀티 사이클 측면에서 편차를 설정하려면

1. [Units] >Width Duty Cyc > Width Duty Cyc를 누릅니다.
2. [Modulate] > Duty Cycle을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 완료합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation {<deviation>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

- 펄스 폭 및 편차 합계는 다음 수식을 충족해야 합니다.

  펄스 폭 + 편차 < 주기 – 16ns

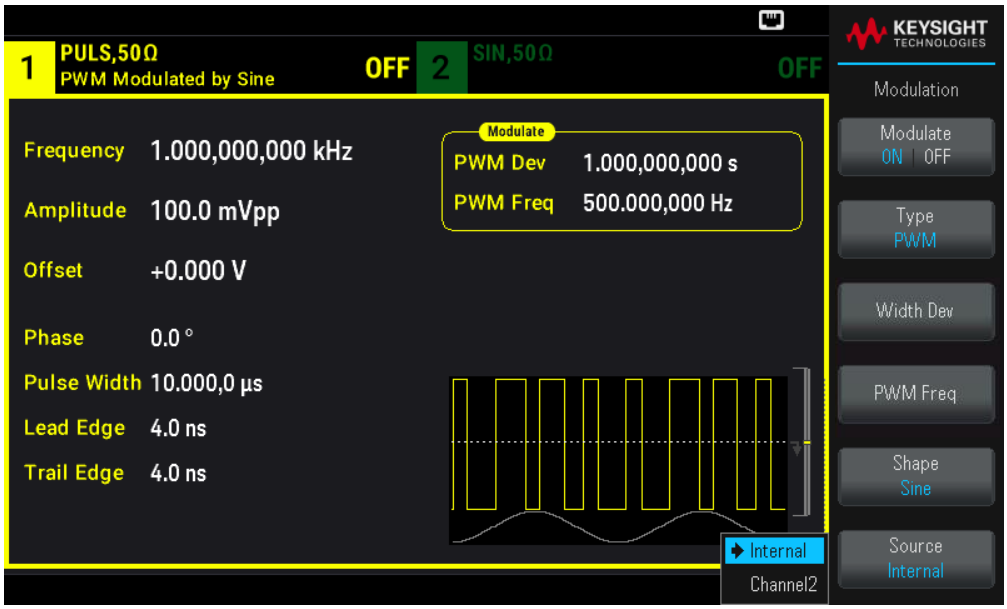
- 필요한 경우 계측기는 지정된 주기에 맞도록 편차를 조정합니다.

변조 소스

변조 소스: Internal(기본값) 또는 Channel#.

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Modulate] > Type PWM > Source를 누릅니다.



SCPI 명령

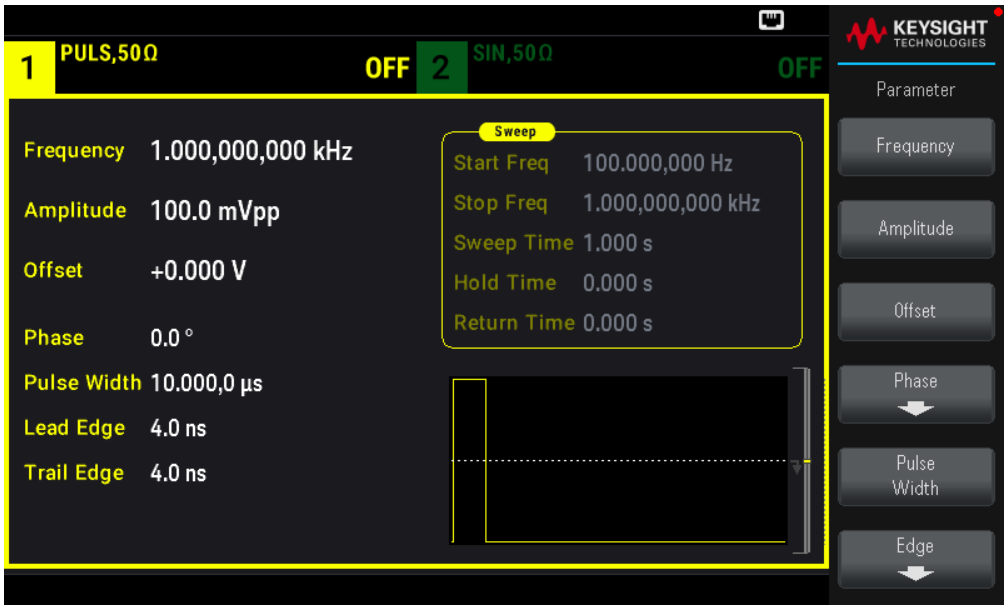
```
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

펄스 파형

펄스는 PWM에 대해 지원되는 유일한 파형 모양입니다.

전면 패널 작동

[Waveform] > Pulse를 누릅니다.



SCPI 명령

```
FUNCtion PULSe
```

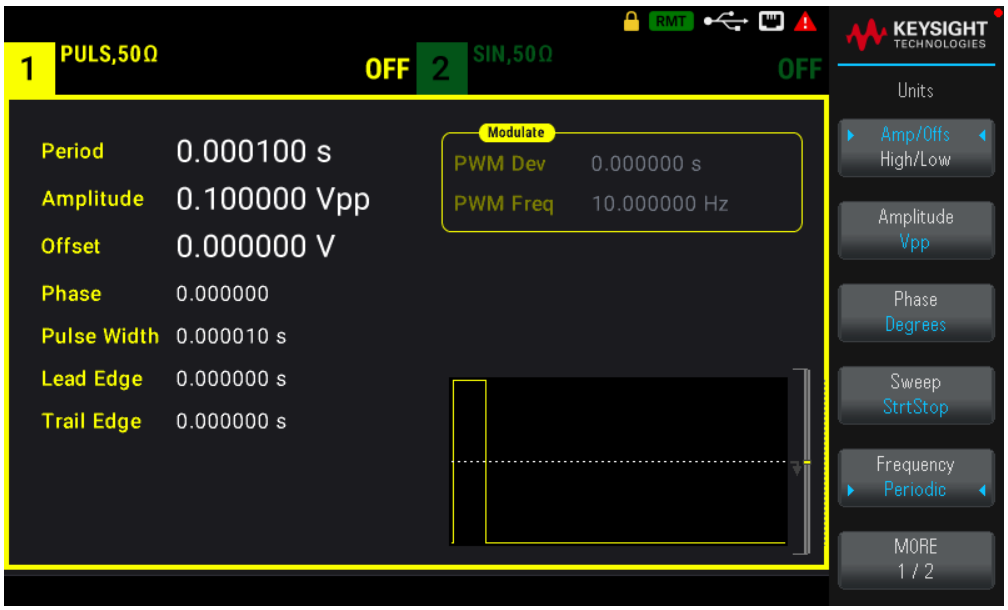
APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

펄스 주기

펄스 주기의 범위는 계측기의 최대 주파수 역수와 1,000,000s 사이입니다(기본값 100µs). 파형 주기에 따라 최대 편차가 제한됩니다.

전면 패널 작동

1. [Waveform] > Pulse를 누릅니다.
2. [Units] > Frequency Periodic > Frequency Periodic을 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

합계 변조

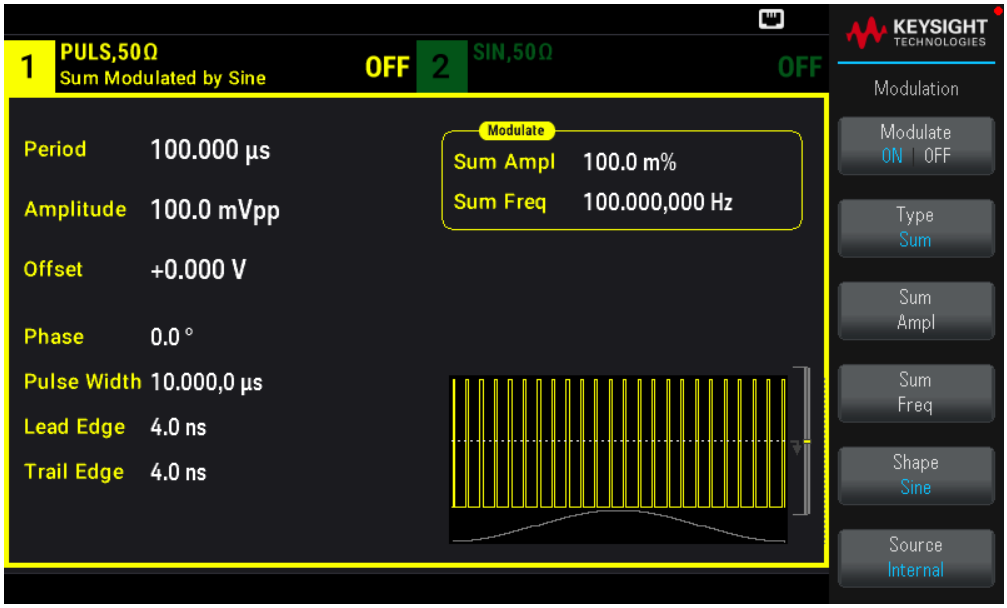
합계 변주는 모든 반송파 파형에 변조 신호를 추가합니다. 일반적으로는 반송파에 가우시안 노디즈를 추가하는 데 사용됩니다. 변조 신호는 반송파 진폭의 비율로 반송파에 추가됩니다.

총량 활성화

여러 파형 변경을 방지하려면 다른 변조 파라미터를 구성한 후에 Sum을 활성화하십시오.

전면 패널 작동

1. [Modulate] > Type AM > Type Sum을 누릅니다.
2. Modulate ON | OFF > Modulate ON | OFF를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SUM:STATe {ON|1|OFF|0}
```

변조 파형 형태

2채널 계측기에서 한 채널로 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

변조파 모양은 다음과 같을 수 있습니다.

- **사인**파
- **사각** 50% 듀티 사이클

– **삼각** 50% 대칭

– UpRamp 100% 대칭

– DnRamp 0% 대칭

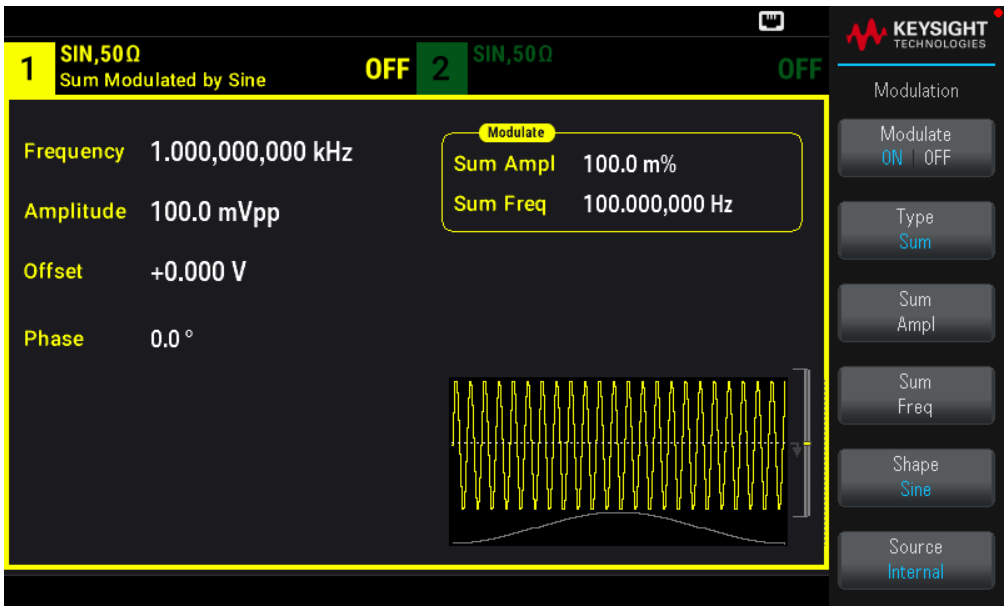
– **노이즈**: 백색 가우시안 노이즈

– PRBS: 의사 임의 비트 시퀀스(다항식 PN7)

– **임의**: 임의 파형

전면 패널 작동

[Modulate] > Type Sum > Shape Sine을 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCtion <function>
```

변조 파형 주파수

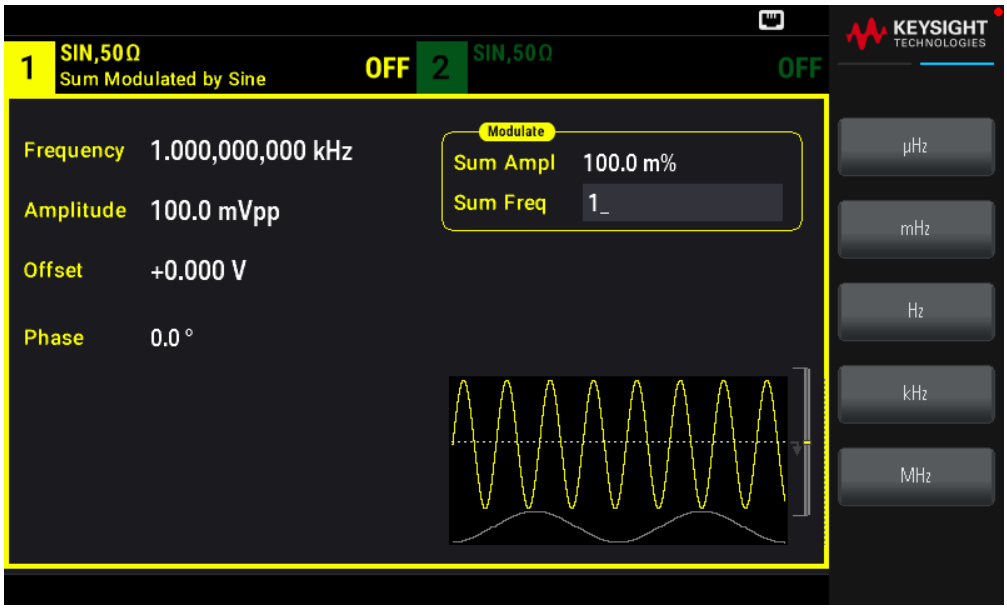
2채널 계측기에서 한 채널로 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

변조 주파수: 기본값은 100z이고 최소값은 1μHz입니다.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type Sum > Sum Freq를 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

총량 진폭

총량 진폭은 반송파 진폭의 백분율로 반송파에 추가되는 신호의 진폭을 나타냅니다.

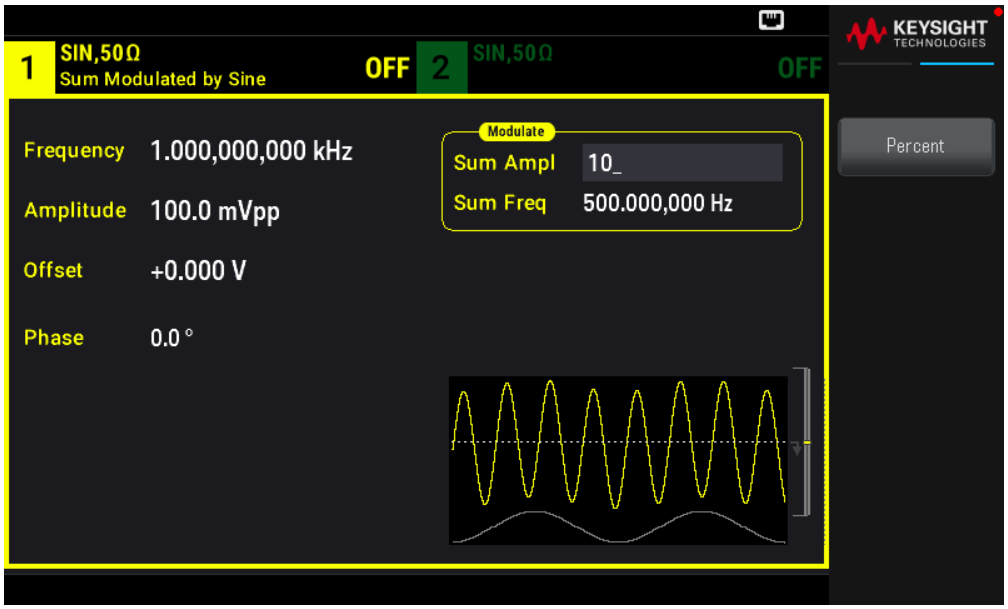
– 진폭 설정: 반송파 진폭의 0% ~ 100%이고 분해능은 0.01%입니다.

– 합계 진폭은 반송파 진폭의 일정 부분을 유지하며 반송파 진폭 변경을 추적합니다.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type Sum > Sum Ampl을 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Percent를 눌러 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

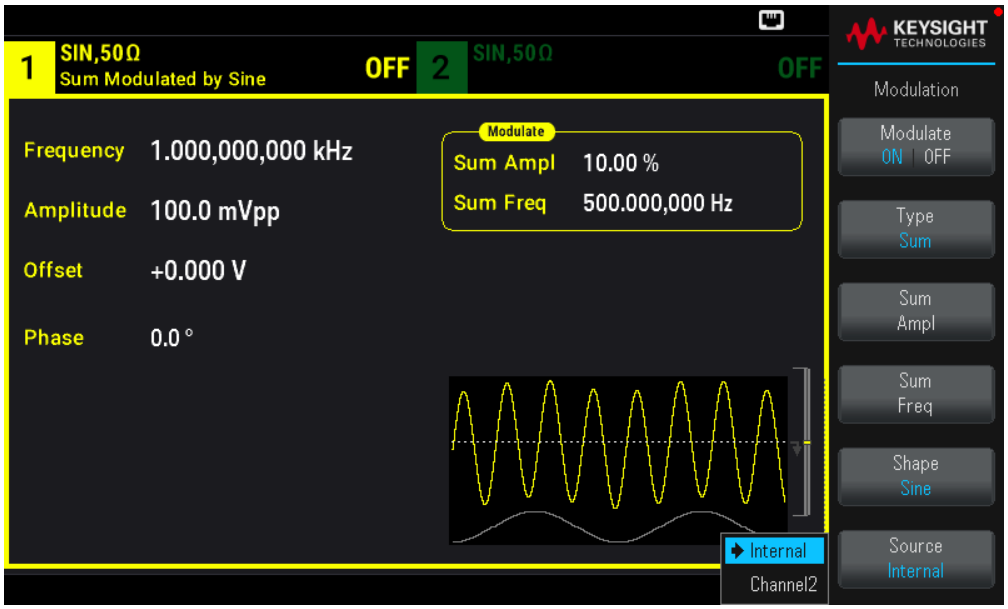
변조 소스

2채널 계측기에서 한 채널로 다른 채널을 변조할 수 있습니다.

변조 소스: Internal(기본값) 또는 Channel#.

전면 패널 작동

[Modulate] > Type Sum > Source를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce {INTernal|CH1|CH2}
```

주파수 스위프

주파수 스위프 모드에서 계측기는 지정된 스위프 속도로 시작 주파수에서 정지 주파수로 전환됩니다. 선형 또는 로그 공백을 사용하여 주파수 내에서 위아래로 스위프할 수 있습니다. 외부 또는 수동 트리거를 적용하여 시작 주파수에서 정지 주파수까지의 한 스위프를 출력하도록 계측기를 구성할 수도 있습니다. 계측기는 스위프 사인, 사각형,, 펄스, 램프, 삼각형 또는 임의 파형(PRBS, 노이즈 및 DC는 허용되지 않음)을 스위프할 수 있습니다.

스위프가 정지 주파수를 유지하는 유지 시간과 주파수가 정지 주파수에서 시작 주파수로 선형으로 변경되는 복귀 시간을 지정할 수 있습니다.

자세한 내용은 주파수 스위프를 참조하십시오.

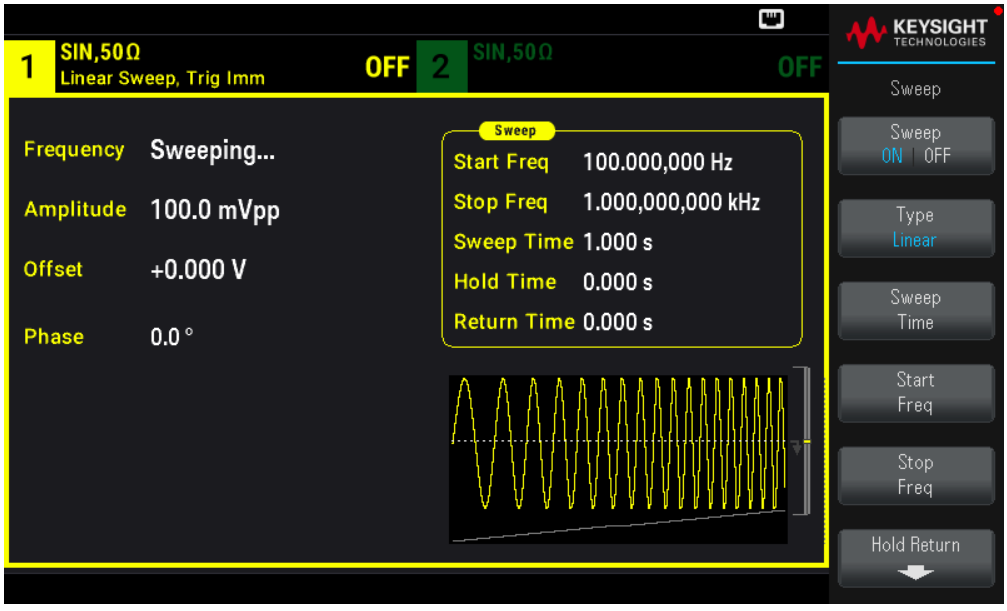
스위프 선택

이 계측기에서는 버스트 또는 변조 모드가 활성화되는 것과 동시에 스위프 또는 목록 모드를 활성화할 수 없습니다. 스위프를 활성화하면 버스트 또는 변조 모드가 꺼집니다.

여러 파형 변경을 방지하려면 다른 파라미터를 구성한 후에 스위프 모드를 활성화하십시오.

전면 패널 작동

[Sweep] > Sweep ON | OFF> Sweep ON | OFF를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:MODE SWEEP
[SOURce[1|2]:]SWEep:STATe {ON|1|OFF|0}
```

시작 주파수 및 정지 주파수

시작 주파수 및 정지 주파수는 스위프의 상한 및 하한 주파수를 설정합니다. 스위프는 시작 주파수에서 시작되어 정지 주파수까지 스위핑한 다음 다시 시작 주파수로 재설정합니다.

시작 및 정지 주파수: 파형에 대해 1µHz ~ 최대 주파수 스위프는 전체 주파수 범위에 걸쳐 이어지는 위상입니다. 기본 시작 주파수는 100Hz입니다. 기본 정지 주파수는 1kHz입니다.

– 주파수에서 위로 스위프하려면 정지 주파수보다 작은 시작 주파수를 설정하십시오. 주파수에서 아래로 스위프하려면 반대 관계를 설정하십시오.

– 동기 설정 일반: 동기 펄스는 스위프 전체에서 높습니다.

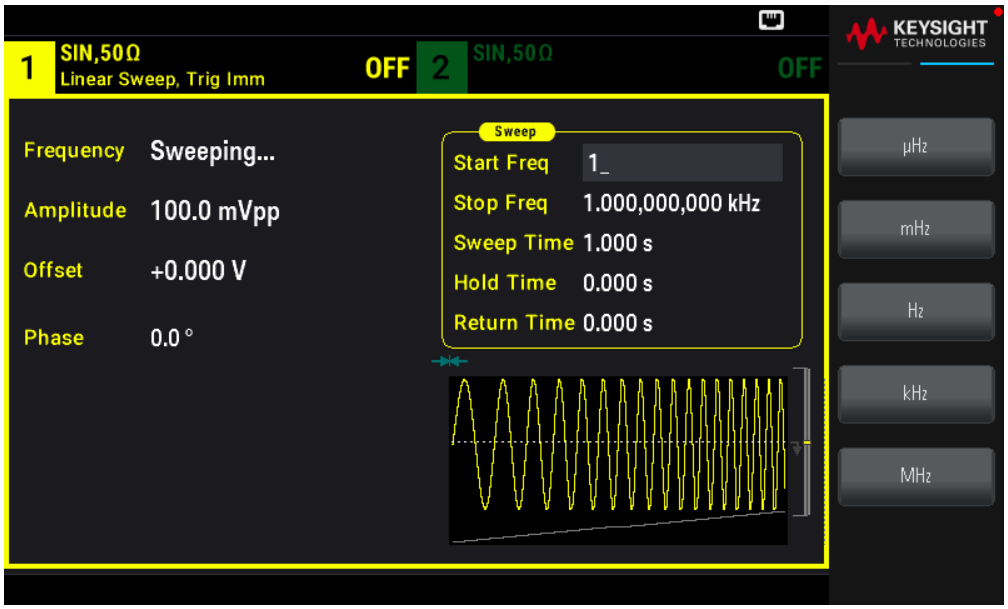
– 동기 설정 반송파: 동기 펄스는 모든 파형 사이클에 대해 50% 듀티 사이클을 갖습니다.

– 동기 설정 마커: 동기 펄스는 시작 부분에서 높고 마커 주파수에서 낮습니다. OUTPut [1|2]:SYNC:MODEMARKER를 사용하여 변경할 수 있습니다.

전면 패널 작동

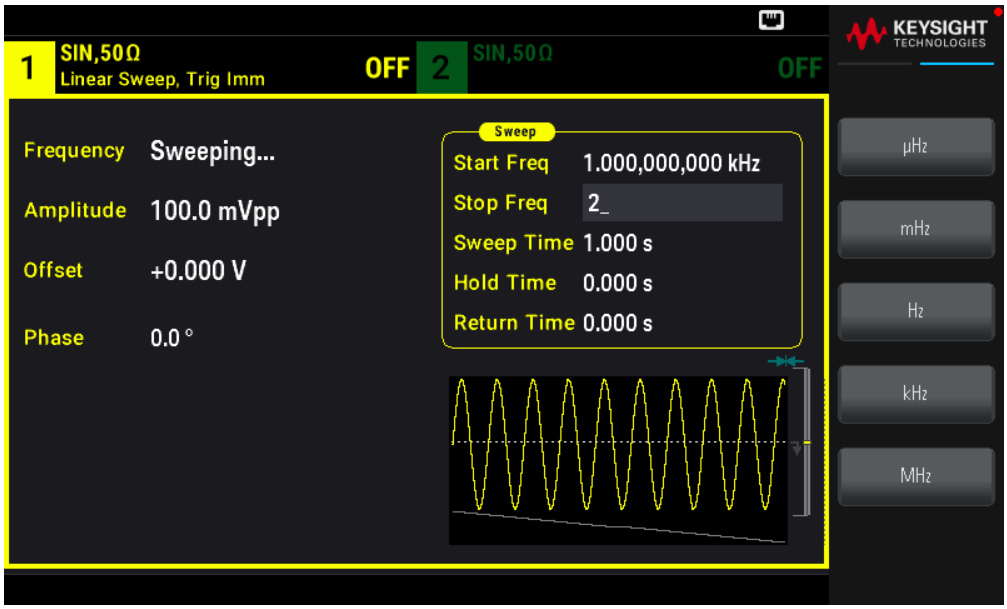
[Sweep] > Start Freq를 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



Stop Freq를 누릅니다.

숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STARt {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

중심 주파수 및 주파수 스팬

중심 주파수 및 주파수 스팬을 사용하여 스위프의 스위프 주파수 경계를 설정할 수도 있습니다. 이러한 파라미터는 위에 나와 있는 시작 주파수 및 정지 주파수와 유사하며 보다 유동적으로 사용할 수 있습니다.

– 중심 주파수: 파형에 대해 1µHz ~ 최대 주파수 기본값은 550Hz입니다.

– 주파수 범위: 파형에 대해 ±최대 주파수 사이의 값입니다. 기본값은 900 Hz입니다.

– 주파수에서 위로 스위프하려면 양수 주파수 범위를 설정하고, 아래로 스위프하려면 음수 주파수 범위를 설정하십시오.

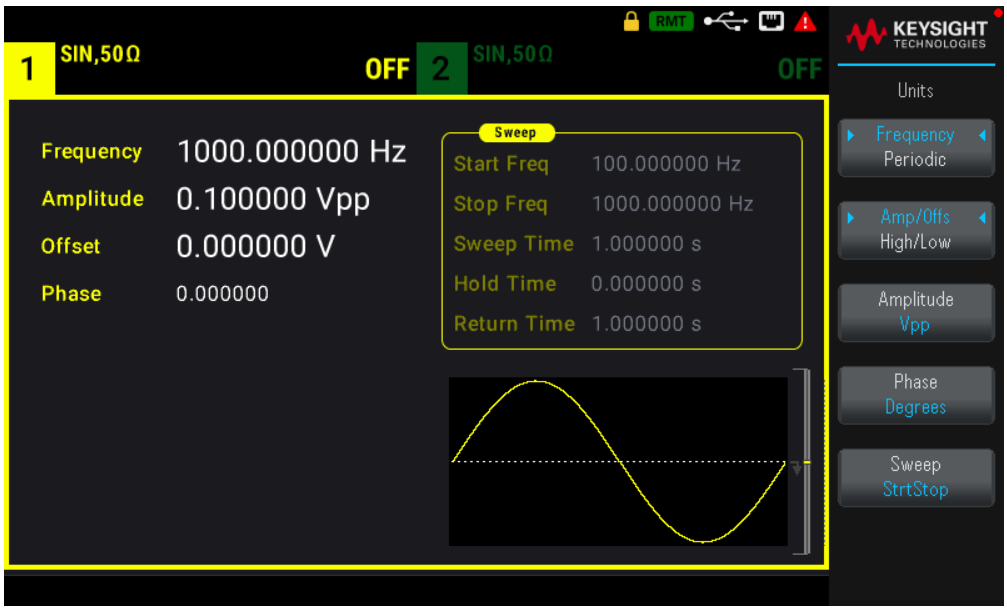
– 동기 설정 일반: 동기 펄스는 스위프 전체에서 높습니다.

– 동기 설정 반송파: 동기 펄스는 모든 파형 사이클에 대해 50% 듀티 사이클을 갖습니다.

– 동기 설정 마커: 동기 펄스는 시작 부분에서 높고 마커 주파수에서 낮습니다. OUTPut [1|2]:SYNC:MODEMARKER를 사용하여 변경할 수 있습니다.

전면 패널 작동

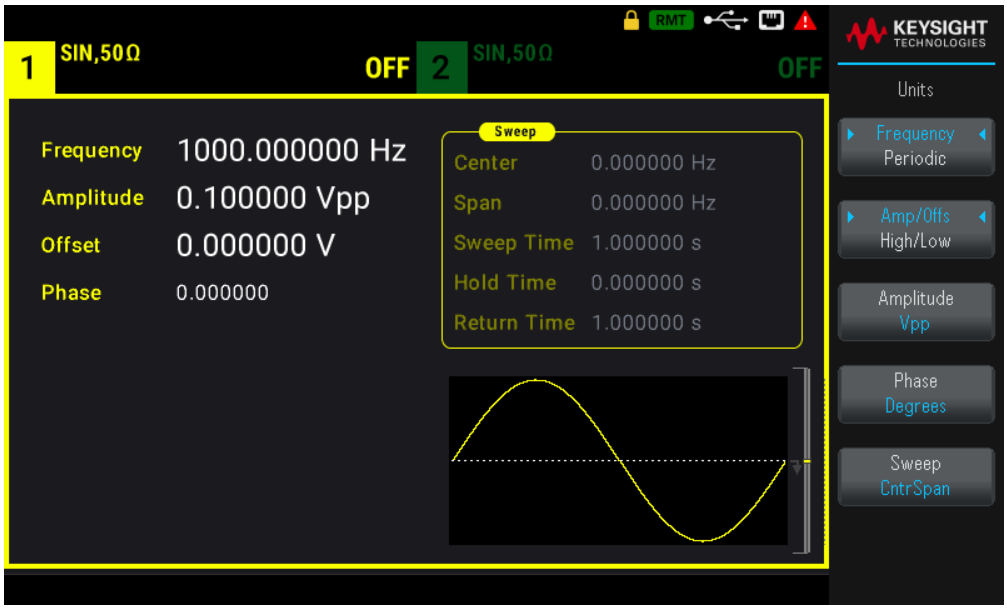
1. [Units] > Sweep StrtStop을 누릅니다.



2. [Sweep] > Start Freq 또는 Stop Freq를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.

   또는

1. [Units] > Sweep CntrSpan을 누릅니다.



2. [Sweep] > Center 또는 Span을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.

SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

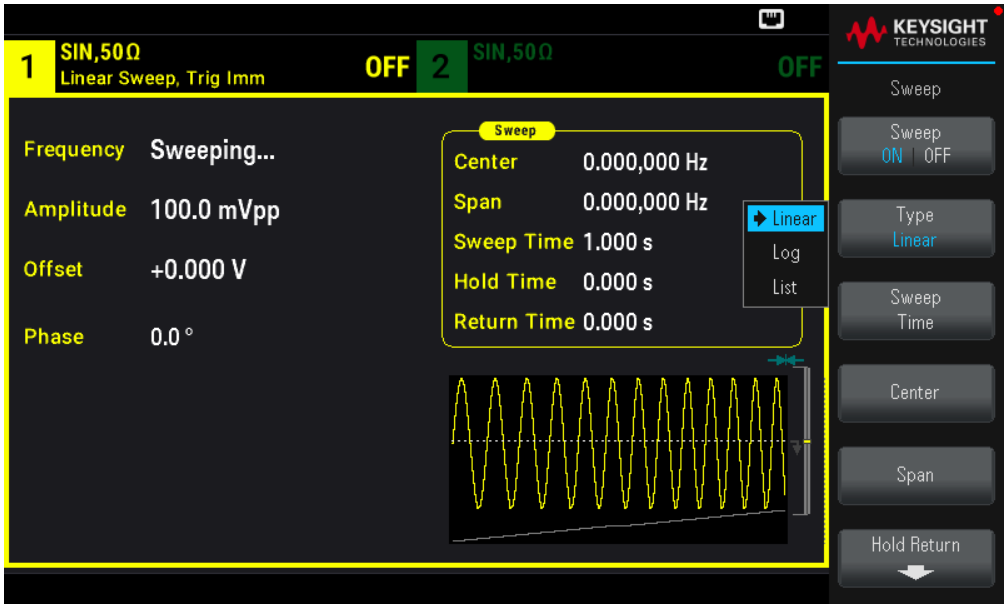
스위프 모드

선형 또는 대수 간격으로 또는 스위프 주파수 목록을 사용하여 스위프할 수 있습니다. 선형 스위프일 경우, 계측기의 출력 주파수가 스위프 도중 선형으로 변경됩니다. 대수 스위프는 출력 주파수가 대수적으로 달라집니다.

선택한 모드는 정지에서 시작으로 설정된 경우 스위프 복귀에 영향을 주지 않습니다.

전면 패널 작동

[Sweep] > Type Linear를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
```

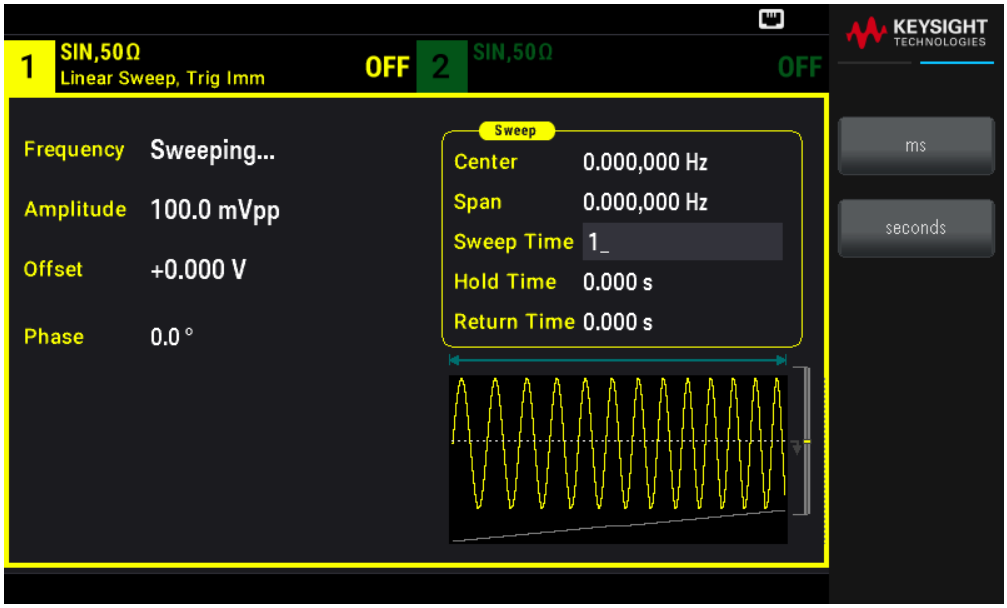
스위프 시간

스위프 시간은 시작 주파수에서 정지 주파수까지 스위핑하는 데 걸리는 시간(초)을 말합니다. 계측기는 스위프 시간에 따라 스위프의 포인트 수를 계산합니다.

스위프 시간은 1ms~250,000s입니다. 기본값은 1s입니다. 즉각적인 트리거 모드의 선형 스위프에서 최대 총 스위프 시간(유지 및 복귀 시간 포함)은 8,000s입니다. 다른 트리거 모드를 사용하는 선형 스위프의 최대 총 스위프 시간은 250,000s이고 대수 스위프의 최대 총 스위프 시간은 500s입니다.

전면 패널 작동

[Sweep] > Sweep Time을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

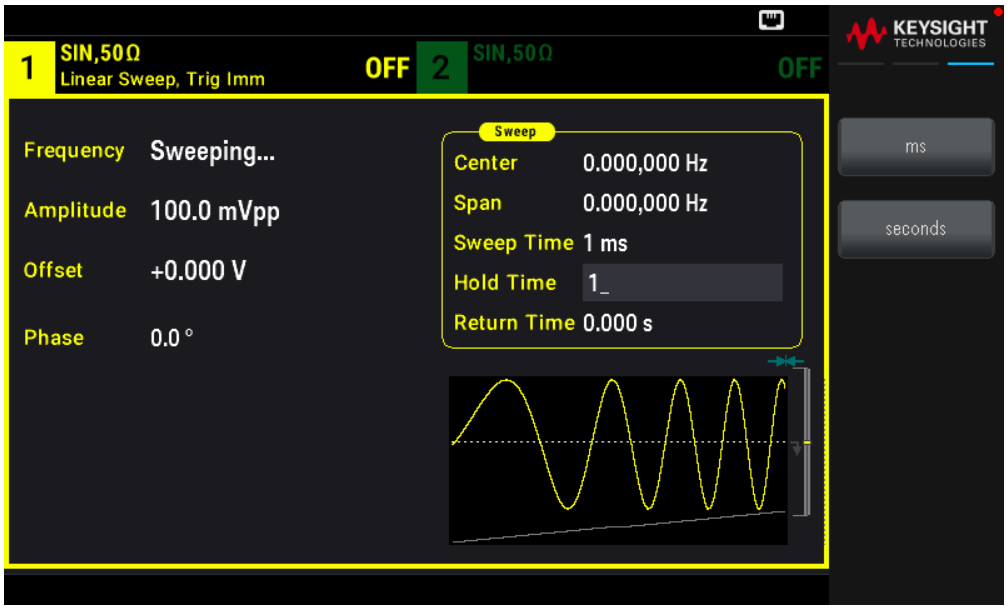
유지/복귀 시간

유지 시간은 정지 주파수를 유지하는 시간(초)이고, 복귀 시간은 정지 주파수에서 시작 주파수까지 복귀하는 시간(초)을 지정합니다.

유지 시간 및 복귀 시간은 0 ~ 3600초이며 기본값은 0입니다.

전면 패널 작동

[Sweep] > Hold Return > Hold Time 또는 Return Time을 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIMe {<hold_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIMe {<return_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

마커 주파수

원할 경우 전면 패널 Sync Out 커넥터의 신호가 스위프 동안 낮음 로직이 되는 주파수를 설정할 수 있습니다. 동기 신호는 항상 스위프 시작 시에 로우에서 하이로 이동합니다.

– 마커 주파수: 파형에 대해 1μHz ~ 최대 주파수 기본값은 500 Hz입니다.

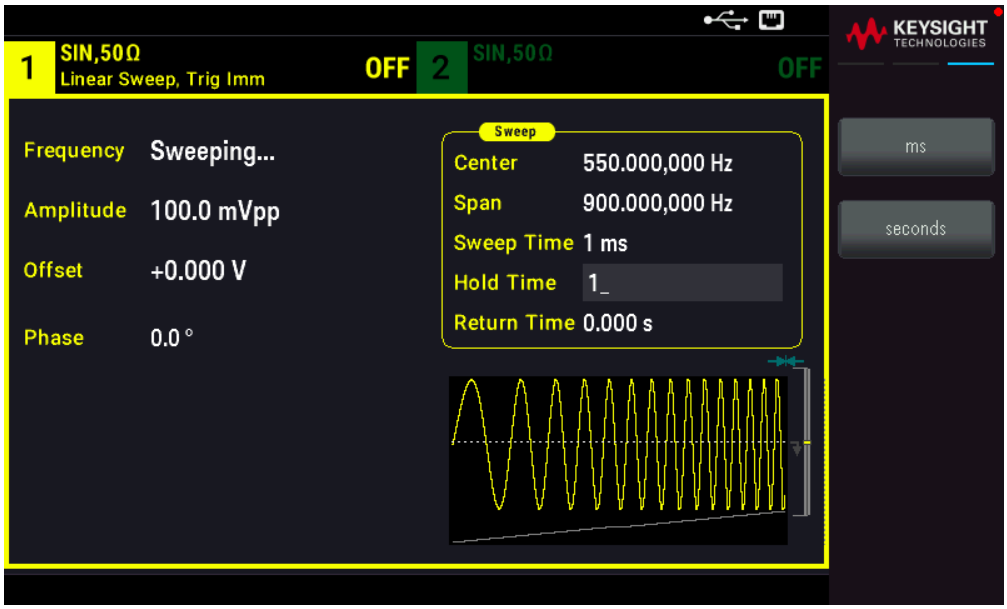
– 스위프 모드가 활성화되면 마커 주파수는 지정된 시작 주파수와 정지 주파수 사이여야 합니다. 마커 주파수를 이 범위 이외의 주파수로 설정하려고 하면 계측기는 마커 주파수를 시작 주파수 또는 정지 주파수(둘 중 더 가까운 크기)로 설정합니다.

– 동기 소스가 스위핑 채널이 아닌 경우 전면 패널 메뉴로 마커 주파수를 구성할 수 없습니다.

전면 패널 작동

1. [Sweep] > Sweep ON | OFF > Sweep ON | OFF를 누릅니다.
2. [Trigger] > Sync ON | OFF > Sync Setup을 누릅니다.
3. Mode Marker를 선택합니다.

4. Marker Freq를 선택합니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

스위프 트리거 소스

스위프 모드에서는 트리거 신호를 수신하면 계측기가 단일 스위프를 출력합니다. 시작 주파수에서 정지 주파수까지의 한 스위프 후에 계측기는 시작 주파수를 출력하면서 다음 트리거를 대기합니다.

– 스위프 트리거 소스: Immediate(기본값), External , Time 또는 Manual.

– Immediate(내부) 소스를 사용하는 경우 계측기는 유지 시간, 스위프 시간 및 복귀 시간의 합계로 결정되는 속도로 연속 스위프를 출력합니다. 이 소스의 스위프 시간은 8,000초로 제한됩니다.

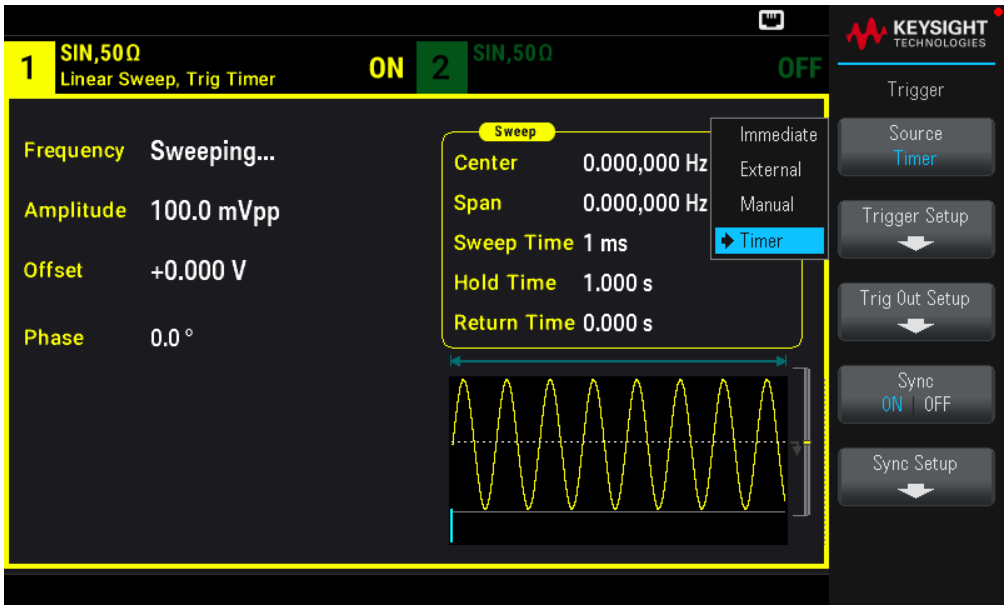
– External 소스를 사용하는 경우 계측기는 전면 패널 Ext Trig 커넥터에서 하드웨어 트리거를 수락하고, Ext Trig가 지정된 극성의 TTL 펄스를 수신할 때마다 하나의 스위프를 시작합니다.

– 트리거 주기는 지정된 스위프 시간보다 크거나 같아야 합니다.

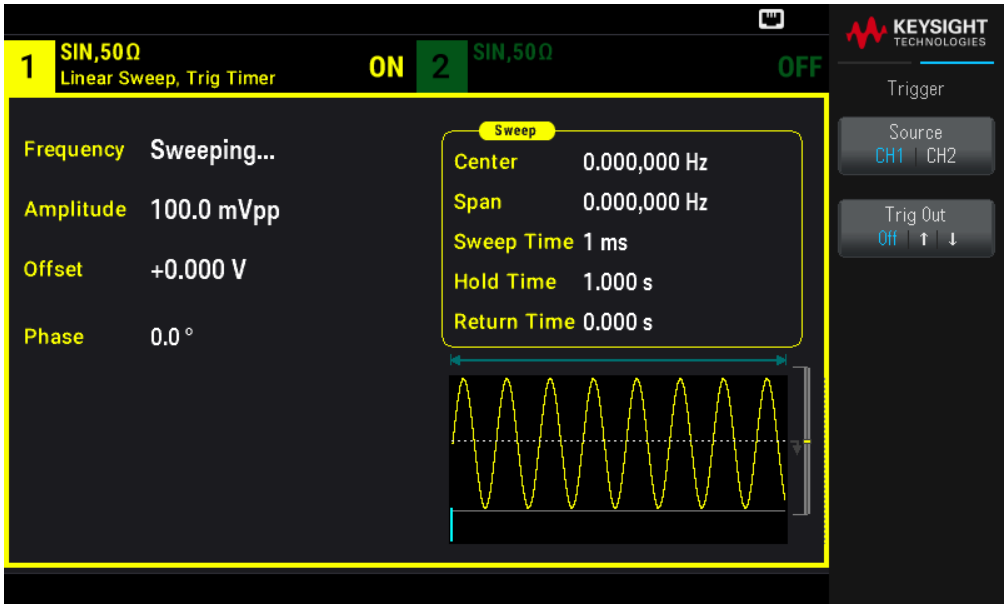
– Manual 소스를 사용하는 경우 계측기는 전면 패널 [Trigger] 키를 누를 때마다 하나의 스위프를 출력합니다.

전면 패널 작동

[Trigger] > Source를 누릅니다.



트리거 신호 에지의 경사를 지정하려면 [Trigger] > Trig Out Setup > Trig Out Off | (Up) | (Down)을 누릅니다.



SCPI 명령

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

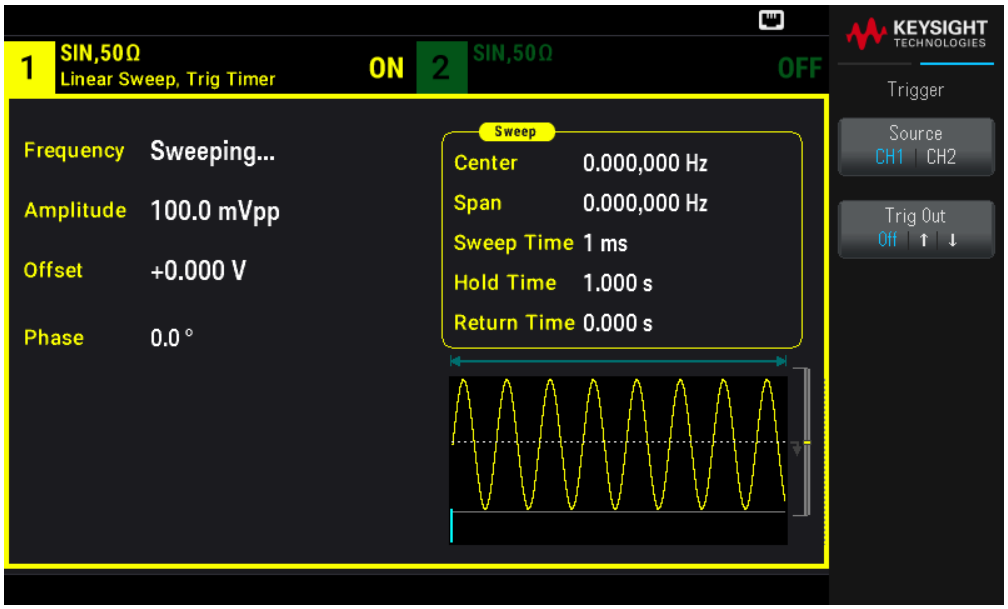
자세한 내용은 트리거링을 참조하십시오.

트리거 출력 신호

자세한 내용은 트리거 출력 신호를 참조하십시오.

전면 패널 작동

계측기가 Sync Out 커넥터의 상승 에지에서 트리거되는지 또는 하강 에지에서 트리거되는지를 지정하려면 [Trigger] > Trig Out Setup을 누릅니다. 그런 다음 Trig Out을 눌러 원하는 에지를 선택합니다.



SCPI 명령

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}
```

주파수 목록

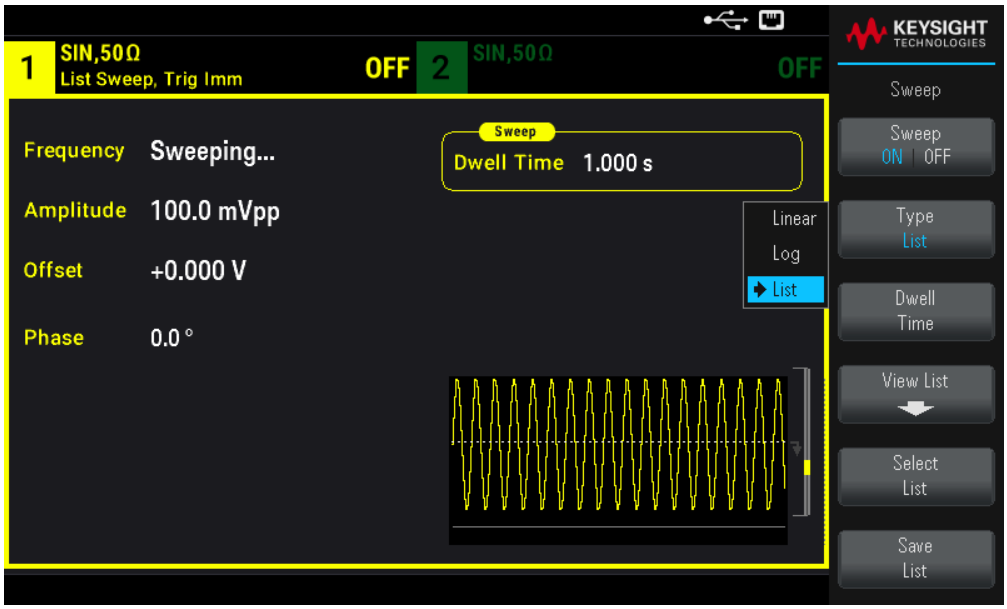
주파수 목록 모드에서 계측기는 주파수 목록을 "단계별로 이동"하고 지정된 주기 동안 각 주파수에서 드웰합니다. 트리거를 사용하여 목록을 통한 진행 과정을 제어할 수도 있습니다.

- 이 계측기에서는 버스트 또는 변조 모드가 활성화되는 것과 동시에 스위프 또는 목록 모드를 활성화할 수 없습니다. 스위프를 활성화하면 버스트 또는 변조 모드가 꺼집니다.

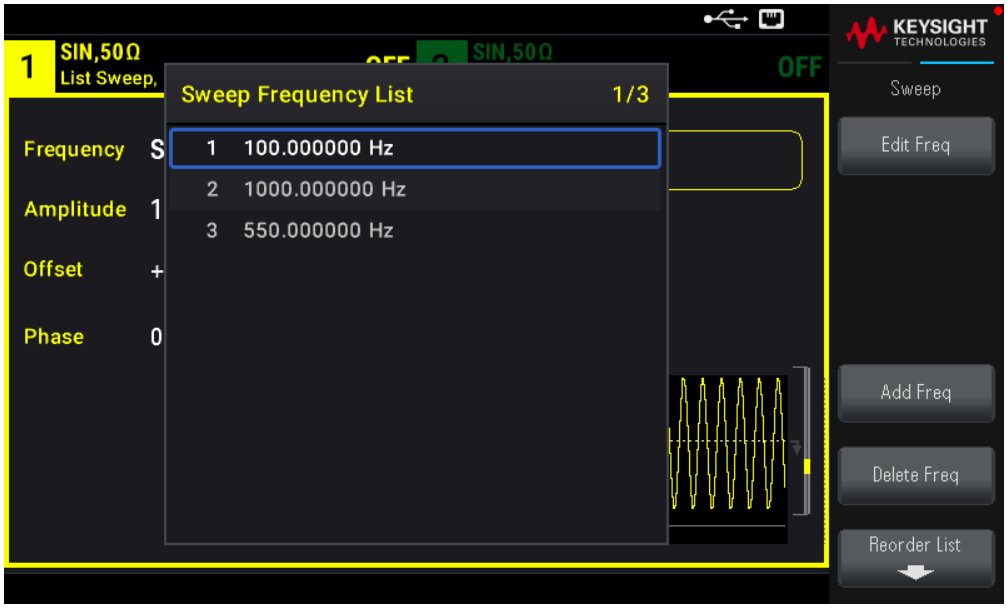
- 여러 파형 변경을 방지하려면 파라미터를 구성한 후에 목록 모드를 활성화하십시오.

전면 패널 작동

다른 목록 파라미터를 설정하기 전에 목록을 활성화하십시오. [Sweep] > Type Linear > Type List를 누릅니다.



View List를 선택하여 목록 파라미터를 봅니다. 스위프 목록에서 주파수 값을 편집(Edit Freq)하거나, 추가(Add Freq)하거나, 삭제(Delete Freq)하고 스위프 목록의 순서를 변경(Reorder List)할 수 있습니다.



외장 USB 플래시 드라이브가 연결된 경우 Save List를 눌러 스위프 목록을 외장 USB 플래시 드라이브에 저장합니다.

연결된 외장 USB 플래시 드라이브에서 이전에 저장한 스위프 목록을 검색하려면 Select List를 누릅니다.

SCPI 명령

```
[SOURcd[1|2]:]FREQuency:MODE LIST
[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency <freq1>[, <freq2>, etc.]
```

진행 통과 목록은 트리거 시스템으로 제어됩니다. 트리거 소스가 내부 또는 즉시이면 드웰 시간 설정(LIST:DWELl)에 따라 각 주파수에서 경과된 시간이 결정됩니다. 다른 모든 트리거 소스에서 드웰 시간은 트리거 이벤트 간격으로 결정됩니다.

버스트 모드

계측기는 버스트라고 하는 지정된 사이클 수의 파형을 출력할 수 있습니다. 사인, 사각형, 삼각형, 램프, 펄스, PRBS 또는 임의 파형에서 버스트가 허용됩니다(노이즈는 게이트 버스트 모드에서만 허용되고 DC는 허용되지 않음).

자세한 내용은 버스트를 참조하십시오.

버스트 선택

스위프 또는 변조가 활성화되면 버스트를 활성화할 수 없습니다. 버스트를 활성화하면 스위프 및 변조가 꺼집니다.

여러 파형 변경을 방지하려면 다른 파라미터를 구성한 후에 버스트 모드를 활성화하십시오.

전면 패널 작동

[Burst] > Burst ON | OFF > Burst ON | OFF를 누릅니다.

SCPI 명령

[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {ON|1|OFF|0}

버스트 모드

버스트에는 아래에 설명된 것처럼 두 모드가 있습니다. 선택한 모드는 허용 가능한 트리거 소스 및 적용되는 다른 버스트 파라미터를 제어합니다.

– **트리거된 버스트 모드**(기본값): 이 계측기에서는 트리거가 수신될 때마다 지정된 사이클 수(버스트 카운트)에 대한 파형을 출력합니다. 지정된 사이클 수를 출력한 후에 계측기는 중지된 후 다음 트리거를 대기합니다. 계측기는 내부 트리거를 사용하여 버스트를 시작하거나, 전면 패널 [Trigger] 키를 누르거나, 전면 패널 Ext Trig 커넥터에 트리거 신호를 적용하거나, 원격 인터페이스에서 소프트웨어 트리거 명령을 전송하여 외부 트리거를 제공할 수 있습니다.

– **외부 게이트 버스트 모드**: 출력 파형은 전면 패널 Ext Trig 커넥터에 적용되는 외부 신호 레벨에 따라 켜지거나 꺼집니다. 게이트 신호가 true이면 계측기는 연속 파형을 출력합니다. 게이트 신호가 false가 되면 현재 파형 사이클이 완료되고 계측기는 선택한 파형의 시작 버스트 위상에 해당하는 전압 레벨을 유지하면서 중지됩니다. 노이즈 파형 출력은 게이트 신호가 false가 되는 즉시 중지됩니다.

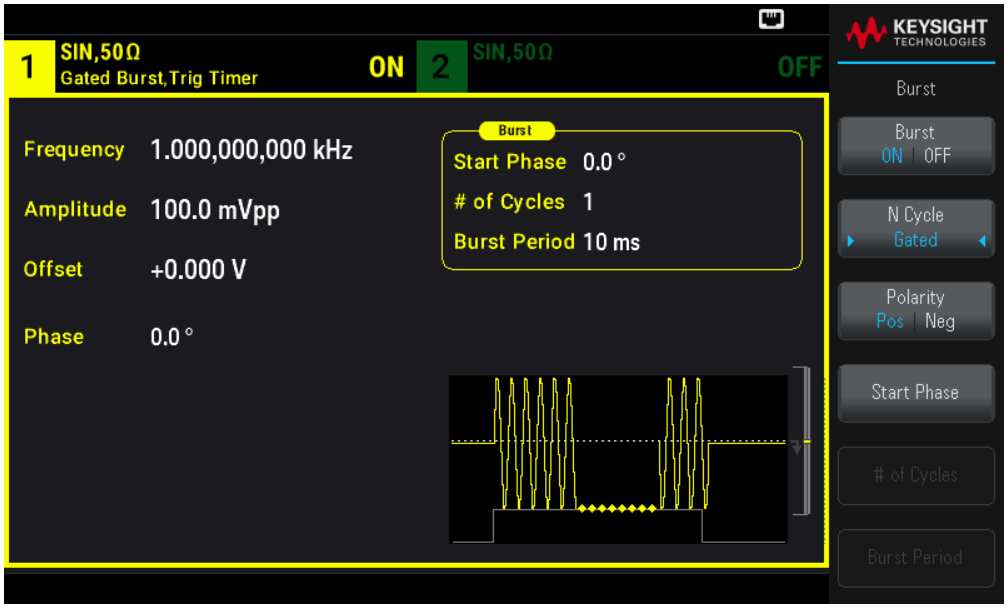
파라미터	버스트 모드 (BURS:MODE)	버스트 카운트 (BURS:NCYC)	버스트 주기 (BURS:INT:PER)	버스트 위상 (BURS:PHAS)	트리거 소스 (TRIG:SOUR)
트리거된 버스트 모드: 내부 트리거	TRIGgered	가능	가능	가능	IMMediate
트리거된 버스트 모드: 외부 트리거	TRIGgered	가능	미사용	가능	EXTernal, BUS
게이트 버스트 모드: 외부 트리거	GATed	미사용	미사용	가능	미사용
타이머 버스트 모드: 내부 트리거	TRIGgered	가능	미사용	가능	TIMer

– 게이트 모드에서 버스트 카운트, 버스트 주기 및 트리거 소스는 무시됩니다(트리거된 버스트에만 사용). 수동 트리거가 무시되고 오류를 생성되지 않습니다.

– 게이트 모드에서 전면 패널 Ext Trig 커넥터에서 신호 극성을 지정할 수 있습니다([SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}). 기본값은 NORMal(true-high)입니다.

전면 패널 작동

[Burst] > N Cycle Gated 또는 N Cycle Gated를 누릅니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
```

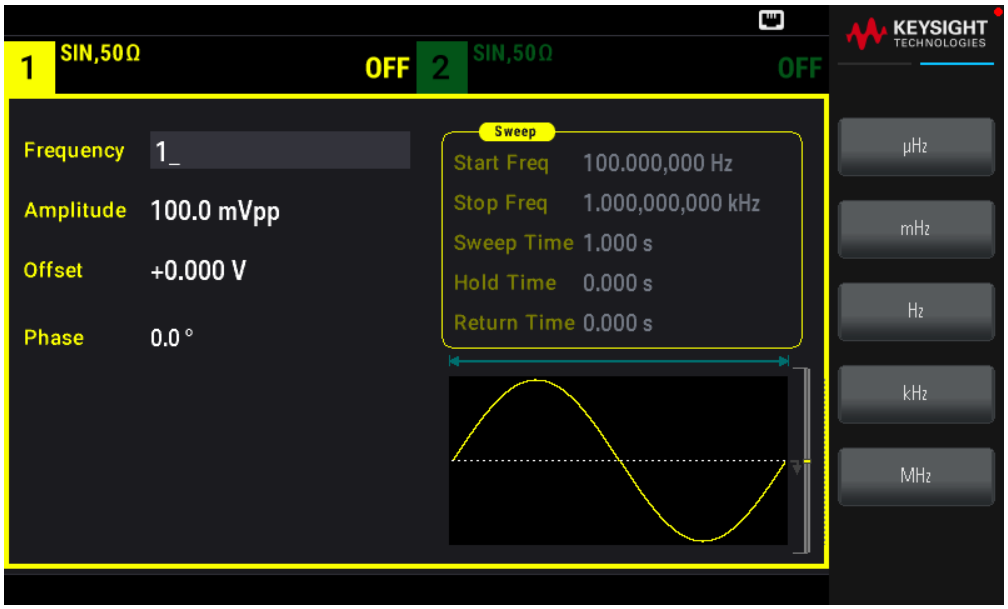
파형 주파수

트리거 및 외부 게이트 모드의 버스트 동안 신호 주파수를 지정할 수 있습니다. 트리거 모드에서 버스트 카운트로 지정된 사이클 수가 파형 주파수에서 출력됩니다. 외부 게이트 모드에서 외부 게이트 신호가 true이면 파형 주파수가 출력됩니다. 이것은 버스트 간 간격을 지정하는 "버스트 주기"와 다릅니다(트리거된 모드만 해당).

파형 주파수는 파형에 대해 1μHz ~ 최대 주파수입니다. 기본값은 1kHz입니다. (내부 트리거 버스트 파형의 경우 최소 주파수는 126μHz입니다.)

전면 패널 작동

[Parameter] > Frequency를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

`[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

APPLy 명령은 하나의 명령으로 파형을 구성합니다.

버스트 카운트

버스트당 출력할 사이클 수(1~100,000,000 또는 무한)입니다. 트리거된 버스트 모드에서만 사용됩니다(내부 또는 외부 소스).

– Immediate 트리거 소스를 사용하면 지정한 사이클 수가 버스트 주기에 따라 결정된 속도로 연속해서 출력됩니다. 버스트 주기는 연속되는 버스트의 시작 사이의 시간입니다. 또한 버스트 카운트는 버스트 주기와 파형 주파수를 곱한 값보다 작아야 합니다.

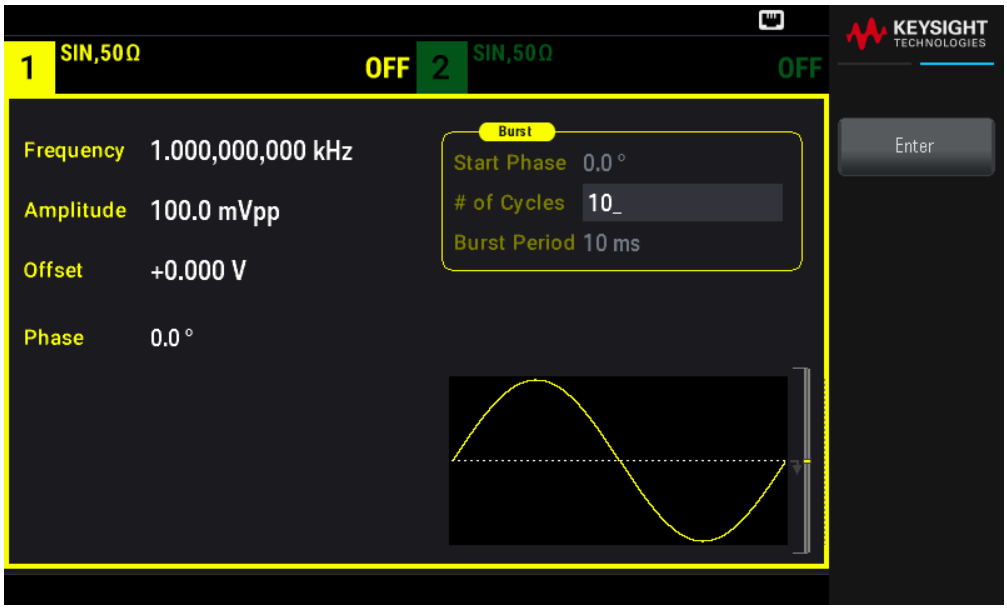
버스트 주기 > (버스트 카운트) / (파형 주파수) + 1µs

– 이 계측기는 지정된 버스트 카운트를 수용할 수 있게 버스트 주기를 최대값까지 늘립니다(그렇지만 파형은 변경되지 않음).

– 게이트 버스트 모드에서 버스트 카운트는 무시됩니다. 그렇지만 게이트 모드에 있는 동안 원격 인터페이스에서 버스트 카운트를 변경하는 경우 계측기는 새 카운트를 저장하고 트리거된 모드가 선택될 때 사용합니다.

전면 패널 작동

[Burst] > # of Cycles를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Enter 키를 눌러 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles {<num_cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}
```

버스트 주기

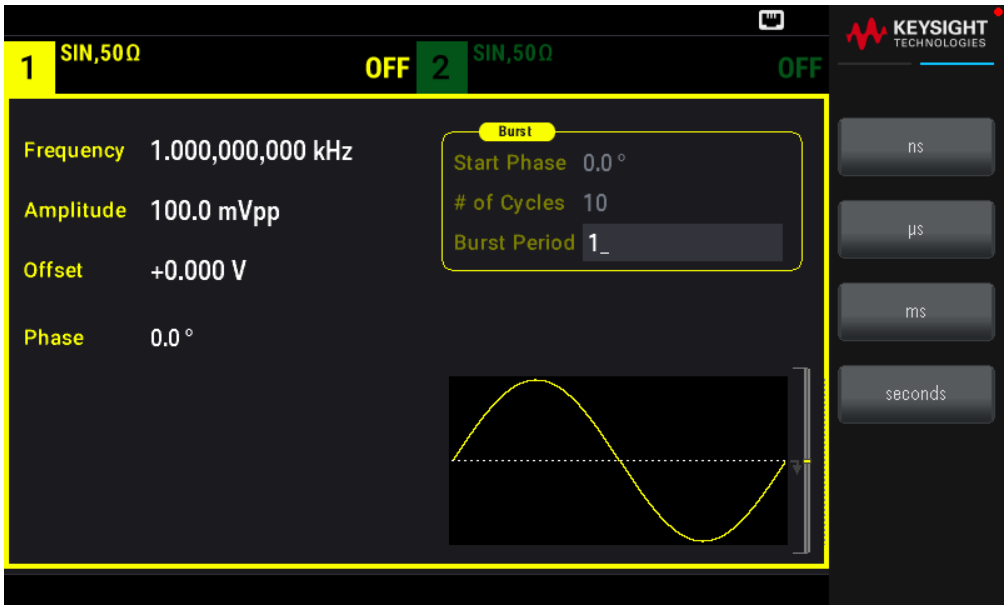
내부 트리거된 버스트 모드에서만 사용되는 버스트 주기는 한 버스트의 시작부터 다음 버스트의 시작까지의 시간입니다(1µs~8000s, 기본값 10ms). 버스트 주기는 버스트된 신호의 주파수를 지정하는 "파형 주파수"와 다릅니다.

버스트 주기는 Immediate 트리거가 활성화될 때만 사용됩니다. 버스트 주기는 수동 또는 외부 트리거가 활성화될 때(또는 게이트 버스트 모드가 선택될 때) 무시됩니다.

너무 짧아서 계측기가 지정된 버스트 카운트 및 주기로 출력할 수 없는 버스트 주기는 지정할 수 없습니다. 버스트 주기가 너무 짧으면 계측기에서 버스트를 지속적으로 다시 트리거하는 데 필요한 수준으로 주기를 높입니다.

전면 패널 작동

[Burst] > Burst Period를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 접두사 단위를 선택하여 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}
```

시작 위상

버스트의 시작 위상으로, -360 ~ +360도(기본값 0)입니다.

– UNIT:ANGLe로 시작 위상 단위를 지정합니다.

– 항상 전면 패널에 각도(라디안 아님)로 표시됩니다. 원격 인터페이스에서 라디안으로 설정되면 계측기는

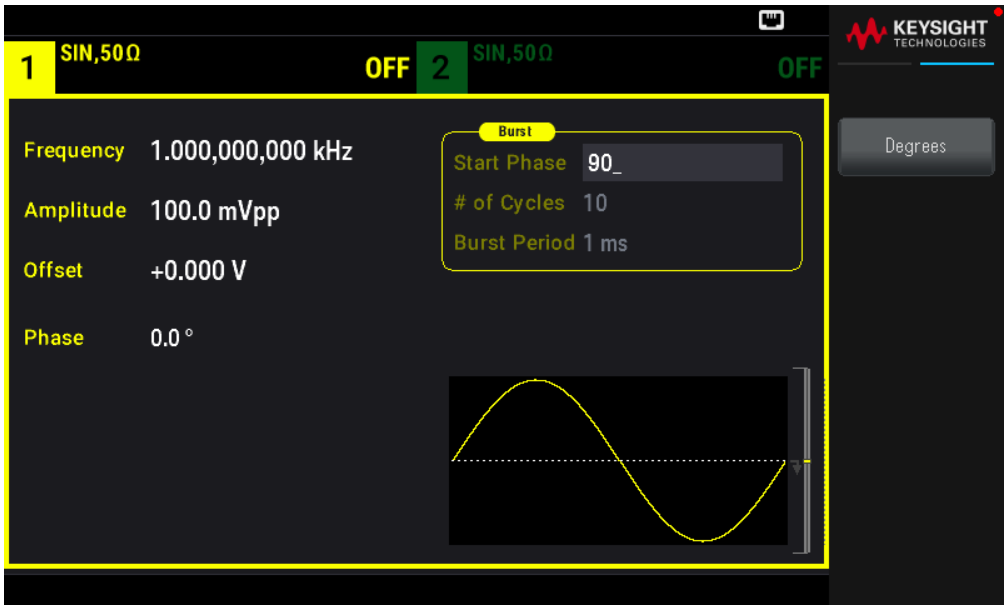
전면에서 값을 각도로 변환합니다.

– 사인, 사각형 및 램프의 경우 0도는 파형은 양수 방향으로 0V(또는 DC 오프세스)를 교차하는 포인트입니다. 임의 파형의 경우에는 첫째 파형 포인트가 0도입니다. 시작 위상은 노이즈에 영향을 주지 않습니다.

– 시작 위상은 게이트 버스트 모드에서도 사용됩니다. 게이트 신호가 false가 되면 현재 파형 사이클이 완료되고 출력은 시작 버스트 위상에 해당하는 전압 레벨을 유지합니다.

전면 패널 작동

[Burst] > Start Phase를 누릅니다. 숫자 키패드나 노브 및 화살표를 사용하여 원하는 값을 설정합니다. 키패드를 사용하는 경우 Degrees를 눌러 완료합니다.



SCPI 명령

```
[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}
```

버스트 트리거 소스

트리거 버스트 모드:

이 계측기에서는 트리거가 수신될 때 지정된 사이클 수(버스트 카운트)에 대한 파형을 출력합니다. 지정된 사이클 수가 출력된 후에 계측기는 중지된 후 다음 트리거를 대기합니다.

– IMMediate(내부): 계측기는 버스트 모드가 활성화될 때 연속해서 출력합니다. 버스트가 생성되는 속도는 BURSt:INTernal:PERiod로 결정됩니다.

– EXTernal: 계측기는 전면 패널 Ext Trig 커넥터에서 하드웨어 트리거를 수용합니다. 계측기에서는 Ext Trig 는 적절한 극성을 갖는 레벨 전환을 수신할 때마다 지정된 사이클 수의 단일 버스트를 출력합니다(TRIGger[1|2]:SLOPe). 버스트 동안의 외부 트리거 신호는 무시됩니다.

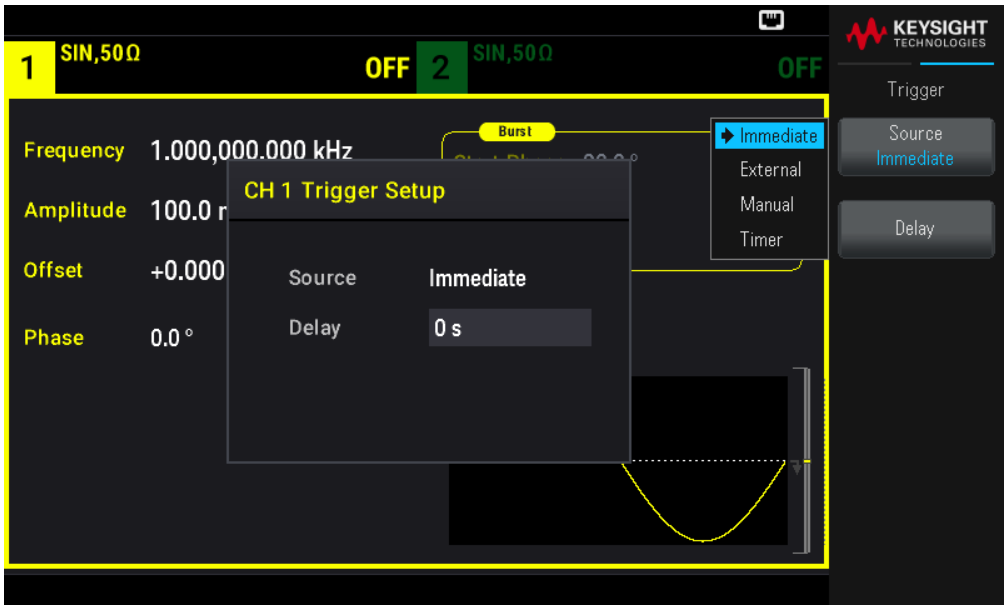
– BUS(소프트웨어): 계측기는 버스 트리거(*TRG)가 수신될 때마다 하나의 버스트를 시작합니다. 계측기가 버스 트리거를 대기할 때 전면 패널 [Trigger] 키가 켜집니다.

– EXTernal 또는 BUS: 버스트 카운트 및 버스트 위상은 유효하지만 버스트 주기는 무시됩니다.

– TIMer: 트리거 이벤트는 INIT가 발생하는 즉시 첫 번째 트리거가 진행되며 타이머로 간격이 지정됩니다.

전면 패널 작동

[Trigger] > Trigger Setup > Source를 누릅니다.



계측기가 Ext Trig 커넥터에서 신호의 상승 에지에서 트리거될지 또는 하강 에지에서 트리거될지를 지정하려면 Trigger Setup을 선택하기 전에 외부 트리거 소스를 선택하십시오.

SCPI 명령

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

자세한 내용은 트리거링을 참조하십시오.

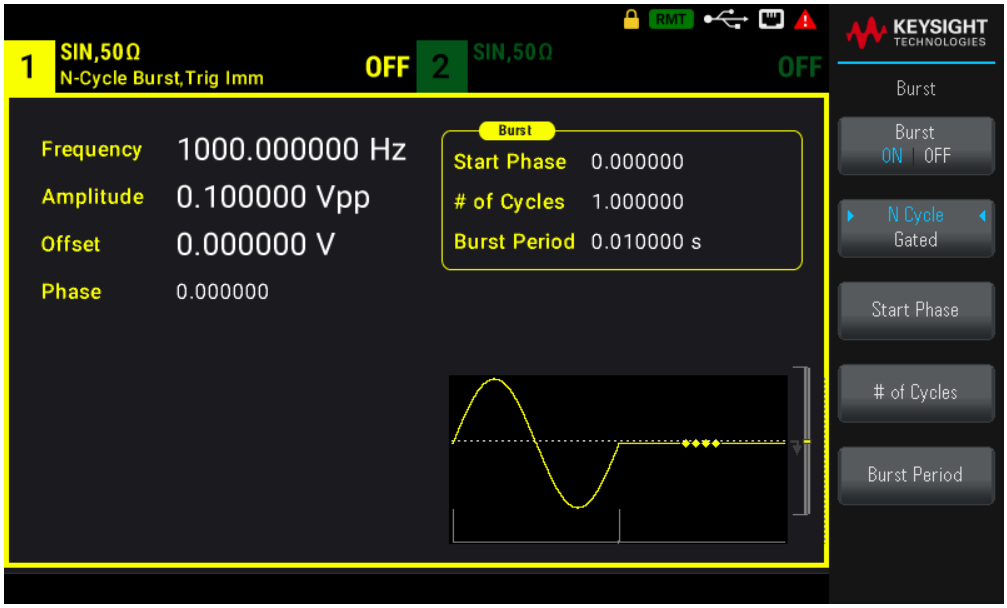
참고 트리거 모드가 **Timer**로 설정된 상태로 듀티 사이클이 트리거된 버스트 사각파에서 변경되면 현재 버스트가 완료되고 버스트의 듀티 사이클이 변경되기 전에 하나의 추가 버스트가 실행됩니다.

트리거 출력 신호

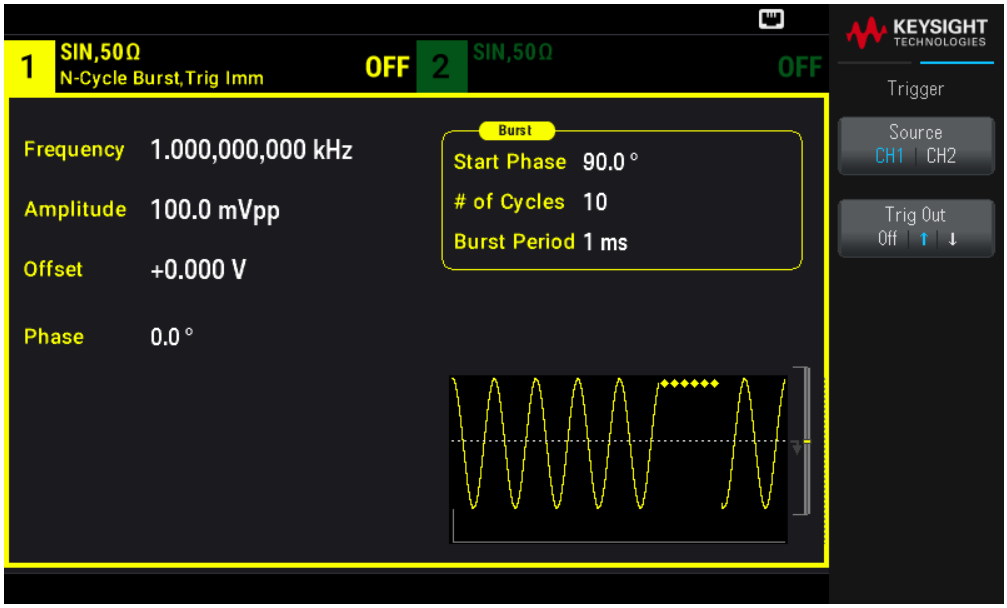
자세한 내용은 트리거 출력 신호를 참조하십시오.

전면 패널 작동

1. [Burst] > Burst ON | OFF > Burst ON | OFF를 누릅니다.



2. [Trigger] > Trig Out Setup을 누릅니다.
3. 그런 후 이 소프트키를 사용하여 원하는 에지 방향을 선택합니다. Trig Out Off | (Up) | (Down).을 누릅니다.



SCPI 명령

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}
```

트리거

이 단원에서는 계측기의 트리거링 시스템에 대해 설명합니다.

트리거 개요

이 트리거링 정보는 스위프 및 버스트에 한해 적용됩니다. 내부 트리거, 외부 트리거, 타이머 트리거 또는 수동 트리거를 사용하여 스위프 또는 버스트에 대한 트리거를 실행할 수 있습니다.

– Internal 또는 "automatic"(기본값): 스위프 또는 버스트 모드를 선택하면 계측기가 계속 출력합니다.

– 외부: 전면 패널 Ext Trig 커넥터를 사용하여 스위프 또는 버스트를 제어합니다. 이 계측기는 Ext Trig가 펄스를 수신할 때마다 하나의 스위프를 시작하거나 하나의 버스트를 출력합니다. 계측기가 상승 에지에서 트리거할지 하강 에지에서 트리거할지를 선택할 수 있습니다.

– Manual: 트리거는 전면 패널에서 [Trigger]를 누를 때마다 하나의 스위프를 시작하거나 하나의 버스트를 출력합니다.

– 목록을 스위프할 경우 트리거는 파형을 목록의 다음 주파수로 이동합니다.

– [Trigger] 키는 원격에서 버스트 또는 스위프 이외 기능이 현재 선택될 경우 비활성화됩니다.

트리거 소스

이 트리거링 정보는 스위프 및 버스트에 한해 적용됩니다. 계측기가 트리거를 수신하는 소스를 지정해야 합니다.

– 스위프 또는 버스트 트리거 소스: Immediate(기본값), External, Manual 또는 Timer.

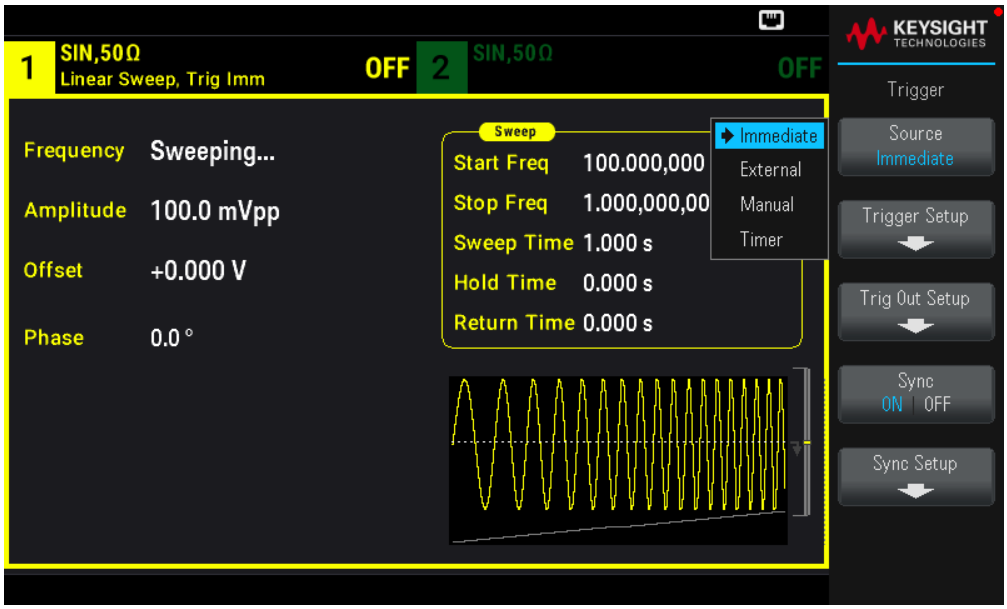
– 계측기는 수동 트리거를 수용하거나, 하드웨어가 전면 패널 Ext Trig 커넥터에서 트리거하거나, 내부 트리거를 사용하여 스위프 또는 버스트를 연속해서 출력합니다. 타이머에 따라 버스트를 트리거할 수도 있습니다. 전원을 켤 때는 즉시 트리거가 선택됩니다.

– 트리거 소스 설정은 휘발성입니다. 전원 사이클 또는 *RST에 따라 내부 트리거(전면 패널) 또는 즉각(원격 인터페이스)으로 설정하십시오.

전면 패널 작동

스위프 또는 버스트를 활성화합니다. 그런 다음

[Trigger] > Source를 누릅니다.



SCPI 명령

```
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
```

APPLy 명령은 소스를 자동으로 Immediate로 설정합니다.

즉시 트리거링

내부 트리거 모드(기본값): 계측기에서는 스위프 또는 버스트를 연속해서 출력합니다(스위프 시간 또는 버스트 주기로 지정).

전면 패널 작동

[Trigger] > Source Immediate를 누릅니다.

SCPI 명령

```
TRIGger:SOURce IMMediate
```

수동 트리거링

수동 트리거 모드(전면 패널에만 해당): [Trigger]를 눌러 계측기를 수동으로 트리거합니다. [Trigger]를 누를 때마다 계측기가 스위프 또는 버스트 하나를 개시합니다. 트리거 메뉴가 열려 있고 계측기가 수동 트리거를 대기하고 있을 때는 버튼에 불이 들어옵니다. 트리거 메뉴가 열려 있지는 않지만 계측기가 수동 트리거를 대기하고 있을 때는 버튼이 깜박입니다. 계측기가 원격 상태일 때는 키가 비활성화됩니다.

전면 패널 작동

[Trigger] > Source Manual을 누릅니다.

외부 트리거링

외부 트리거 모드에서 계측기는 전면 패널 Ext Trig 커넥터에서 하드웨어 트리거를 수용합니다. 계측기는 Ext Trig에서 지정한 에지를 가진 TTL 펄스를 수신할 때마다 스위프 또는 버스트를 시작합니다. 외부 트리거 모드는 Ext Trig 커넥터에 트리거를 적용한다는 점을 제외하면 수동 트리거 모드와 유사합니다.

아래의 트리거 입력 신호를 참조하십시오.

전면 패널 작동

[Trigger] > Source External을 누릅니다.

계측기가 상승 에지에서 트리거되는지 또는 하강 에지에서 트리거되는지를 지정하려면 Trigger Setup을 누르고 Slope를 눌러 에지 방향을 선택하십시오.

SCPI 명령

```
TRIGger:SOURce EXTernal

TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
```

소프트웨어(버스) 트리거링

원격 인터페이스에서만 사용 가능한 이 트리거링은 전면 패널에서 사용하는 수동 트리거 모드와 유사하지만 버스 트리거 명령을 사용하여 계측기를 트리거한다는 점이 다릅니다. 계측기는 버스 트리거 명령이 수신될 때마다 단일 스위프를 개시하거나 단일 버스트를 출력합니다. 버스 트리거 명령이 수신되면 키가 깜박입니다.

버스 트리거 소스를 선택하려면 TRIGger:SOURce BUS를 전송합니다.

버스 소스가 선택될 때 원격 인터페이스(USB 또는 LAN)에서 계측기를 트리거하려면 TRIG 또는 *TRG(트리거)를 전송합니다. 계측기가 버스 트리거를 대기할 때 전면 패널 [Trigger] 키가 켜집니다.

전면 패널 작동

[Trigger] > Source Manual을 누릅니다.

타이머 트리거링

타이머 트리거 모드는 고정 주기에 따라 트리거를 실행합니다. 버스 트리거 소스를 선택하려면 TRIGger:SOURce TIMer를 전송합니다.

전면 패널 작동

[Trigger] > Source Timer를 누릅니다.

트리거 입력 신호

이 전면 패널 커넥터는 다음 모드에서 사용됩니다.

– **트리거된 스위프 모드**: [Trigger]> Trigger Setup > Source External**을 누르거나** TRIG:SOUR EXT를 실행합니다(스위프를 활성화해야 함). 올바른 극성의 레벨 전환이 Ext Trig 커넥터에서 수신되면 계측기는 단일 스위프를 출력합니다.

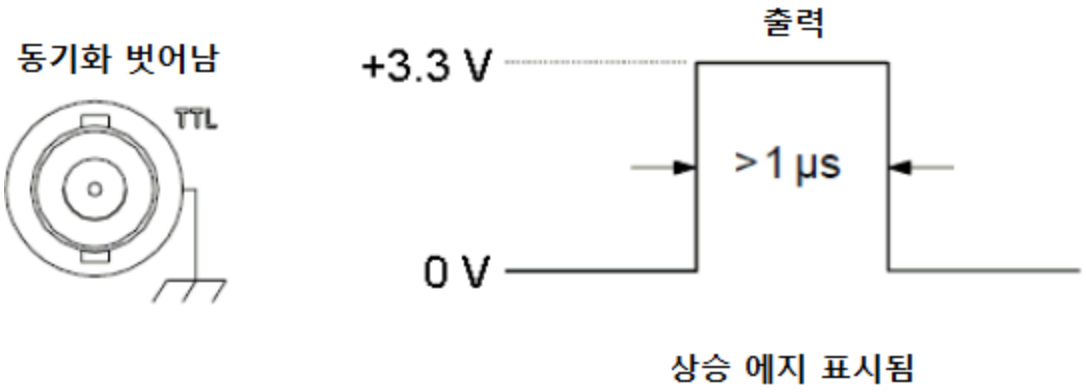
– **트리거된 버스트 모드**: [Trigger] >Trigger Setup > Source External을 누르거나 TRIG:SOUR EXT를 실행합니다(버스트를 활성화해야 함). 지정된 트리거 소스에서 트리거가 수신될 때마다 계측기가 지정된 사이클 수(버스트 카운트)의 파형을 출력합니다.

– **외부 게이트 버스트 모드**: Gated 소프트키를 누르거나 버스트가 활성화된 상태로 BURS:MODE GAT를 실행합니다. 외부 게이트 신호가 참이면 계측기에서 연속 파형을 출력합니다. 외부 게이트 신호가 거짓이 되면 현재 파형 사이클이 완료된 다음 계측기가 시작 버스트 위상에 해당하는 전압 레벨을 유지하면서 정지됩니다. 노이즈의 경우 게이트 신호가 거짓이 되면 출력이 즉시 정지됩니다.

트리거 출력 신호

주의 트리거 출력 신호는 섀시에 참조됩니다. 이러한 케이블을 연결하거나 분리할 때 두 신호를 동시에 건드리지 않도록 주의하십시오. 이러한 케이블을 연결하거나 분리하기 전에 계측기 출력에 대한 연결에서 전력을 끊으십시오.

– "트리거 아웃" 신호가 전면 패널 Sync Out 커넥터에서 제공됩니다(버스트 및 스위프에서만 사용). 활성화되면 상승 에지(기본값) 또는 하강 에지가 있는 펄스가 스위프 또는 버스트 맨 처음에 이 커넥터에서 출력됩니다.



– Internal(즉각) 또는 Timer 트리거 소스: 계측기는 스위프 또는 버스트 맨 처음에 Sync Out 커넥터에서 50% 듀티 사이클의 사각파를 출력합니다. 파형 주기는 지정한 스위프 시간 또는 버스트 주기와 같습니다.

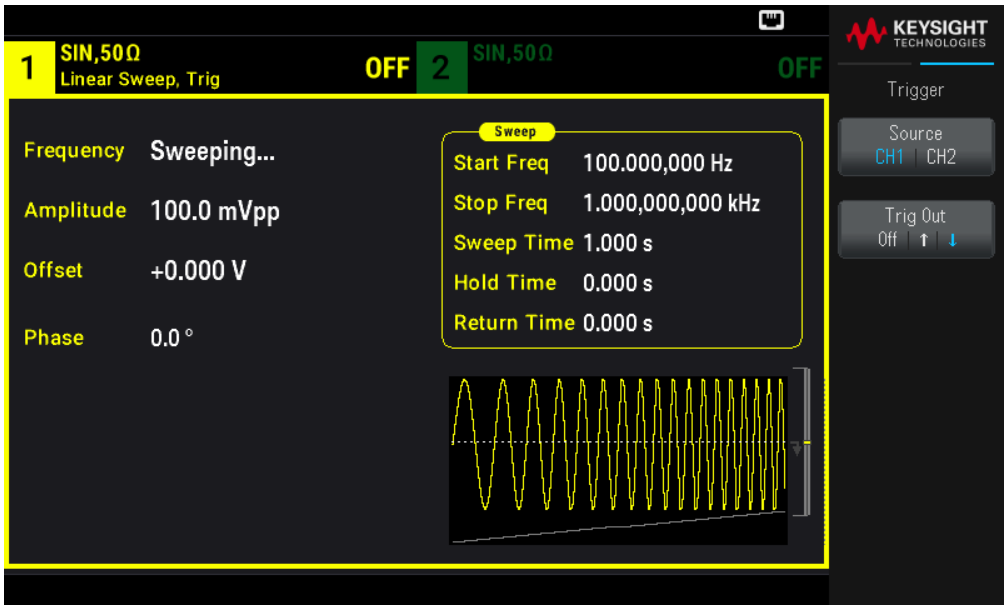
– External 트리거 소스: 계측기는 "트리거 아웃" 신호를 비활성화합니다.

– Bus(소프트웨어) 또는 수동 트리거 소스: 계측기는 각 스위프 또는 버스트 맨 처음에 Sync Out 커넥터에서 펄스(>1µs 펄스 폭)를 출력합니다.

전면 패널 작동

1. 스위프 또는 버스트를 활성화합니다.
2. 그런 후 [Trigger] > Trig Out Setup을 누릅니다.

3. 그런 후 이 소프트키를 사용하여 원하는 에지 방향을 선택합니다. Trig Out Off | (Up) | (Down).



SCPI 명령

```
OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}
```

시스템 관련 작업

이 단원에서는 계측기 상태 저장소, 전원 차단 호출, 오류 상황, 자가 테스트 및 디스플레이 제어에 대해 다룹니다. 파형 발생과 관련이 없지만, 이러한 작업은 계측기 작동에 중요합니다.

계측기 상태 저장

- 두 가지 방법으로 계측기 상태를 저장 및 검색할 수 있습니다.
  - 상태 파일 - 전면 패널이나 MMEMory:STORe:STATe 및 MMEMory:LOAD:STATe 사용
  - 메모리 위치 0 ~ 4, *SAV 및 *RCL 사용
- 두 상태 저장소 방법 모두 선택한 기능(임의 파형 포함), 주파수, 진폭, DC 오프셋, 듀티 사이클, 대칭 및 변조 파라미터를 기억합니다.
- 저장된 상태는 *RST의 영향을 받지 않습니다. 저장된 상태는 덮어쓰거나 구체적으로 삭제할 때까지 유지됩니다.

전면 패널 작동

계측기 상태 저장 또는 검색을 참조하십시오.

계측기 전원 켜기 상태

전원을 켤 때 위치 0에서 계측기를 전원 차단 상태로 구성할 수 있습니다. 출고 시 기본값은 전원이 켜지면 출고 시 기본 상태를 불러오는 것입니다.

전면 패널 작동

[System] > Power On Setting > Power On Factory Default 또는 Power On State 0을 누릅니다.

SCPI 명령

```
MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}
```

라이선스 옵션

이 페이지를 통해 계측기 라이선스 옵션을 볼 수 있습니다.

전면 패널 작동

[System](시스템) > Help(도움말) > License Options(라이선스 옵션)를 누릅니다.

오류 상황

최대 20개의 명령 구문 또는 하드웨어 오류를 오류 대기열에 저장할 수 있습니다. 자세한 내용은 *EDU33210 시리즈 프로그래밍 설명서*의 "SCPI 오류 메시지"를 참조하십시오.

전면 패널 작동

[System] > Help > Error View를 누릅니다.

SCPI 명령

```
SYSTem:ERRor?
```

신호음 제어

계측기는 전면 패널 또는 원격 인터페이스에서 오류가 생성될 때 일반적으로 신호음을 울립니다.

이 설정은 비휘발성으로, 전원을 껐다 켜거나 *RST를 실행해도 변경되지 않습니다.

전면 패널 작동

[System] > User Settings > Beeper ON | OFF를 누릅니다.

SCPI 명령

```
SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}
SYSTem:BEEPer
```

Key Click

계측기에서는 전면 패널 키 또는 소프트키를 누를 때 클릭음을 발생합니다.

이 설정은 비휘발성으로, 전원을 껐다 켜거나 *RST를 실행해도 변경되지 않습니다.

전면 패널 작동

[System] > User Settings > Key Click ON | OFF를 누릅니다.

SCPI 명령

```
SYSTem:CLICk:STATe {ON|1|OFF|0}
```

디스플레이 끄기

보안상의 이유로 또는 계측기가 원격 인터페이스 명령을 실행하는 속도를 단축하기 위해 디스플레이를 끌 수 있습니다.

전면 패널 작동

[System] > User Settings > Display ON | OFF를 누릅니다.

아무 키나 누르면 디스플레이가 다시 켜집니다.

SCPI 명령

```
DISPlay {ON|1|OFF|0}
```

디스플레이 밝기

2분 동안 비활성 상태를 유지한 후에 디스플레이 밝기가 자동으로 흐려지도록(100%~10%) 설정할 수 있습니다. 이 기능은 전면 패널에서만 설정할 수 있습니다.

이 설정은 비휘발성으로, 전원을 껐다 켜거나 *RST를 실행해도 변경되지 않습니다.

전면 패널 작동

[System] > User Settings > Auto Dimming ON | OFF를 누릅니다.

날짜 및 시간

계측기의 날짜 및 시간 시계를 설정할 수 있습니다.

전면 패널 작동

[System] > User Settings > Date / Time을 누릅니다.

SCPI 명령

```
SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>
SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>
```

파일 관리

복사, 이름 바꾸기 삭제 및 새 폴더 생성을 포함하는 파일 관리 작업을 수행할 수 있습니다.

전면 패널 작동

[System] > Store/Recall > File Manager를 누릅니다.

파일이나 폴더를 복사하거나 이름을 바꾸거나 삭제할 수 있습니다. 폴더를 삭제하면 폴더 내의 모든 파일이 제거되므로 폴더 내의 모든 파일을 삭제하려고 할 수 있습니다.

가장 중요한 소프트키는 수행할 작업의 위치를 지정할 수 있는 Switch Pane입니다. 일단 수행할 작업의 위치를 선택한 경우 Select를 눌러 관리할 파일을 선택합니다. 작업을 실행할 준비가 완료되었으면 Rename, Copy 또는 Delete를 누릅니다.

SCPI 명령

*EDU33210 시리즈 프로그래밍 안내서*에서 "MEMory" 및 "MMEMory 하위 시스템"을 참조하십시오.

자가 테스트

계측기를 켤 때 계측기가 작동하는지를 확인할 수 있도록 제한적인 전원 켜기 자가 테스트가 수행됩니다. 전체 자가 테스트를 수행할 수도 있습니다. 자세한 내용은 *EDU33210 시리즈 서비스 안내서*에서 "자가 테스트 절차"를 참조하십시오.

전면 패널 작동

[System] > Instr. Setup > Self Test를 누릅니다.

SCPI 명령

```
*TST
```

펌웨어 리비전 쿼리

*IDN?를 전송하여 현재 설치된 펌웨어 리비전을 확인합니다. 쿼리에서는 다음 형식의 문자열을 반환합니다.

Keysight Technologies,[모델 번호],[10자 일련번호],[펌웨어 리비전 번호]

펌웨어 리비전 번호 예: K-01.00.04-01.00-01.00-01.00-01.00

전면 패널 작동

[System] > Help > About을 누릅니다. 표시되는 QR 코드를 스캔하여 이 계측기와 관련된 설명서를 봅니다.

SCPI 명령

```
*IDN?
```

SCPI 언어 버전 쿼리

계측기는 최신 SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments) 버전의 규칙과 규약을 준수합니다. SYSTem:VERSion?을 사용하여 계측기가 컴파일하는 SCPI 버전을 확인합니다. 쿼리에서는 "YYYY.V" 형식의 문자열을 반환하며, 이 문자열은 연도 및 해당 연도의 버전 번호(예: 1999.0)를 나타냅니다.

I/O 구성

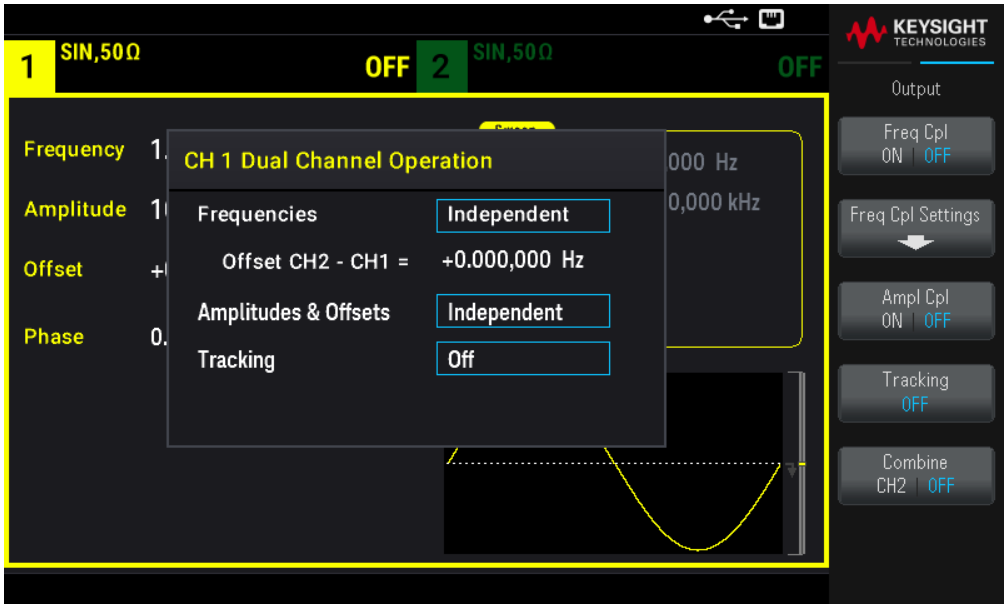
자세한 내용은 원격 인터페이스 연결 및 원격 인터페이스 구성을 참조하십시오.

이중 채널 작동

이 섹션에서는 이중 채널 작동과 관련된 대부분의 항목에 대해 다룹니다.

이중 채널 작동 입력

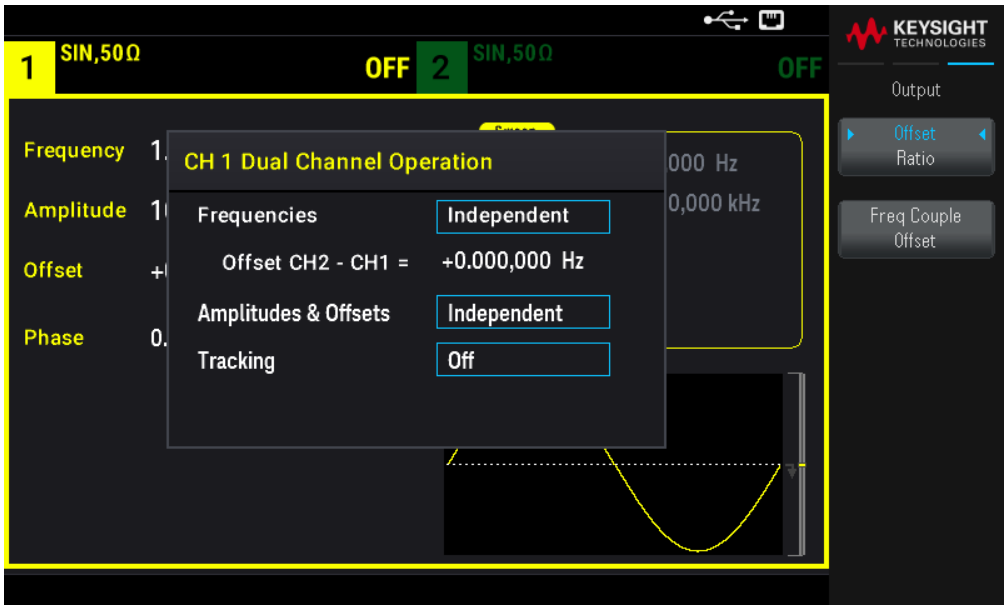
채널 출력 버튼을 누른 다음, Dual Channel을 차례로 눌러 이중 채널 구성을 입력합니다.



주파수 커플링

주파수 커플링을 사용하면 채널 간 오프셋이나 일정 비율을 통해 채널 간의 주파수 또는 샘플링 속도를 커플링할 수 있습니다. Freq Cpl ON | OFF를 눌러 주파수 커플링을 켜거나 끄고 Freq Cpl Settings를 눌러 주파수 커플링을 구성합니다.

Freq Cpl Settings 소프트키를 누르면 아래와 같은 메뉴가 열립니다. 첫 번째 소프트키를 누르면 주파수를 비율로 커플링할지 오프셋으로 커플링할지를 지정할 수 있으며, 둘째 소프트키로는 비율 또는 오프셋을 지정할 수 있습니다.



진폭 커플링

Ampl Cpl ON | OFF 소프트키로 활성화할 수 있는 진폭 커플링 기능은 한 채널에서 진폭이나 오프셋을 변경하면 두 채널에 모두 변경 사항이 적용되도록 채널 간의 진폭과 오프셋 전압을 커플링합니다.

추적

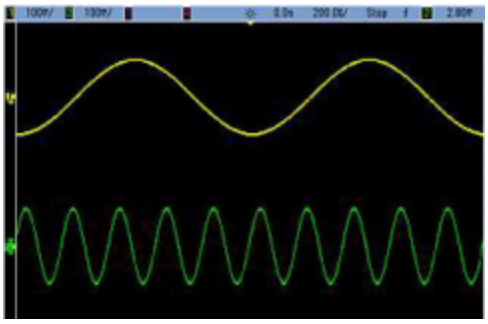
Tracking 소프트키로 구성할 수 있는 추적 기능에는 OFF, Identical, Inverted 세 가지 모드가 있습니다.

- 추적이 OFF 경우, 두 채널이 독립적으로 작동합니다.
- 추적이 Identical인 경우, 두 채널이 한 채널처럼 작동합니다.
- 세 번째 모드인 Inverted는 채널의 출력을 서로 반전시켜 두 출력을 모두 사용하는 차동 채널을 생성합니다.

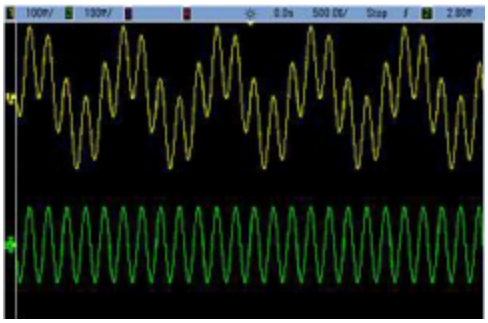
조합

Combine 기능은 두 출력을 하나의 커넥터에 조합합니다. 채널1 메뉴에서 CH2를 선택하면 두 채널이 채널 1에 조합되며, 채널 2 메뉴에서 CH1을 선택하면 두 채널이 채널 2에 조합됩니다.

아래 그림에서 상단 파형은 채널 1의 100mVpp, 1kHz 사인 파형이고 하단 파형은 채널 2의 100mVpp, 5kHz 사인 파형입니다.

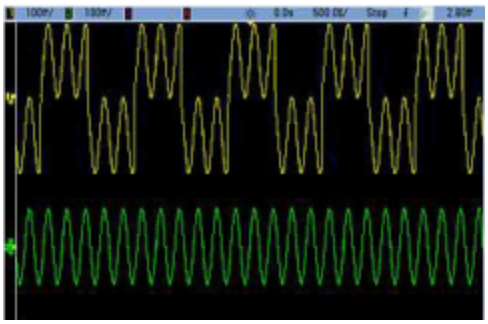


아래 그림에는 두 출력이 채널 1에 조합된 모습이 나와 있습니다. 더 많은 사이클을 표시하기 위해 X축이 압축(축소)되었습니다.

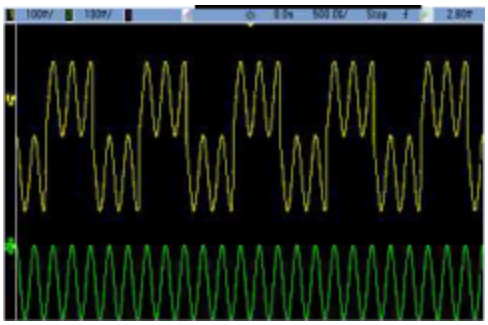


작동 정보

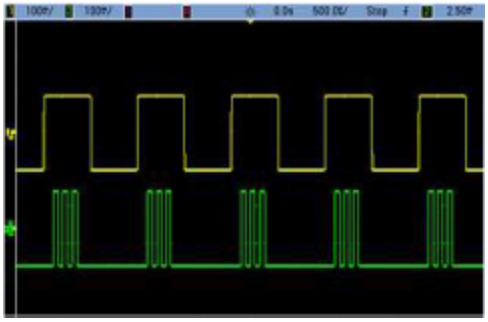
조합되는 신호가 같은 유형일 필요는 없습니다. 예를 들어 이 그림은 채널 2의 동일한 5kHz 채널이 채널 1의 100mVpp 사각 파형과 조합된 모습입니다.



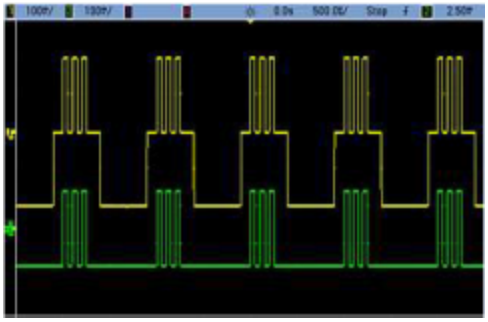
신호가 조합될 때 DC 오프셋 값은 함께 합산되지 않습니다. 수신 채널의 DC 오프셋만이 조합된 출력에 사용됩니다. 아래 그림에서는 채널 1에 추가된 50 a mV DC 오프셋을 보여줍니다. 채널 2에 추가된 50mV는 무시됩니다.



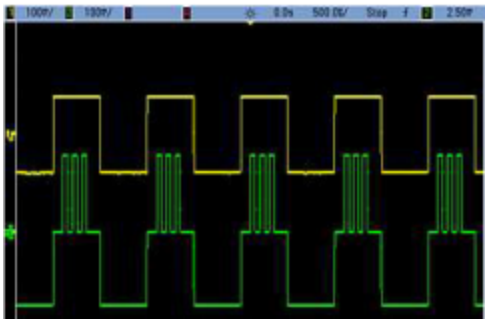
버스트에도 조합을 사용할 수 있습니다. 예를 들어 아래 이미지에서는 채널 1에 1kHz의 사인 파형이 있으며 채널 2에 5kHz 사인 파형의 3사이클 버스트가 있습니다.



이 신호들이 채널 1에서 조합되면 아래 보이는 것처럼 단순히 두 신호가 추가된 진폭이 됩니다.



아래 나온 것처럼 채널 2에서도 신호를 조합할 수 있습니다.



5 특성 및 사양

참고 EDU33210 시리즈 트루폼 임의 파형 발생기 특성 및 사양을 보려면, https://www.keysight.com/us/en/assets/3121-1004/data-sheets/EDU33210-Series-20-MHz-Function-Arbitrary-Waveform-Generators.pdf의 데이터시트를 참조하십시오.

6 측정 자습서

임의 파형

의사 가우시안 노이즈

PRBS

변조

버스트

주파수 스위프

AC 신호의 특성

신호 결함

이 단원에서는 다양한 파형 유형 및 계측기 작동 모드의 작동 정보 이론에 대해 설명합니다. 마지막 두 항목에는 신호 품질을 개선하는 데 도움이 되는 정보가 포함되어 있습니다.

임의 파형

계측기의 표준 파형으로는 충족되지 않는 요구를 임의 파형으로 충족할 수 있습니다. 예를 들어, 고유한 자극이 필요하거나, 오버슈트, 벨소리, 글리치 또는 노이즈와 같은 신호 결함을 자극하려고 할 수 있습니다. 임의 파형은 매우 복잡하게 만들 수 있으므로 최신 통신 시스템의 신호를 시뮬레이션하는 데 적합합니다.

최소 8포인트에서 최대 1,000,000포인트를 포함하는 임의 파형을 생성할 수 있습니다. 계측기에서는 "샘플"이라는 이러한 수치 데이터 요소를 메모리에 저장한 후, 파형이 생성될 때 전압으로 변환합니다. 포인트가 판독되는 주파수는 "샘플링 속도"이며 파형 주파수는 샘플링 속도를 파형의 포인트 수로 나눈 값과 같습니다. 예를 들어, 파형에 40개의 포인트가 있고 샘플링 속도가 10MHz라고 가정합니다. 주파수는 (10MHz)/40 = 250kHz가 되고 주기는 4µs가 됩니다.

본 계측기는 ARB 파일을 직접 재생할 수 있습니다. 내부 또는 USB 메모리에 있는 지정된 arb 파일(.arb)을 로드하려면, [Waveforms] > Arb > Arbs > Select Arb를 누릅니다.

CSV 형식의 한 열로 된 데이터 파일을 가져올 수도 있습니다. 파일을 가져오려면, [Waveforms] > Arb > Arbs > Import Data를 누릅니다. 그러면 파일 가져오기 프로세스를 신속하게 안내하는 메뉴 인터페이스가 열립니다.

.CSV 파일의 각 값은 (빼기 기호 및 소수점을 포함하여) 7자로 제한됩니다. 예를 들어, -0.1234와 같습니다.

.CSV 파일에 7자를 초과한 값이 있는 경우, 함수 생성기에서 CSV 파일을 가져올 수 없습니다.

파형 필터

계측기에는 임의 파형 생성 시 포인트 간의 전환을 부드럽게 하는 필터가 두 개 포함되어 있습니다.

– 일반 필터: 와이드, 플랫 주파수 응답이지만 해당 스텝 응답은 오버슈트 및 벨소리를 발생합니다.

– 스텝 필터: 거의 동일한 스텝 응답이지만 주파수 응답에서 일반 필터보다 더 많은 롤오프가 발생합니다.

– Off: 출력이 포인트 간에 갑자기 변경되며 전환 시간은 약 10ns입니다.

각 필터의 컷오프 주파수는 파형 샘플링 속도의 고정된 부분입니다. 일반 필터의 응답은 샘플링 속도의 27%에서 -3 dB이며, 스텝 필터의 응답은 샘플링 속도의 13%에서 -3 dB입니다. 예를 들어 100MSa/s로 임의 파형을 재생하는 경우 일반 필터의 -3dB 주파수 대역폭은 27MHz입니다.

필터를 끄기 전 샘플링 속도가 250MSa/s보다 큰 경우 필터를 끄면 샘플링 속도가 더 낮은 속도로 변경될 수 있습니다.

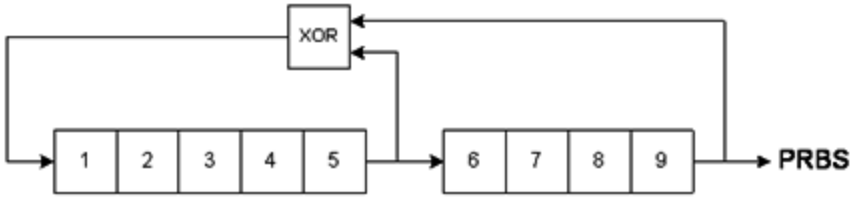
의사 가우시안 노이즈

노이즈 파형은 양적 및 질적 통계 속성용으로 최적화됩니다. 이 파형은 50년 이상의 연속 작동 동안 반복되지 않습니다. 실질적인 가우시안 분포와 달리, 계측기의 Vpp 설정을 벗어나는 전압을 얻을 확률은 0입니다. 파고율(피크 전압을 RMS 전압으로 나눈 값)은 약 4.6입니다.

노이즈 대역폭은 1mHz에서 계측기의 최대 대역폭까지 변화시킬 수 있습니다. 노이즈 신호의 에너지는 DC에서 선택된 대역폭까지의 대역에 집중되므로 대역폭 설정이 더 낮을 경우 신호가 관심 있는 대역에서 더 높은 스펙트럼 밀도를 보입니다. 예를 들어, 오디오 작업에서는 대역이 30MHz로 설정된 경우보다 오디오 대역 신호 강도를 30dB 더 높게 발생하도록 대역폭을 30kHz로 설정할 수 있습니다.

PRBS

PRBS(Pseudo-Random Bit Sequence)는 두 가지 레벨(하이 및 로우)을 포함하며 시퀀스 생성 알고리즘을 모르는 경우에는 예상하기 어려운 형식으로 두 레벨 간에 전환됩니다. PRBS는 아래에 나와 있는 것처럼 LFSR(Linear-Feedback Shift Register)에 의해 생성됩니다.



LFSR은 포함된 단계 수와 피드백 네트워크 내의 XOR(배타적 논리합) 게이트에 피드할 단계("탭")에 의해 지정됩니다. PRBS 출력을 마지막 단계에서 가져옵니다. 탭을 적절히 선택하면 L 단계 LFSR은 길이가 $2^L - 1$인 PRBS를 반복적으로 생성합니다. LFSR의 클럭 주파수에 따라 PRBS의 "비트 레이트"가 결정됩니다.

L을 7, 9, 11, 15, 20 또는 23으로 설정하여 127~8,388,607비트 길이 시퀀스를 지정합니다.

L의 기본값은 7이며 127비트 시퀀스에 해당합니다.

변조

AM(진폭 변조)

계측기는 다음 두 가지 형식의 AM을 구현합니다.

– DSB-FC(Double-sideband full-carrier) - ITU가 A3E로 지정되어 있으며 AM 브로드캐스팅에 사용됩니다.

DSB-FC에 사용되는 방정식은 다음과 같습니다.

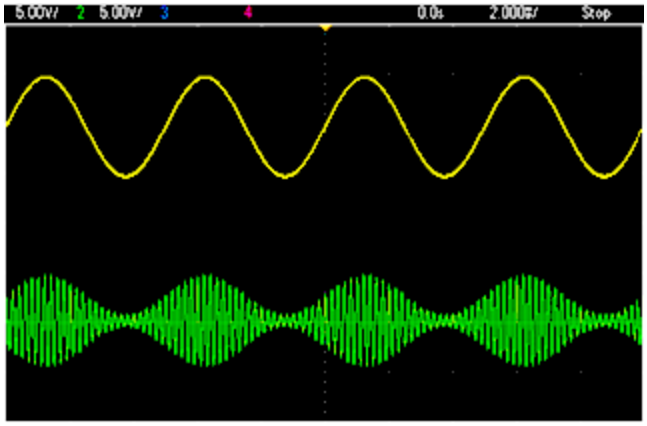
$$y(t)= [(½)+(½)\cdot d\cdot m(t)]\cdot A_C\cdot \sin(\omega_C t)$$

여기서,

m(t)는 변조 신호입니다.
A_C는 반송파 진폭입니다.
ω_C는 반송파의 반송파 주파수입니다.
d는 "변조 깊이"이거나 진폭 범위의 일부가 변조에 사용됩니다.

예를 들어, 80%의 깊이 설정은 내부 또는 최대 범위(±5 V) 외부 변조 신호에서 진폭 설정의 10% ~ 90% 사이로 진폭을 변화시킵니다(90% - 10% = 80%). 계측기의 최대 출력 전압(±5V ~ 50Ω, ±10V ~ 고임피던스)을 초과하지 않는 경우 깊이를 120%까지 설정할 수 있습니다.

아래에 나타나는 상단 트레이스는 변조 신호를 나타내고, 하단 트레이스는 변조된 반송파를 나타냅니다.



– DSSC(Double-Sideband Suppressed-Carrier). 많은 최신 통신 시스템은 주파수는 같지만 위상 차이가 90도인 두 반송파 각각에서 DSSC를 사용합니다. 이를 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이라 부릅니다.

DSSC에 사용되는 방정식은 다음과 같습니다.

$$y(t)=d\cdot m(t)\cdot\sin(\omega_c t)$$

DSB-SC에서 반송파 신호는 $m(t) < 0$일 때마다 반전됩니다. QAM의 경우 두 번째 반송파 신호는 $\cos(\omega_c t)$이며, 첫 번째 반송파에서 위상이 90도 달라집니다.

FM(주파수 변조)

주파수 변조는 변조 신호에 따라 반송파의 신호 주파수를 변경합니다.

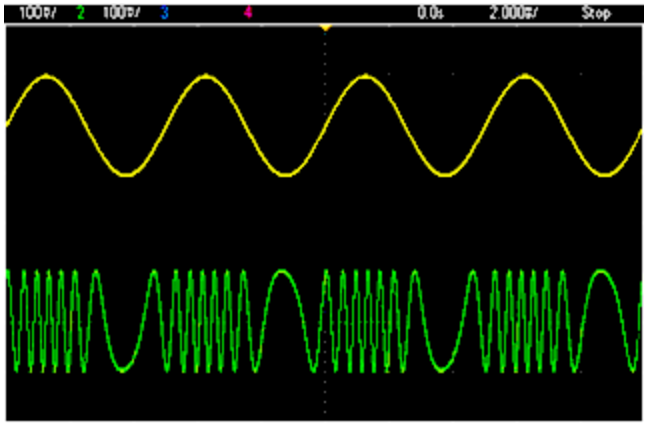
$$y(t)=A_c\cdot\sin[(\omega_c+d\cdot m(t))\cdot t]$$

여기서, m(t)는 변조 신호이며 d는 주파수 편차입니다. 편차가 변조 신호 대역폭의 1% 미만인 FM은 협대역, 그 이외의 FM은 광대역입니다. 다음 방정식을 사용하여 변조된 신호 대역폭의 대략적인 크기를 계산할 수 있습니다.

$BW \approx 2\cdot$(변조 신호 대역폭) - 협대역 FM

$BW \approx 2\cdot$(편차+변조 신호 대역폭) - 광대역 FM

아래에 나타나는 상단 트레이스는 변조 신호를 나타내고, 하단 트레이스는 변조된 반송파를 나타냅니다.



PM(위상 변조)

PM은 FM과 유사하지만 반송파의 주파수가 아닌 위상이 변화됩니다.

$$y(t)=\sin[\omega_c t+d\cdot m(t)]$$

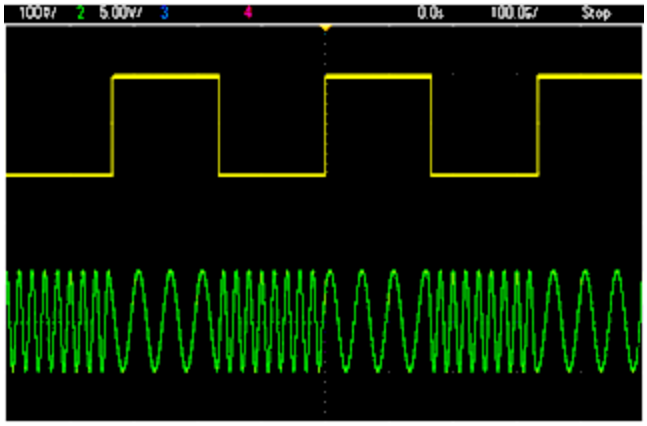
여기서, m(t)는 변조 신호이며 d는 위상 편차입니다.

FSK(Frequency-Shift Keying) 변조

FSK는 두 가지 사전 설정 값인 반송파 주파수와 홉 주파수가 번갈아 반송파 주파수로 사용된다는 점을 제외하고 FM과 비슷합니다. 경우에 따라 홉 주파수와 반송파 주파수를 "마크" 및 "공백"이라고도 합니다. 이러한 값 간 전환이 발생하는 속도는 내부 타이머 또는 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 신호에 따라 결정됩니다. 주파수 변경은 즉각적이며 위상 연속적입니다.

내부 변조 신호는 듀티 사이클이 50%인 사각파입니다.

아래에 나타나는 상단 트레이스는 변조 신호를 나타내고, 하단 트레이스는 변조된 반송파를 나타냅니다.



BPSK(Binary Phase Shift Keying)

BPSK는 두 값 간을 전환하는 것이 주파수가 아니라 반송파 위상이라는 점을 제외하고 FSK와 비슷합니다. 이러한 값 간 전환이 발생하는 속도는 내부 타이머 또는 전면 패널 Ext Trig 커넥터의 신호에 따라 결정됩니다. 위상 변경은 즉각적입니다.

내부 변조 신호는 듀티 사이클이 50%인 사각파입니다.

PWM(펄스 폭 변조)

PWM은 펄스 파형에서만 사용 가능하며 펄스 폭은 변조 신호에 따라 변경됩니다. 펄스 폭이 변동되는 범위를 폭 편차라고 하며, 파형 주기의 비율(즉, 듀티 사이클) 또는 시간 단위로 지정할 수 있습니다. 예를 들어 듀티 사이클 20%의 펄스를 지정하고 편차 5%의 PWM을 활성화하면 듀티 사이클이 변조 신호의 제어 하에 15%에서 25%까지 변화합니다.

가산형 변조(합계)

"Sum" 기능은 변조 신호를 반송파에 합산합니다. 예를 들어, 가변 대역폭 노이즈의 제어된 크기를 신호에 추가하거나 두 톤 신호를 생성할 수 있습니다. 계측기의 내부 변조 발생기는 주 발생기와 동일한 연속 파형을 생성할 수 있으므로 Sum 함수를 사용하여 이전에는 두 계측기가 필요했던 많은 신호를 생성할 수 있게 되었습니다.

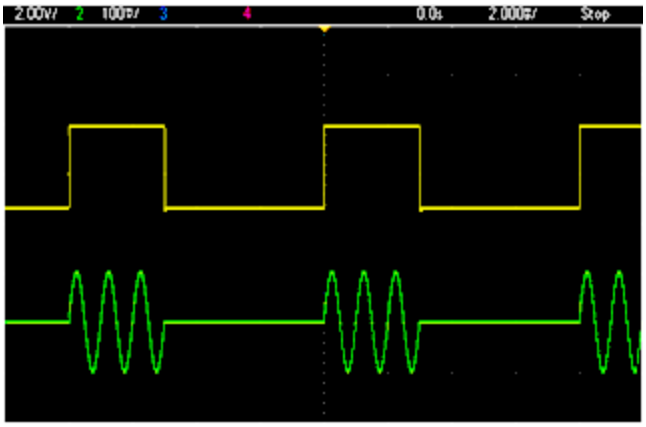
Sum 기능은 변조 신호의 진폭에 따라 출력 신호의 진폭을 늘립니다. 이를 통해 계측기는 더 높은 출력 전압 범위로 전환할 수 있으므로 순간적으로 신호가 손실될 수 있습니다. 이 문제가 발생하면 Range Hold 기능을 켜십시오. 전압 증가로 인해 테스트 대상 장치가 손상될 수 있는 경우 Voltage Limits를 적용하십시오.

버스트

버스트라는 지정된 사이클 수의 파형을 출력하도록 계측기를 구성할 수 있습니다. 다음 두 모드 중 하나로 버스트를 사용할 수 있습니다. N 사이클 버스트("트리거 버스트"라고도 함) 또는 게이트 버스트의 두 가지 모드 중 하나에서 사용할 수 있습니다.

N 사이클 버스트는 특정 파형 사이클 수(1~1,000,000)로 구성되고, 항상 트리거 이벤트로 시작됩니다. 또한 버스트 카운트를 "Infinite"로 설정할 수도 있습니다. 이렇게 하면 계측기가 트리거되면 연속 파형이 발생합니다.

아래 이미지에서 상단 트레이스는 동기 출력이고 하단 트레이스는 메인 출력입니다.



3 사이클 버스트 파형

버스트의 경우 트리거 소스가 외부 신호, 내부 타이머, 키 또는 원격 인터페이스의 명령일 수 있습니다. 외부 트리거 신호의 입력은 전면 패널 **Ext Trig** 커넥터입니다. 이 커넥터는 섀시 접지로 참조됩니다(부동 접지 아님). 입력으로 사용되지 않을 경우 **Ext Trig** 커넥터는 내부 트리거가 발생하는 것과 동시에 다른 계측기를 트리거할 수 있는 출력으로 구성될 수 있습니다.

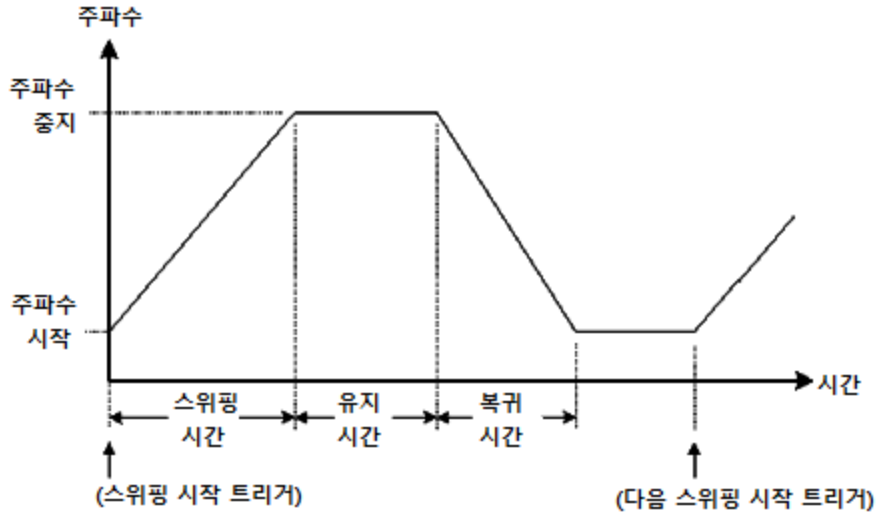
N 사이클 버스트는 항상 시작 위상이라는 파형 내의 동일 포인트에서 시작 및 종료됩니다.

게이트 버스트 모드에서 출력 파형은 전면 패널 **Ext Trig** 커넥터의 신호에 따라 켜지거나 꺼집니다. BURSt:GATE:POLarity를 사용하여 이 신호의 극성을 선택합니다. 게이트 신호가 true이면 계측기는 연속 파형을 출력합니다. 게이트 신호가 거짓이 되면 현재 파형 사이클이 완료된 다음 계측기가 파형 시작 버스트 위상에 해당하는 전압 레벨을 유지하면서 정지됩니다. 노이즈 파형의 경우 출력은 게이트 신호가 false가 되는 즉시 중지됩니다.

주파수 스위프

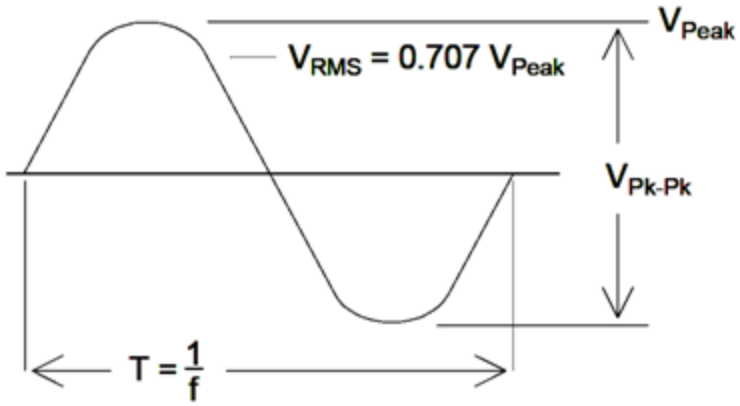
주파수 스위프는 FM과 비슷하지만 변조파가 사용되지 않습니다. 대신, 계측기는 선형 함수나 대수 함수 또는 최대 128의 사용자 지정 주파수 목록에 따라 출력 주파수를 설정합니다. 선형 스위프에서는 출력 주파수가 초당 Hz에 해당하는 상수로 변경되며 로그 스위프에서는 주파수가 초당 데케이드에 해당하는 상수로 변경됩니다. 대수 스위프를 사용하면 저주파의 분해능이 선형 스위프에서 손실될 수 있는 광범위한 주파수 범위에 적용됩니다.

주파수 스위프의 특성은 스위프 시간(주파수가 시작 주파수에서 정지 주파수로 완만하게 변경되는 기간), 홀드 시간(주파수가 정지 주파수로 유지되는 기간), 복귀 시간(주파수가 시작 주파수로 완만한 선형을 이루며 복귀하는 기간)으로 지정됩니다. 트리거 설정은 다음 스위프가 시작될 때를 결정합니다.

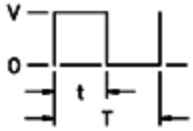


AC 신호의 특성

가장 일반적인 AC 신호는 사인파입니다. 실제로 주기적 신호를 다른 사인파 합계로 표현할 수 있습니다. 사인파 크기는 일반적으로 해당 피크, 피크 대 피크 또는 RMS(평균 제곱근 속력) 값으로 지정됩니다. 이러한 모든 측정값은 파형의 오프셋 전압이 0인 것으로 가정합니다.



파형의 피크 전압은 모든 포인트의 최대 절대값입니다. 피크 대 피크 전압은 최대값과 최소값의 차이입니다. RMS 전압은 모든 파형 포인트의 표준 편차와 같습니다. 또한 신호의 단일 사이클 평균 파워에서 신호의 DC 성분을 뺀 값을 나타냅니다. 파고율은 RMS 값에 대한 신호의 피크 값 비율이며, 파형 형태에 따라 변화합니다. 아래 표에 몇 가지 일반적인 파형과 각각의 파고율, RMS 값이 나와 있습니다.

파형 형태	파고율 (C.F.)	AC RMS	AC+DC RMS
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1-\left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$

파형의 "DC 전압"을 측정하는 데 평균 판독 전압계를 사용하는 경우 판독값이 DC 오프셋 설정과 일치하지 않을 수 있습니다. 이는 파형에서 DC 오프셋에 추가되는 0 이외의 평균 값이 존재할 수 있기 때문입니다.

경우에 따라 AC 레벨이 "1mW 대비 데시벨"(dBm)로 지정되는 경우도 있습니다. dBm은 출력 레벨을 나타내므로 계산을 완료하려면 신호의 RMS 전압과 로드 저항을 알아야 합니다.

dBm = 10 x $\log_{10}$ (P / 0.001), 여기서 P = $VRMS^2$ / RL입니다.

50Ω 로드로 입력되는 사인 파형의 경우 아래 표에 dBm 대 전압 관계가 나와 있습니다.

dBm	{\f4 RMS }{\f5 전압}	피크 대 피크 전압
+23.98dBm	3.54Vrms	10.00Vpp
+13.01dBm	1.00Vrms	2.828Vpp
+10.00dBm	707mVrms	2.000Vpp
+6.99dBm	500mVrms	1.414Vpp
3.98dBm	354mVrms	1.000Vpp
0.00dBm	224mVrms	6 32mVpp
-6.99dBm	100mVrms	283mVpp
-10.00dBm	70.7mVrms	200mVpp
-16.02dBm	35.4mVrms	100mVpp
-30.00dBm	7.07mVrms	20.0mVp
-36.02dBm	3.54mVrms	10.0mVpp
-50.00dBm	0.707mVrms	2.00mVpp
-56.02dBm	0.354mVrms	1.00mVpp

75Ω 또는 600Ω 로드의 경우 다음 변환을 사용하십시오.

dBm(75Ω) = dBm(50Ω) – 1.76

dBm(600 Ω) = dBm(50Ω) – 10.79

신호 결함

사인파의 경우 스펙트럼 분석기를 사용하여 주파수 영역에서 일반적인 신호 결함을 설명하고 확인하기가 가장 쉽습니다. 기본 주파수(또는 "반송파")와 다른 주파수의 출력 신호 성분은 모두 왜곡으로 간주됩니다. 이러한 결함은 고조파 왜곡, 비고조파 의사 신호 또는 위상 노이즈로 분류할 수 있으며 반송파 레벨 대비 데시벨 또는 "dBc"로 지정됩니다.

고조파 왜곡

고조파 성분은 기본 주파수의 정수 배수에 나타나며, 일반적으로 신호 경로의 비선형 성분에 의해 생성됩니다. 낮은 신호 진폭에서는 메인 신호와 결합될 수 있는 다수의 강한 고조파 성분이 포함된 사각 파형인 **동기** 신호가 또 다른 고조파 왜곡의 원인이 될 수 있습니다. 계측기 내에서는 **동기** 신호가 메인 신호 출력과 강력히 격리되지만 외부 케이블에서 커플링이 일어날 수 있습니다. 최상의 결과를 얻기 위해서는 이중 또는 삼중 차폐가 있는 고품질 동축 케이블을 사용하십시오. **동기**가 필요하지 않으면 연결하지 않은 상태로 유지하거나 끄십시오.

비고조파 의사 신호

"스퍼(spur)"라고도 하는 비고조파 의사 성분의 원인 중 하나는 디지털 파형 값을 전압으로 변환하는 디지털-아날로그 컨버터(DAC)입니다. 이러한 DAC 내의 비선형성은 고조파를 나이키스트(Nyquist) 주파수보다 높게 상승시켜 더 낮은 주파수로 앨리어스되도록 만들 수 있습니다. 예를 들어 30MHz의 5차 고조파(150MHz)는 100MHz에서 스퍼를 생성할 수 있습니다.

또 다른 비고조파 스퍼 소스는 관련 없는 신호 소스(예: 임베디드 컨트롤러 클럭)를 출력 신호와 결합하는 것입니다. 이러한 스퍼는 일반적으로 일정한 진폭을 유지하며, 100mVpp 아래의 신호 진폭에서 가장 문제가 될 수 있습니다. 낮은 진폭에서 최적의 신호 순도를 얻으려면 계측기의 출력 레벨을 비교적 높게 유지하고 외부 감쇠기를 사용하십시오.

위상 노이즈

위상 노이즈는 출력 주파수 내의 작고 순간적인 변화("지터")로 인해 발생합니다. 스펙트럼 분석기에서는 출력 신호 주파수 가까이의 명확한 노이즈에서 상승으로 나타납니다. 위상 노이즈 사양은 30MHz 사인 파형에서 1kHz, 10kHz, 100kHz 거리에 위치한 1Hz 대역 내 노이즈의 진폭을 나타냅니다. 스펙트럼 분석기에도 위상 노이즈가 있으므로 읽은 레벨에 분석기 위상 노이즈가 포함될 수 있습니다.

양자화 노이즈

파형 DAC의 유한 해법은 전압 양자화 오차를 유발합니다. 오차가 ±0.5 최하위 비트 범위에서 균일하게 분산되어 있다고 가정할 경우 표준 파형에 대한 동일한 노이즈 레벨은 약 -95dBc입니다. 이 레벨에서는 계측기의 다른 노이즈 소스가 지배적입니다. 그렇지만 양자화 노이즈는 전체 DAC 코드 범위(-32767~+32767)를 사용하지 않는 임의 파형에서 문제가 될 수 있습니다. 가능한 경우 전체 범위를 사용하도록 임의 파형을 스케일링하십시오.

이 정보는 예고 없이 변경될 수 있습니다.

© Keysight Technologies 2021-2023
제 4 판, 2023 년 11 월
말레이시아에서 인쇄

EDU33212-90010
www.keysight.com