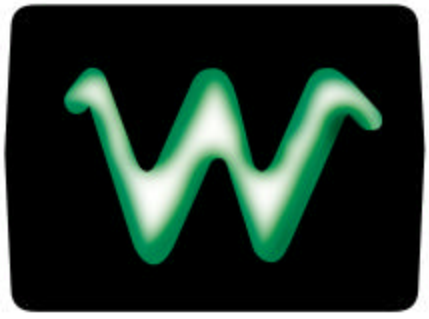


waverunner™

사 용 자 메 뉴 얼

1999 년 2 월

LeCroy Corporation
700 Chestnut Ridge Road
Chestnut Ridge, NY 10977–6499
Tel: (++914) 578 6020, Fax: (++914) 578 5985

LeCroy SA
2, rue du Pré-de-la-Fontaine
CH-1217 Meyrin 1/Geneva, Switzerland
Tel: (++41) 22 719 21 11, Fax: (++41) 22 782 39 15

Internet: www.lecroy.com

LT34X-OM-K Rev B 0299

본 메뉴얼에 대해

Waverunner 스코프처럼, 본 메뉴얼도 이용자가 쉽게 측정할 수 있도록 고안되었습니다. 각 부분에서는 간단한 혹은 어려운 문제를 해결하기 위해 오실로스코프를 어떻게 이용해야 하는지 단계별로 설명해줍니다.

앞에 놓인 Waverunner 와 함께 이 메뉴얼을 이용하십시오. 그러면, 메뉴얼에서 무엇을 지칭하는지 쉽게 알 수 있을 것이며, 매뉴얼에 나온 대로 바로 실행해 볼 수 있습니다.

이 메뉴얼은 크게 두 부분으로 구성되어 있습니다:

1 부, *시작하기*, 에서는 처음 사용해보는 이용자를 위해 기본적인 조작에 대해 다루고 있습니다. 이 부분에서는, Waverunner 의 가장 중요한 특징들을 살펴볼 것이며, 어떻게 적용하는지에 대해서도 살펴볼 것입니다. 시작할 때나 빨리 결과를 얻고 싶으실 때 이 부분을 이용하십시오.

2 부, *자세히 살펴보기,* 에서는 더 자세한 내용에 대해 다루고 있습니다. Waverunner 의 더 진보된 기능을 이용하여 복잡한 측정을 실행하는 방법에 대해 설명합니다. 또한 1 부에서 다루었던 조작에 대해서도 더 깊이 있게 설명하고 있습니다. 어려운 문제를 해결하는데 혹은, 오실로스코프가 어떻게 작동하는지 참고하기 위해 이 부분을 이용하십시오.

특별한 주제를 찾고 싶으시면, 목차나 색인을 참고하십시오. 오실로스코프와 관련된 용어를 정확히 알고 싶으시면, 용어 해설집을 참조하십시오.

추가적인 지침으로, 각 장의 서두에는 그 장에 나오는 내용이 요약되어 있습니다.

그리고 전체 메뉴얼에 다음의 아이콘으로 표시된 부분과 구획도 잊지 말고 살펴보십시오....

요령(TIP) 은 Waverunner 의 작용과 기능을 최대한 활용할 수 있는 방법에 대해 추가적으로 힌트를 드립니다.

주의(NOTE) 는 이용자가 알아야 하는 중요한 정보에 주의를 집중시킵니다.

확대경으로 표시되고 이텔릭체로 인쇄된 부분은 특별한 주제에 대해 더 자세한 정보를 제공합니다. 이 부분에서는 이용자가 필요할 때 그 주제에 대한 더 많은 정보를 제공합니다.

먼 저 해 야 할 일 들

다음 나오는 서문에서, 다음 사항을 다룰 것이다.

- *모든 내용물이 포함되어 있는지 확인*
- *안전하게 작동*
- *Waverunner 스코프에 대해 알기*
- *설치 및 전원 켜기*
- *초기화 작업*
- *시스템 상태 확인*
- *새로운 소프트웨어와 펌웨어 설치*
- *스크린 세이버를 활성화*
- *메뉴, 메뉴 버튼과 노브 이용*
- *버튼과 노브 preferences.*

Waverunner 가 배달되면...

모든 내용물이 포함되어 있는지 확인하기

먼저, 포장 리스트나 인보이스(그리고 아래)에 나와 있는 모든 항목들을 받았는지 확인하시오. Waverunner **오실로스코프가 설치되면, 소프트웨어를 점검하기 위해 시스템 상태 디스플레이를 확인하시오** (12 **페이지 참조**). **빠진 항목이 있거나, 손상된 항목이 있다면, 가까운** LeCroy **고객 서비스 센터 혹은 전국적인 판매 대리점에 연락하시오. 무엇이 빠져 있거나 손상되었는데 즉시 연락하지 않으면, 저희는 교환할 책임이 없습니다.**

표준 Waverunner **스코프와 함께 배달되는 항목들은 다음과 같습니다**:

- 10:1 10MΩ PP006 Passive Probe – **한 채널당**
- AC Power Cord and Plug
- **성능 혹은 측정 인증서**
- Front Scope Cover
- Two 250 V Fuses
- **운영자 메뉴얼**
- **리모콘 컨트롤 메뉴얼**
- Quick Reference Guide
- Declaration of Conformity.

주의: 하기 보증서는 특정 목적 혹은 용도에 적합성, 적절성, 상업성을 포함하여, 명백한 혹은 암시된, 다른 모든 보증을 대체하는 것입니다. LeCroy 는 계약상으로 혹은 다른 방식으로도, 모든 특별한, 우연적인 혹은 필연적인 손상에 대해 책임을 지지 않습니다. 고객은 제품을 서비스 시설에 반환하는 운송비와 보험비에 대해 책임을 질 것입니다. LeCroy 는 보증에 적용 받는 제품을 지불필로 반환해드립니다.

본 보증서를 반드시 읽으시오.

Waverunner 오실로스코프는 납품 후 2 년 동안, 사양서에 나온 대로 정상적으로 사용하고 작동하신 상태에서 품질을 보증합니다. LeCroy 는 본 보증 기간동안, 저희 판단에 따라 공인된 서비스 센터에 반품된 제품을 수리하거나 교환하여 드립니다. 하지만, 이를 위해 저희는 먼저 제품을 살펴보고, 오용, 부주의, 사고 혹은 비정상적 상태나 운영때문이 아니라, 재료 혹은 기술상의 잘못으로 인해 결함이 생겼는지 확인해야 합니다.

예비품과 교체 부품, 보수품은 90 일의 보증기간을 가집니다.

오실로스코프의 펌웨어는 철저한 시험을 거쳤으며, 실용적인 제품입니다. 하지만, 자세한 성능을 포함하여 모든 종류의 보증을 할 수는 없습니다. LeCroy 가 만들지 않은 제품은 원 설비 제조업체의 보증에 적용을 받을 것입니다.

유지 보수 계약을 활용하시오

저희는 유지보수 계약의 표제하에 다양한 종류의 서비스를 제공합니다. 이 서비스를 이용하면, 보증 기간이 연장되는 셈이고, 초기 2 년의 보증 기간이 만료된 뒤에도 유지 보수 비용을 절약할 수 있습니다. 특별한 보충 지원 계약을 통해, 다양한 서비스 중에서도, 설치, 훈련, 보강과 현장 보수 서비스들을 받을 수 있습니다. 가까운 LeCroy 고객 서비스 센터나 판매 대리점에 문의하십시오.

지원을 얻으십시오

고객 서비스 센터에서 설치와 측정에 대한 도움이나 Waverunner 스코프를 어플리케이션에 적용하는 서비스도 받을 수 있습니다.

서비스나 수리를 위한 반품

LeCroy 제품을 반품할 필요가 있다면, 모델명과 시리얼 넘버를 적어 주십시오. (12 페이지 참조). 결함이나 고장에 대해 설명하고 사용자의 이름과 연락처를 적어주십시오.

공장으로 반품하시려면, 반품 허가 번호(Return Authorization Number:RAN)를 이용하시오. LeCroy 내에서 조속하게 처리할 수 있도록, 반품 허가 번호를 붙여서 선적 포장의 겉부분에 분명히 보이도록 하시오. 유지 보수만을 필요로 하는 제품은 가까운 고객 서비스 센터에 문의하십시오.

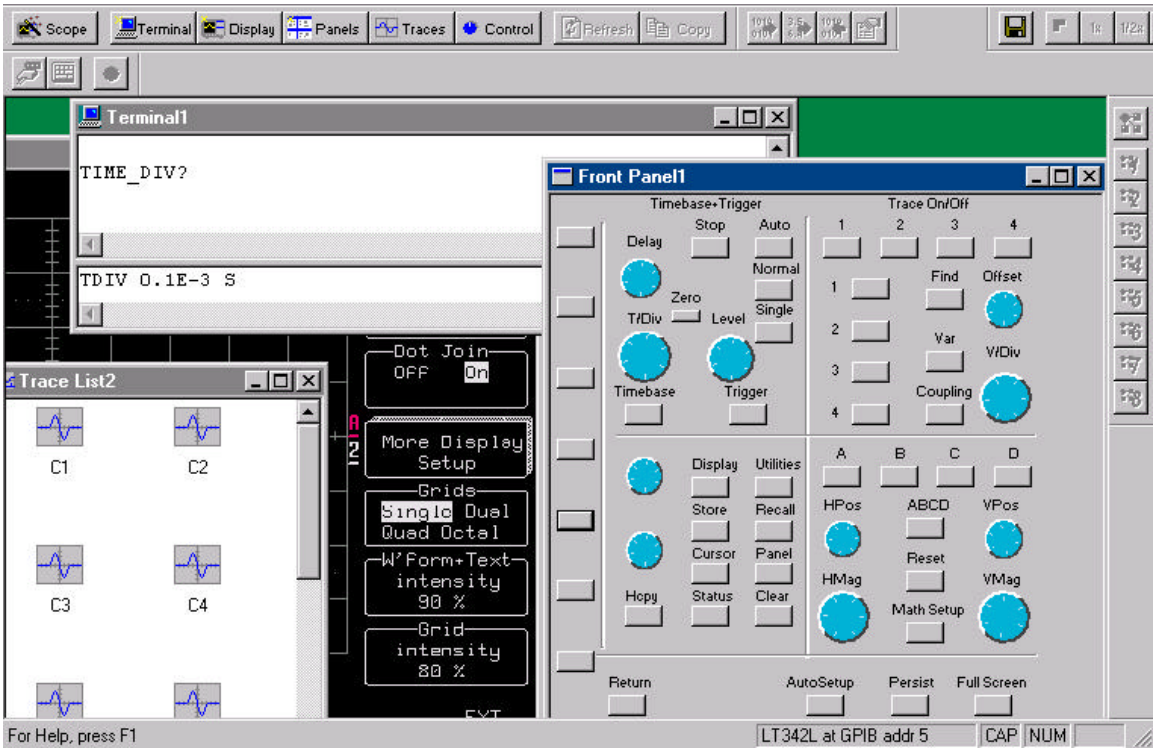
요령: 당신의 스코프를 반품할 필요가 있다면, 원래 포장 박스를 이용하시오. 불가능하다면, 제품이 충격 흡수 자재 10 cm 혹은 4 인치 정도에 둘러 쌓일 수 있도록 탄탄한 상자로 포장하시오.

보증 기간동안, 보증 서비스를 한 후 LeCroy가 운송 비용을 지불하여 제품을 반송시켜 드리지만, 공장으로 운송하는 비용은 고객이 지불해야 합니다. 보증 기간이 지나면, 수리를 하기 전에 저희에게 구매-주문 번호를 제공해야 합니다. 그리고 운송비뿐만 아니라 수리 작업과 관련된 부품이나 노동비도 청구할 것입니다. 미리 운송료를 지불하셔야 합니다. LeCroy 는 대금상환불(Cash On Delivery)이나 반송 수신인 지불 운송을 허가하지 않고, 화물 공수(air-freight)를 이용하도록 권장합니다.

항상 최신 정보를 유지하십시오

귀하의 Waverunner 스코프의 성능을 사양서에 유지하시려면, 적어도 1 년에 한번 저희가 교정하도록 하십시오. LeCroy 는 계측기의 성능과 작동을 끊임없이 연구하고 개선함으로서 최신의 기술을 제공합니다. 저희는 보증기간동안 무료로 펌웨어와 소프트웨어를 업데이트 해드립니다. 공장에서 수리할 필요 없이 고객 자신이 새로운 펌웨어를 설치할 수도 있습니다. 고객의 Waverunner 시리얼 넘버와 ID, 이미 설치된 소프트웨어의 버전(12 페이지 참조) 주문 정보와 함께 저희에게 보내주십시오. 저희는 고객의 소프트웨어를 업그레이드 하기 위해 계측기의 전면판(front panel)에서 입력할 수 있는 코드와 함께 유일한 옵션 키를 제공해드립니다. 또한, 인터넷에서 LeCroy 의 독특한 오실로스코프 소프트웨어 어플리케이션 최신 버전을 다운로드 받을 수도 있습니다. 이러한 어플리케이션 중에는 ScopeExplorer™와 ActiveDSO 도 있습니다...

ScopeExplorer: 마이크로소프트 윈도우를 이용하여 rear-panel GPIB (IEEE 488) **혹은** RS-232 port **를 통해** Waverunner **를** PC **로 인터페이스하는 실용적인** PC-**기반의 연결**(connectivity) **툴. 오실로스코프를 위해** LeCroy **가 특별히 고안한 것임,** ScopeExplorer **를 이용하면, 키보드를 몇 번 두드리거나 마우스를 클릭하여 스코프로부터** PC **로 데이터와 이미지를 전송하거나 다른 원격 조정을 할 수 있습니다.** Waverunner **스코프와 함께** ScopeExplorer **를 이용하는 것에 대해 자세히 알고 싶으시면,** 12 **장,** *PC* ***와*** *Waverunner* ***를 이용하는 법을 참고하시오.***



ScopeExplorer ***는 원격으로 스코프를 조정할 수 있게 해주는 가상 프론트 판넬을 가지고 있습니다.***

ActiveDSO: 모든 PC **운영 환경 윈도우**95, 98 **혹은** NT **에서 운영됨, 이 소프트웨어를 이용하면,** MS® Office, Internet Explorer, Visual Basic, Visual C++ and Visual Java **과 같이** ActiveX standard **를 지원하는 프로그래밍 언어뿐 아니라 다양한 종류의 윈도우 어플리케이션과 데이터를 교환할 수 있습니다.** ActiveDSO **는 인터페이스들의 프로그래밍 복잡함을 숨겨주고 컨트롤링 어플리케이션에 쉽고 일관적인 인터페이스를 제공합니다. 또한 모든** OLE automation-compatible **에** ActiveDSO **을 시각적으로 내장할 수 있으며, 프로그래밍 없이 수동이용할 수도 있습니다. 예로, 스코프에서 나온 데이터를 바로** Excel **혹은** Word **로 옮겨 리포트를 만들고,** MathCad **로 바로 가져와서 파형을 분석하고, 측정 결과를** Microsoft Access database **의 "on the fly"에 저장하고,** Visual Basic, Java, C++, or Excel (VBA)**를 이용하여 테스트를 오토메이션 할 수 있다. 이 어플리케이션을 포함한 무료 소프트웨어를 다운 받으시려면 저희 웹사이트** http://www.lecroy.com/software **를 방문하세요.**

안전 제일 ⚠

안전한 환경에서 운영

Waverunner 를 설치하기 전에, 운영 환경이 다음의 파라미터 내에서 유지되는지 확인하시오:

- **온도**: 5 to 40 °C or 41 to 104 °F
- **습도**: ≤ 80 % RH (non-condensing)
- **높이**: ≤ 2000 m or 6560 ft.
- **운영**: 실내 사용만

주의: Waverunner 는 다음의 EN61010-1 카테고리의 자격을 획득하였습니다.

- ***보호 등급: I***
- ***설치 (Over voltage) 카테고리 II***
- ***오염 정도: 2***

경고 사인 알아두기

Waverunner 의 전면판(front panel) 혹은 후면판(rear panel)에 본 매뉴얼의 다음과 같은 경고 사인이 나오면, 안전의 측면에 대해 주의를 환기시키는 것입니다.

⚠ 주의: 첨부된 문서를 참고하십시오(안전과 관련된 정보를 위해).
목차에 나온 대로, 본 메뉴얼에 이 심볼이 나온 곳을 참조하시오.

⚡ 주의: 전기 충격의 위험

작동(공급)

대기(Stand-by)

접지 단자

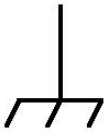
⚠ ***경고***

제조업자가 제공한 사양과 다르게 계기를 사용하면, 계측기의 안전이 문제가 될 수도 있습니다. Waverunner 는 인체에 직접 측정하도록 고안되지 않았습니다. 절대 Waverunner 를 살아 있는 사람에게 연결하지 마십시오.

⚡ **주의**

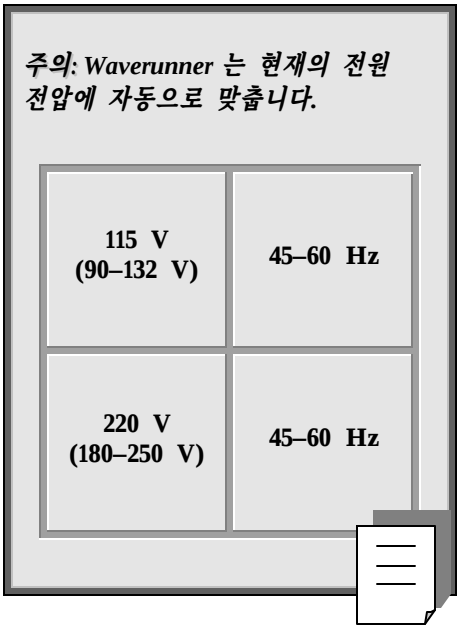
명시된 입력 전압 수준 최대값을 초과하지 마십시오.

보안용 컨덕터 단자(Conductor Terminal)



Chassis 단자

교류만



경고 위험을 표시합니다. 계측기에 경고라고 표시되면, 상황을 다 이해하고 제대로 처리할 때까지 작업을 진행하지 마십시오. (주의 부분도 참조하시오).

올바른 전원을 선택하시오

Waverunner 는 단상, 115V (90 to 132V) 혹은 220V (180 to 250V), 45Hz-66Hz 의 AC (~) 전원, 전도체(neutral conductor)중 하나가 접지 전위된 상태에서 작동됩니다.

계측기가 자동적으로 전원 전압에 맞춰지기 때문에 전압을 선택할 필요는 없습니다. 오실로스코프의 전원 은 단선과, 6.3A/250VA, "T"-등급의 5x20mm 퓨즈에 의한 과부화에 대해 보호됩니다. (교체 절차에 대해서는 다음 페이지를 참조하시오).

전원 접지를 유지하시오

전기 충격을 방지하기 위해 접지선을 유지하시오.

접지 전위와 관련하여 전도체는 250Vrms 를 초과할 수 없습니다. Waverunner 는 주 전압과 접지 연결을 위해 three-terminal polarized plug 를 가진 3 개의 전기 코드를 가지고 있습니다. 플러그의 접지 단자는 유닛의 프레임으로 직접 연결됩니다. 전기 위험을 적절히 방지하기 위해, 이 플러그는 안전 접지 연결을 가지고 있는 교합 접속구에 꽂아야 합니다.

올바른 퓨즈로 바꾸기

모든 전원 전압의 화재 위험을 방지하기 위해, 명시된 형태와 등급의 퓨즈로 대체하시오.
퓨즈를 점검하거나 교체 전에는 전원 코드를 빼시오. 작은 평날 드라이버를 이용하여, 주 전력 코드의 바로 왼쪽에 위치한 퓨즈함을 연다. 낡은 퓨즈를 제거하고, 6.3A/250VA, "T"**-등급의** 5x20mm **퓨즈로 교체하시오.**

WAVERUNNER 를 깨끗이 하기 (저희가 해드리겠습니다)

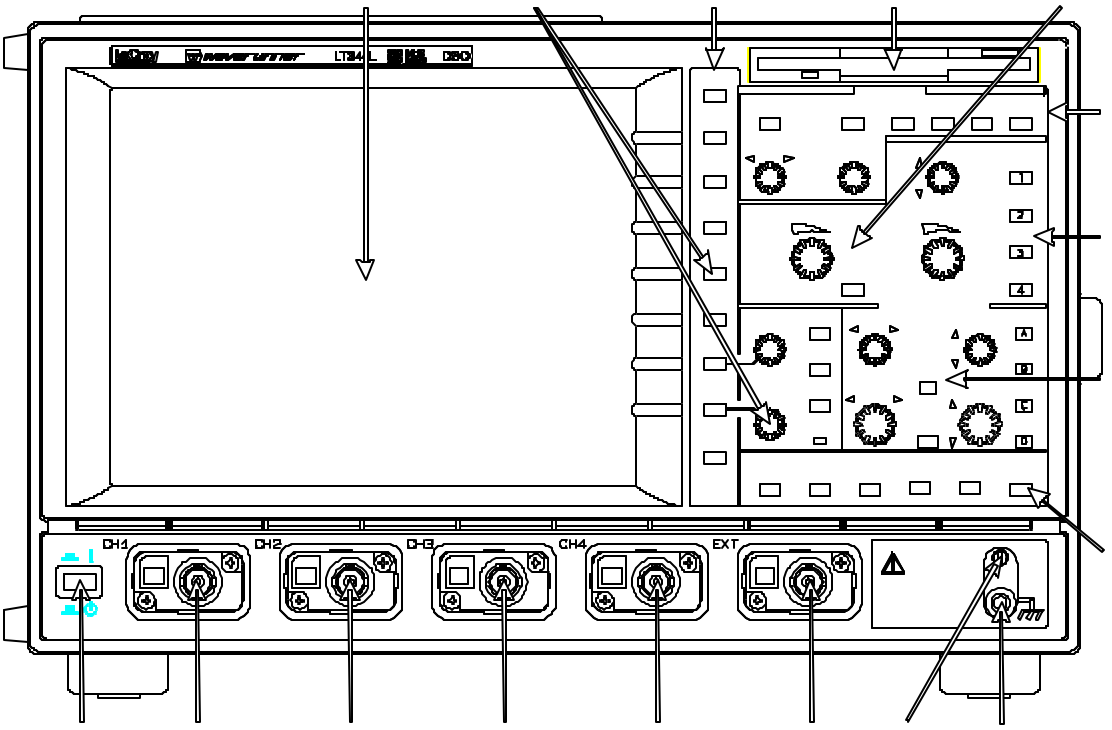
유지와 보수는 LeCroy **기술자만이 해야 합니다. 축축하고 부드러운 헝겊을 이용하여** Waverunner **의 외관을 깨끗이 하시오. 화학제나 마찰성 성분을 이용하지 마십시오. 어떠한 환경에서도 오실로스코프 내로 습기가 침투해서는 안됩니다. 전기 충격을 방지하기 위해, 청소 전에 계측기의 전원을 끄십시오.**

주의

전기 충격의 위험. 사용자가 고칠 수 있는 내부 부품은 없음. 보수는 자격을 가진 인력에게 맡기십시오.

열고 작동하기

WAVERUNNER 에 대해 알기 전면



Waverunner ***전면판의 제어와 특징***.

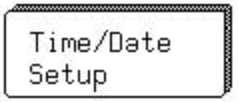
설치와 전원 넣기

1. **전원을 넣기 전에, 공급되는 전원이** Waverunner **의 전력 범위에 맞는지 확인한다.**(7**페이지 참조**).
2. **제공된 케이블을 이용하여 스코프를 후면판**(**다음 페이지 참조**)**에 있는 전원단자에 연결한다**.
3. Waverunner **전면판의 왼쪽 구석 밑부분에 있는** On **버튼을 눌러서 스코프를 켠다**. (**상기 참조**).

디스플레이가 나타나기 전에, 계측기는 완전한 시스템 교정 한 후, 자동적으로 하드웨어와 소프트웨어 단자가 진단을 실시할 것이다. 이 과정동안 전면판 STANDBY LED 에 불이 들어올 것이다. 전체 시험 절차는 약 10 초 걸릴 것이고, 그 후에 디스플레이가 나타날 것이다.

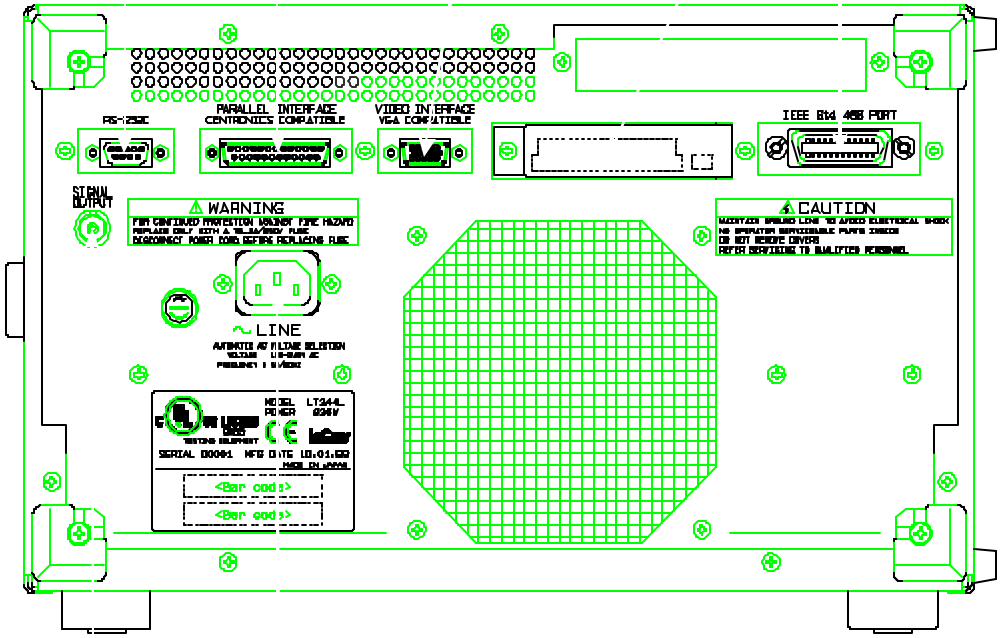
4. 화면 메뉴의 UTILITIES 를 표시하려면 

버튼을 누른다.

5. 그리고 나서 시간과 일자를 설정하기 위해 

옆에 있는 버튼  을 누른다.

WAVERUNNER 에 대해 알기- 후면



Waverunner 스코프를 컴퓨터나 터미널에 연결하려면 RS-232-C 와 GPIB ports 를, 다른 화면에 연결하여 파형을 보고 싶으면 외부 모니터 포트(external monitor port)를, 호환 가능한 프린터나 장치에 연결하려면 Centronics â 포트를 이용하시오. PC 메모리 카드 혹은 포터블 하드 디스크 옵션을 위해서는 PC 카드 슬롯을, 외부 클럭 시그널을 위해서는 BNC 출력단을 이용하시오.

메뉴 여행하기

와 같은 Menus 를 이용하면, 기능을 작동시키거나 셋팅을 조정할 수 있다.

표시된 메뉴 옆의 메뉴 버튼  은 그 메뉴를 제어한다.

두 버튼의 길이를 넘는 긴 메뉴 는 두개의 버튼 모두에 의해 제어될 수 있다:

예를 들어– 

–와 같은 대문자 메뉴 는 특별한 기능을 수행한다.

두개의 메뉴 노브(knob)  는 옆의 두개의 메뉴 버튼과 함께 작동한다.

노브 혼합(Combination)  과 버튼은 조정가능한 변수를 계속해서 제어한다. 버튼은 변수를 선택하거나 변경하며, 동시에 노브는 수치를 조정한다.

메뉴는 기능에 따라 그룹화되어 나타난다. 특별한 메뉴 혹은 메뉴에 있는 항목을 선택하려면 버튼을 누르거나 노브를 돌린다. 메뉴 리스트에서 위 아래로 움직여서 선택한다. 혹은 수치와 셋팅을 바꾼다.

PANELS

진하게 명시된 버튼도 메뉴 선택에서 역할을 담당한다: 예를 들어,  은 초기화를 위한 메뉴를 선택하기 위해 사용된다. (11 페이지 참조). 이 버튼중 하나를 누르면, 그 그룹에 있는 다른, 관련된 메뉴에도 엑세스할 수 있다.

그림자가 있는 메뉴  는 다른 메뉴로 연결된다: 다른 메뉴를 표시하려면 이런 버튼을 누르시오.

RETURN

그림자가 있는 메뉴로 돌아가려면  을 누르시오. 이전의 메뉴 디스플레이로 돌아가려면 이 버튼을 이용하시오.

긴 메뉴 옆의 화살표는 메뉴 리스트에서 위로 올라가거나 아래로 내려가서  선택할 수 있다는 것을 나타낸다. 원하는 방향으로 움직이거나 보이지 않는 어떤 메뉴 항목을 나타내거나 선택하려면 이러한 버튼중 하나를 누른다. 메뉴 리스트의 첫 부분 혹은 끝 부분에서는 화살표가 사라질 것이다.

초기화하기

Waverunner **스코프를 기본 디폴트 파형 디스플레이 셋팅으로 초기화한다**:

6. PANEL SETUPS **메뉴 그룹을 표시하기 위해** PANELS **를 누른다.**

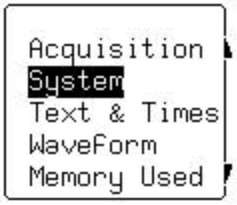
7. "**Recall**" **이 선택되지 않으면,** Recall / Save **를 선택하기 위해** **버튼을 한번 누른다**:

8. **그리고 나서 이 메뉴** FROM DEFAULT SETUP **옆에 있는** **버튼을 누른다**:

새로운 측정을 시작하거나 셋팅을 새로 하려면 Waverunner **디폴트 셋팅을 초기화한다.**

WAVERUNNER 시스템 체크하기

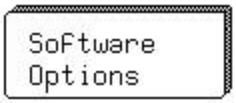
9. **상태**(Status) **메뉴를 나타내려면** SCOPE STATUS **을 누른다.**



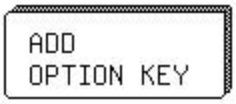
10. **"시스템"을 강조하고 선택하려면** **버튼을 누른다. 화면에는 이용자** Waverunner **의 시리얼 넘버, 설치된 소프트웨어 배포판 버전, 배포 일시와 현재 설치된 모든 소프트웨어와 하드웨어 리스트가 나타날 것이다.**

당신이 주문한 옵션중 설치되지 않은 것이 있다면, 즉시 LeCroy **고객 서비스 센터에 연락하시오.**

옵션 추가하기?

"**System**" 을 선택할 때, 이 메뉴도 화면에 표시된다: 

새로운 옵션을 설치하려면 이용하시오 – 수리를 위해 Waverunner 에 반품할 필요 없음.

1. 

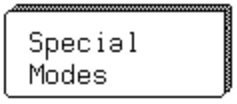
를 표시하기 위해 그 메뉴의  을 누른다.

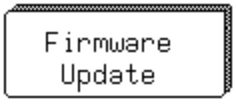
2. 그리고 나서, ADD OPTION 메뉴를 표시하기 위해 그 메뉴의  을 누른다. 특별한 코드를 이용하여 Waverunner option 을 추가하고 싶으면 이 메뉴를 이용한다. LeCroy 판매, 서비스 센터에 연락하면, 이 코드를 구할 수 있다.

...또는 최신의 펌웨어로 업데이트 하기?
당신의 Waverunner 에는 대개 최신의 펌웨어가 설치되어 있습니다. 저희의 계속적인 업데이트를 최대한 활용하시려면, 저희에게 연락하여 최신 펌웨어를 포함하고 있는 플로피 디스크 혹은 카드를 요청하십시오. 그러고 나서 설치하기 위해 다음의 메뉴를 이용하시오:

1. UTILITIES 메뉴를 표시하려면 

를 누른다.

2. 

와 

메뉴를 위해  를 이용한다.

3. Waverunner 에 있는 플로피 디스크와 카드를 넣고, "**Floppy**" 혹은 "**Card**, 그리고 Update Flash 를 선택하기 위해  버튼을 누른다. 새로 설치된 펌웨어는 시스템 상태 화면(System Status screen)에 나타날 것이다(상기 참조).

화면(과 에너지)을 저장하기
Waverunner 스크린 세이버를 켜거나 끄기:

1. DISPLAY SETUP 메뉴를 나타내기 위해 

를 누른다.

2. **이 메뉴** Screen Saver Setup **에 엑세스하려면,** "More Display Setup" **를 위해**  **를 누른다.**:

3.  **를 누르고** enabled No Yes **에서 "Yes" 혹은 "No"을 선택한다.**

작동 상태에 있으면, 전면판을 마지막으로 사용한지 10 **분 이내에 내재된 스크린 세이버가 작동할 것이다. 이것은 내부 스크린을 완전히 차단한 것으로서 사실상 – "에너지 세이버(**Energy-Saver**)" 가 된다.스코프가 화면 절전 대기 상태(**STANDBY state**)가 있을 때 전면판** LED **불이 나타날 것이다. 전면판 버튼을 누르면 스크린이 원상태로 돌아갈 것이다.**

사운드와 자동 반복 기능의 상황에서 제어하기를 선호합니까?
버튼과 노브가 기능을 반복하고 소리가 들리도록 하기:

UTILITIES

1. UTILITIES **메뉴를 표시하기 위해**  **를 누른다. 그러면 유용하고 다양한 기능들이 나타날 것이다.**

2. Special Modes **를 위해**  **를 누르고,** Front Panel **를 위해**  **를 누른다.**

3. **표시된** USER PREF'S **메뉴를 이용해서** preferences **를 선택한다.**

푸시 버튼 자동 반복(auto-repeat**)을 "On"에 놓고, 모든 전면판 버튼을 잠시 누르고 있으면, 메뉴에 있는 모든 항목이 자동으로 순서적으로 선택될 것이다.**
버튼과 노브를 위한 소리 피드백(audible feedback**)을 "On"에 놓으면, 전면판의 버튼을 누르거나 노브를 돌리면, "클릭" 소리가 날 것이다.**

1 부

시 작 하 기

이 부분에서는 Waverunner 의 주요 특징을 살펴보고, 단계별로 그 특징의 이용법에 대해 설명할 것입니다. 이 장을 통해 스코프에 대해 알게 될 것이고, 빠르고 효율적으로 스코프로 작업을 시작할 수 있을 것입니다... 파형을 획득하고 관찰할 수 있고... 줌(Zoom)과 스크롤... 디스플레이의 기술을 배우고...MATH 기능과 측정 툴을 이용하고... 작업을 문서화하고.....

1 장 : 새 파 형 잡 기

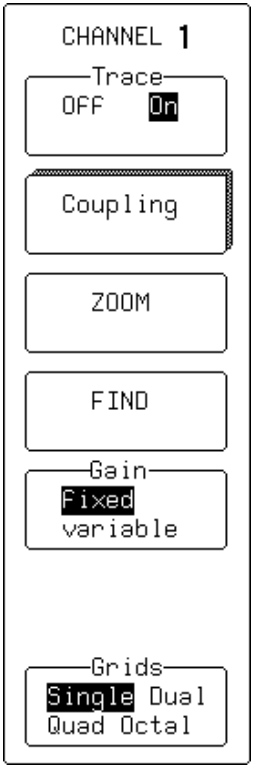
이 장에서는 다음 사항을 다룰 것이다.

- *입력 신호 채널을 선택*
- *기본적 작동을 위해 메뉴와 컨트롤을 이용*
- *디스플레이 To find your way around the display*
- *타임베이스(timebase), gain 과 신호 위치 조정*
- *줌 – 수동으로, 자동으로*
- *타임베이스 설정*
- *신호 커플링(coupling) 설정*
- *교정하고 수동 프로브(passive probe) 이용*
- *CAL 과 BNC 아웃풋 설정*

파형 관찰하기

다음절차를 따라 신호를 관찰하고, 디비젼 마다 시간과 볼트를 설정하고, 줌과 자동 스크롤 하시오....

1. 본 예제에서는 신호를 Waverunner 채널 1 입력에 연결한다.
2. 입력 신호의 디스플레이를 위한 수직 세팅, 타임베이스와 (에지) 트리거 레벨을 자동으로 설정하기 위해 AUTO SETUP 버튼을 누른다. 작용을 확인하기 위해 다시 누른다.
3. 1 을 눌러서 채널 1 을 선택하고, 기본적인 Waverunner 메뉴를 표시한다.



4. 화면에 나온 신호 trace 를 조정하기 위해 다음 페이지에 나온 절차에서 다음의 메뉴를 이용한다.

요령: 채널을 켜거나 끄려면, 1 을 두번 누른다..

채널 1 을 켜거나 끈다.

채널 커플링 메뉴에 엑세스하려면, 24 페이지를 참조하라.

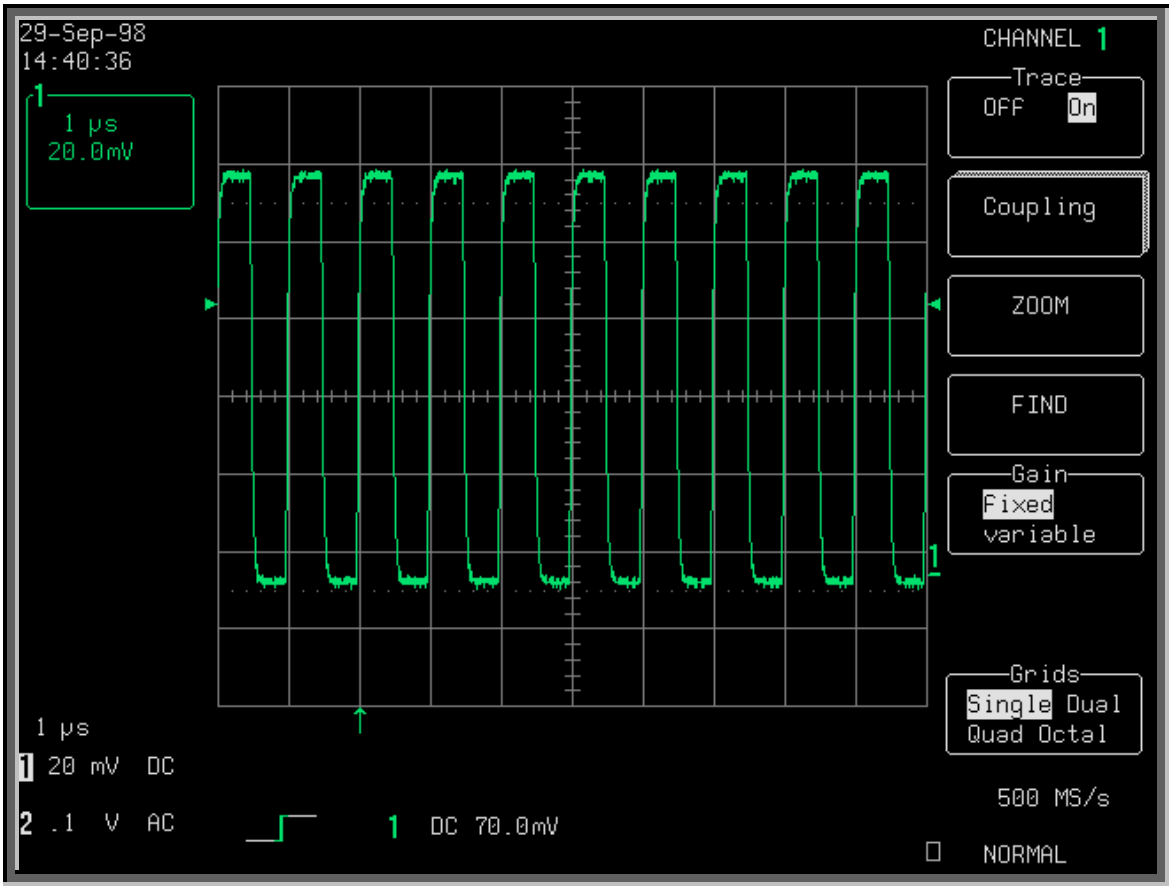
신호 trace 를 자동으로 zoom 한다. Trace 를 움직여서 분명하게 보이게 만들기 위해 수직 위치 노브를 이용한다. 수직으로 확장을 조정하려면 수직 줌 노브를 이용한다. 22 쪽을 참조하라.

gain 과 offset 을 자동으로 조절하고 신호를 "찾는다."

고정된 혹은 변하는 gain 을 선택한다. 채널의 gain 을 계속해서 제어하는 "variable" 을 선택한다. 20 페이지 참조하라.

요령: AUTO SETUP 을 이용하면, 50 Hz 이상의 주파수와 0.1% 같은 duty cycle 로 5mV – 40 V 에서 신호를 자동으로 설정할 수 있다.

그리드 스타일과 번호를 선택한다. 다음 페이지: 단일 그리드. 제 3 장, *신호를 시각화하기*도 참조하라.



WAVERUNNER 디스플레이에 대해

Real-Time Clock field: 배터리로 지원되는 real-time 클럭에 의해 구동됨, 현재의 일자와 시간을 표시함.

Displayed Trace Label 는 각 채널, 표시된 채널, 시간, time/div과 volts/div 셋팅, 커서 읽음.

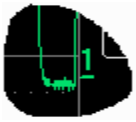
Acquisition Summary field: 선택된 채널에, 타임베이스, volts/div,각 채널을 위한 프로브 감쇄(attenuation)와 커플링.

Trigger Level 은 그라운드 레벨에 대한 트리거 전압을 표시하는 그리드의 양쪽을 나타낸다.

***Trigger Delay:** trace 에 대한 트리거 시간을 나타내는화살표.*

Trigger Status field 는 샘플 레이트와 트리거 re-arming 상태(AUTO, NORMAL, SINGLE, STOPPED)를 나타낸다. 작은 사각형 아이콘은 acquisition 이 되었다는 것을 나타내기 위해 플래시 된다.

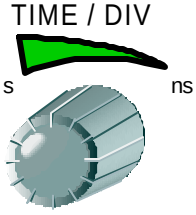
Trigger Configuration field: 트리거 소스, 슬로프, 레벨과 커플링에 대한 정보와 트리거 형태, 다른 정보들을 나타내는 아이콘.



Trace and Ground Level: trace 넘버와 그라운드 레벨 마커.

다른 디스플레이 부분으로는, 그리드 밑에 위치하고 커서에 대한 시간과 주파수를 명시해주는 Time and Frequency field, 그리드 위에 위치하고 특별한 메시지를 담당하는 Message field 가 있다. 디스플레이에 대해 더 알고 싶으면, 3 장 신호를 "시각화 하기" 참조하라.

타임베이스를 조정하기 위해 TIME/DIV 를 이용하기

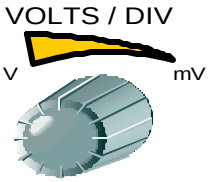


5. 를 돌려서 원하는 대로 타임베이스를 조정한다.

***주의:** AUTO SETUP 은 켜져 있는 채널에 대해 작동한다. 커진 채널이 없으면, 모든 채널이 영향을 받을 것이다. 한 개 이상의 채널이 켜 있으면, 적용된 신호의 순서에서 맨 처음 채널이 자동적으로 에지 트리거링을 위해 설정될 것이다.*

Division 별 시간은 1-2-5 순서로 설정된다. 타임베이스가 변할 때마다 최대 샘플링 레이트를 이용하도록 Waverunner 가 자동으로 조정된다. 선택된 time/div 세팅이 화면의 왼쪽 윗부분의 trace label 에 나타나고, 샘플링 레이트는 오른쪽 구석 밑부분의 트리거 상태에 나타난다.

민감도(SENSITIVITY)와 위치 조정하기



6. 수직 gain 민감도를 줄이려면 를 돌린다. volts/div 셋팅은 채널 1 trace 라벨에 나온다.

수직 gain 을 조정하여 더 좋은 수직 해상도를 얻고 싶다면, 다음의 두가지 절차를 이용한다.

7. Gain 메뉴에서 "variable"를 선택하여 수직 gain 을 조정한다. (17 페이지 참조).

8. 이제 VOLTS/DIV 노브를 여러 번 완전히 돌려서 전체 신호가 그리드의 처음부터 끝까지 이르도록 한다. 이러한 방식으로 그리드를 채우면, 이용가능한 digitizing 레벨의 모든 범위를 이용할 수 있다.

요령: Special Modes 에 엑세스하고

UTILITIES

선택하려면 버튼을 누른 후 선택하기 위해 채널 메뉴를 선택한다:

In: 볼트 혹은 수직 division 의 gain (VOLTS/DIV) 변화의 offset 을 설정하기(이것은 디폴트의 볼트이다).

자동 재교정: 이 기능을 켜거나 끄기. (디폴트는 "On"). "Off" 는 capture 를 가속화하지만 이 capture 기간동안 시간 교정은 확실치 않다.

Global BWL: 전역 대역폭 제한을 통제하기. "On"으로 있으면, 선택한 대역폭(24 페이지 참조)은 모든 채널에 적용된다. "Off"로 되어 있으면 대역 폭은 각 채널마다 개별적으로 설정될 수 있다.

9. 그리드에 파형이 중심으로 오게 하기 위해 를 이용한다.

자동으로 줌과 스크롤하기

신호를 더 자세히 보기 위해 ZOOM 한다. 디스플레이는 원래 신호와 확장된 모습을 보여준다.

10. Trace A 메뉴를 표시하기 위해 A 를 누른다. (Trace B, C 혹은 D 를 표시하려면, 해당버튼을 누른다).

11. Trace 와 라벨을 표시하려면 A 를 다시 누르거나 위의 를 누른다. (Trace 를 끌때도 이와 같다.)

12. MULTI ZOOM & AUTO SCROLL 를 위해 를 누른다:

다음 페이지에 나온 메뉴가 나타날 것이다.

요령: 디폴트 power-up 세팅으로 돌아가려면, 위에서 두번째와 다섯번째 메뉴 버튼과 1 채널 선택 1 버튼을 선택한다.

13. Zoom 사본을 스크롤하기 위해 이 메뉴들을 사용한다....

오류! 연결이 잘못되었습니다.

MULTI-ZOOM 은 모든 zoom trace 의 컨트롤을 합치며, AUTO-SCROL 은 zoom trace 를 다 볼 수 있게 해준다..

"Off"인 경우,active zoom trace 만 제어된다. "On"인 경우, 표시된 모든 zoom traces (A,B,C,D)는 Auto Scroll 에 의하여 자동적으로 제어되며, 수평 ZOOM 과 위치 노브 (Position Knob)로 수동으로 제어될 수 있다. Multi-Zoom 에 대한 세부사항을 알고 싶으면 다음 페이지를 참조하라.

화면의 오른쪽으로부터 왼쪽으로 zoom trace 를 스크롤한다. 작동중일 때 메뉴는 "STOP (PLAYING)"로 된다: 중지하려면 누른다.

화면의 왼쪽부터 오른쪽으로 zoom trace 를 스크롤한다. 작동중일 때 메뉴는 "STOP (REVERSING)"로 된다: 중지하려면 누른다.

초당 division 으로 혹은 division 수로 스크롤한다. 시각화를 위해 계속 스크롤하려면 "div/s" 를 이용한다. 파형 프로세싱, 특히 Pass/Fail 테스팅을 위해 "number of div" 를 이용한다. 프로세싱이 끝나면, 디스플레이는 설정된 division 수에 의해 업데이트 될 것이다.

노브를이용하여 스크롤의 속도를 정한다. division 으로 스크롤하면, "10 div" 는 referenced trace 의 전체에 "grid-page"로 zoom trace "grid-page" 를 정한다.

스크롤을 계속하는 동안 메뉴 버튼을 누르면, TRACE A 메뉴로 돌아간다.

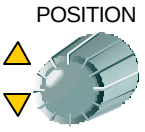
RETURN

스크롤을 멈추고 예전 메뉴 디스플레이로 돌아간다.

요령: 대안적인 스위프 속도(sweep speed)를 제공하는 추가 타임베이스로 줌을 고려하라. 한번에 최대 4 개의 줌을 표시할 수 있다.

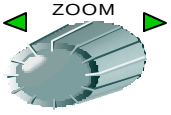
위치 조정하기와 줌 컨트롤

> ***요령: Waverunner 노브가 악셀레이션에 덜 민감할수록, 더 빨리 돌릴 수 있고 결과로 생기는 증가분도 더 크다.***

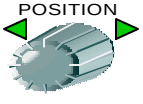
14. **그리드에** Trace A **를 놓으려면** 

을 돌린다.

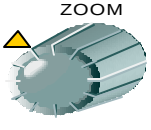
한 개 이상의 그리드를 이용할 때, 한 그리드로부터 다른 그리드로 trace 를 옮기기 위해 △POSITION **을 돌린다.**

15. **확대 인자를 조정하고 줌의 양을 증가시키기 위해** 

을 돌린다.

16. Trace **의 zoomed 영역을 옮기기 위해** 

을 돌린다.

17. **줌** trace **를 수직으로 확대 혹은 축소시키기 위해** 

을 돌린다.

줌과 멀티 줌(MULTI-ZOOM)

정확한 타이밍 측정과 표시된 파형의 해상도를 올리기 위해 한 파형으로부터 여러 개의 trace 를 줌할 수 있다. 예를 들어, 긴 지연으로 분리된 두개의 펄스로 구성된 파형에 대해, 첫번째 펄스의 줌인 Trace A 와 두번째의 줌인 Trace B 를 만들수 있다.

Multi-Zoom 을 이용하면, 두개 이상의 서로 다른 trace, 혹은 같은 trace 의 두개 이상의 영역을 따라 동시에 파형의 줌된 영역을 옮길 수 있다. 멀티 줌을 활성화시키면, 수평 줌과 위치 컨트롤은 표시된 모든 trace 들에 적용된다. – A, B, C 및 D – 동시에 다른 trace 의 유사한 부분을 관찰할 수 있다. 수직감도 조정은 각 trace 에 대해 개별적으로 동작된다.

Trace 레벨이 오른쪽에 있는 것처럼 윗부분과 아래부분이 점선 처리되어 있으면, trace 가 멀티 줌 되었다는 것을 나타낸다.

타임베이스 설정하기

SETUP
TIMEBASE

18.  **를 눌러서,** TIMEBASE **메뉴에 엑세스한다.**

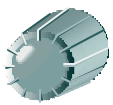
오류! 연결이 잘못되었습니다.

19. **이 메뉴들을 이용해서** single-shot mode **의 타임베이스를 설정한다. 샘플링 모드에 대한 추가적인 정보는** 7 **장,** *A 타임베이스의 질문* **을 참조하라.**

"**Single-Shot**" **샘플링은 입력 채널로부터 연속적인** single-shot acquisitions **동안 수집된 자료를 나타내준다.– 모든 입력 채널에서 동시에 비반복적인, 혹은 반복율이 매우 낮은** event **를 캡쳐한다.**

"**Internal**" or external- "**ECL**", "**OV**", "**TTL**" – **클럭 모드를 선택한다. 외부 클럭에 대해서는** 7 **장,** *타임 베이스의 질문*을 **참조하라.**

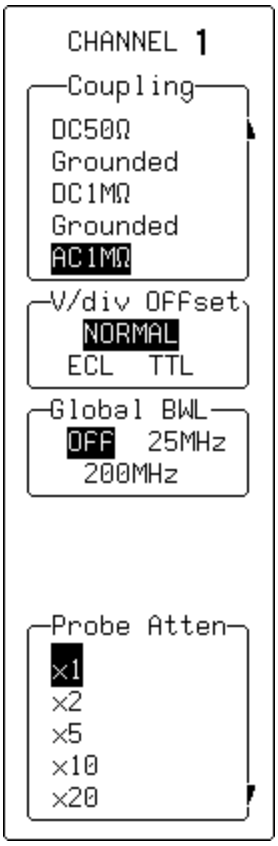
시퀀스 모드를 "On" 혹은 "Off"한다.노브를 이용하여 segments **수를 선택한다. 시퀀스 샘플링에 대해서는** 7 **장,** *타임 베이스의 질문* **을 참조하라.**



메뉴 노브를 이용하여 획득할 최대의 샘플수를 선택한다. 메뉴 버튼을 이용하여 default 50k **를 설정한다.**

커플링 설정하기

20. 1 그리고 을 눌러서 커플링 메뉴를 표시하는 Coupling 이 나오게 한다.



21. 이 메뉴들을 이용하여 입력-신호 커플링과 그라운딩, 채널 대역폭 한계와 프로브 attenuation 을 설정한다.

신호 커플링을 선택한다.

선택을 리스트 밑으로 내리기 위해 누른다. 본 그림과 같이 밑에 있으면, 밑부분을 향하는 화살표가 사라지고 이 버튼은 비활성화 될 것이다.

ECL 신호를 표시하는 입력 커플링, volts/div, offset 을 설정하는 "**NORMAL**"을 누른다. 다시 누르면, TTL 신호를 위한 세팅이 나온다. 3 번 누르면 최종 매뉴얼 셋업 단계로 돌아갈 것이다.

대역폭 제한을 "Off"나 200 혹은 25MHz 로 줄인다. 신호와 시스템 노이즈를 줄이고 고주파수 aliasing 을 예방한다. Global BWL: 제한 설정은 모든 채널에 적용될 것이다; BWL: 제한 설정은 각 채널 마다 개별적으로 설정될 수 있다. SPECIAL MODES 를 이용하여 이것을 설정하는 방법에 대해서는 20 페이지의 요령을 참조하라.

입력 채널을 위해 프로브 attenuation factor 를 설정한다. 노브가 리스트의 위 아래로 선택을 스크롤하는 동안, 버튼은 위 아래로 스크롤 된다. LeCroy 의 ProBus® 시스템은 자동적으로 프로브를 감지하고 attenuation 을 설정한다. 이 메뉴는 부착된 프로브 형태와 attenuation factor 를 나타낸다. 프로브와 ProBus 에 대한 추가 정보는 아래를 참조하라.

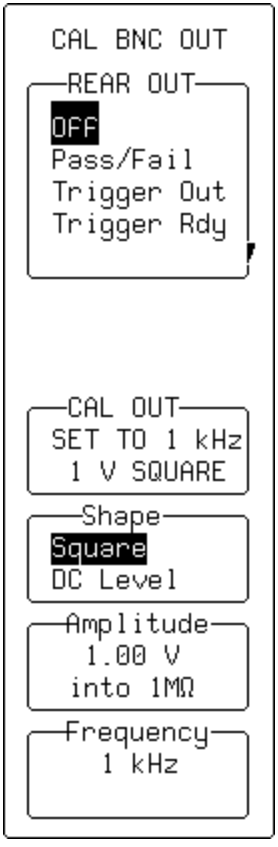
주의:

- ***AC 위치: 신호는 용량성으로 연결되고, 입력 신호의 DC 성분은 폐쇄되고 10Hz 이하의 신호 주파수는 제한된다.***
- ***DC 위치: 신호-주파수 성분은 통과할 수 있으며, 1 M 혹은 50 M 의 입력 임피던스가 선택될 수 있다. 50M 로의 최대 dissipation 은 0.5W 이다. 이렇게 되면, 입력은 자동적으로 그라운드 될 것이다. "Grounded" 는 "커플링" 메뉴에서 강조될 것이며, 오버로드 메시지는 the Acquisition Summary field 에 나타날 것이다. 입력으로부터 신호를 제거하고 "DC50W".***

CAL과 BNC 신호

1. UTILITIES  를 누른다.

2.  을 눌러서 CAL BNC Setup 를 선택하고 CAL BNC OUT 메뉴를 표시한다



3. **앞** CAL **과 뒤** BNC **신호 출력단에 나오는 신호 형태를 선택하기 위해 이 메뉴들을 사용한다. 교정 신호의 주파수, 진폭과 펄스 모양을 설정한다.**

뒤 BNC **커넥터로부터 신호 형태를 설정한다.**

CAL **출력을 디폴트 상태로 리셋한다**: 1 kHz 1 V square wave. Waverunner **는 켜져 있을 때 교정 신호를 자동으로 디폴트 상태로 설정한다.**

교정 신호의 형태를 선택한다.

노브를 이용해서, CAL **출력을 위한 펄스 레벨을 설정한다(범위**: 1.00 **에서** 1.00V).

노브를 이용해서, 500Hz–1MHz **범위내에서** CAL **신호의 원하는 주파수를 설정한다.**

PASSIVE PROBE 교정하기

Waverunner 스코프는 각 채널을 위한 LeCroy passive probe 와 함께 제공된다.

First. *Waverunner 스코프를 켠다.*

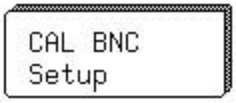
Second. *채널 1 입력단에 probe lead 를 삽입한다.*

Third. *프로브 tip 을 CAL 출력단에 연결한다(전면판 일러스트레이션, "첫번째 일(First Things")을 참조하라)*

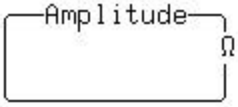
Fourth. *lead's alligator clip 을 CAL 밑에 위치한, ⏚ 으로 표시되는 ground ring 에 붙인다.*

CAL 신호는 1 kHz 방형파(square wave), 1V p-p 이다.

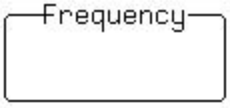
Fifth. 

그리고  *를 눌러서* 

선택한다.

Sixth.  *를 눌러서* 

를 선택하고 진폭 레벨을 정한다.

Seventh. *이제* 

를 선택하여 500Hz 에서 1MHz 범위내에서 주파수를 설정한다.

Eighth. *"Coupling"을 이용하여 채널 커플링을 DC 1M 로 맞춘다.(이전 페이지를 참조하라).*

Ninth. 

을눌러서 채널 1 을 선택한다.

Tenth. 

을 두번 누른다.

만약 표시된 신호의 overshoot 혹은 undershoot 이 발생하면, 프로브 패키지와 함께 제공되는 적은 스크류 드라이버를 프로브 헤드에 있는 trimmer 에 넣고 시계 방향 혹은 반 시계 방향으로 돌려서 프로브를 조정하여 최적의 방형파를 획득한다.

PROBUS 가 어떻게 도움이 되는지

LeCroy 의 ProBus 프로브 시스템은 프로브 요령부터 오실로스코프 디스플레이까지 완전한 계측 솔루션을 제공한다.

ProBus 를 이용하여, 전면판으로부터 투명 gain 과 offset 을 제어할 수 있다 – 특히 전압, differential 과 current active probes 에 유용하다. ProBus EPROMS 로부터 gain 과 offset 교정 인수(correction factors)를 업로드하고 완전히 교정된 계측기를 얻도록 자동으로 보정한다.

Waverunner 스코프와 다양한 범위의 accessories 사이의 이 지능적인 상호 연결로 인해 표준 BNC 와 probe-ring 연결보다 훨씬 이점을 갖는다. ProBus 는 attenuation 과 확대 factor 가 수동으로 설정될 때 발생하는 어림짐작과 에러를 제거하고, 프로브 타입을 자동으로 감지하여 정확한 입력 커플링을 보장한다.

요령: 펄스를 제공하기 위해 Waverunner 의 후면판 BNC 신호 출력단을 이용한다:

- ***Pass/Fail 테스팅을 위해***
- ***수용된 각각의 트리거 이벤트의 발생시(Trigger Out)***
- ***스코프가 트리거 이벤트를 받아들일 준비가 되었을 때 (트리거 Rdy).***

2 장 : 간 단 한 트 리 거 (Simply Trigger)

이 장에서는 다음 사항을 다룰 것이다.

- *트리거 컨트롤*
- *에지 트리거 설정*
- *트리거링 Rearm*
- *레벨, 커플링과 슬로프 결정*
- *윈도우 트리거 이용*
- *트리거나 시스템 상태의 요약*

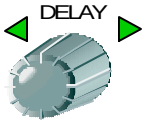
Simple 신호에 에지 트리거

Waverunner 는 귀하가 정의하는 특성과 상태에 트리거를 사용하는 많은 파형 캡쳐 기술을 가지고 있다. 이러한 트리거는 크게 두개의 카테고리로 나누어진다:

- **Edge**- positive 혹은 negative 슬로프와 holdoff 같은 기본적인 파형 특성이나 상태에 의해 활성화된다;
- **SMART Trigger** – 트리거를 위한 기본 사항뿐만 아니라 다른 복잡한 신호상태에도 이용할 수 있게 해주는 복잡하고 세련된 트리거. 8 장, *트리거 스마트(Trigger Smart)*를 참조하라.

간단한 신호를 위해서는 에지 트리거를 이용하고, 글리치와 같은 흔하지 않은 특성을 가진 신호를 위해서는 SMART Trigger 을 이용하라.

트리거링 제어하기

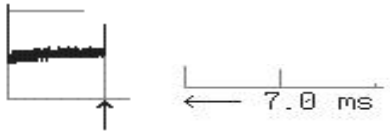


Horizontal(수평): 트리거의 수평 위치를 조정하기 위해 를 돌린다.

트리거의 위치를 그리드의 왼쪽에서 오른쪽으로 0% 에서 100% pre-trigger 로 조정할 수 있다. DELAY 는 division 의 0.1 증분율로 10 000 divisions 까지 제시간에 post-trigger 를 설정하는데 사용될 수 있다.

트리거의 위치는 바로 오른쪽에 나온 것처럼, 그리드 바닥에 화살표로 표시된다.

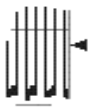
Post-trigger delay 는 트리거 지연 필드에 나타나며, 오른쪽에 나온 것처럼 화살표가 수평으로 나온다.



Vertical(수직): 트리거의 수직 threshold 를 조정하기 위해 을 돌린다.

이 노브를 돌려서 트리거 소스 혹은 강조된 trace 의 레벨을 조정한다. 레벨은 트리거가 event 를 발생시키는 소스 전압을 정의한다 – 트리거 상태를 만족시키는 인풋 신호의 변화.

그리드의 양쪽에 있는 화살표는 threshold 위치를 나타낸다. 하지만 이 화살표는 트리거 소스가 표시되고 소스 신호 DC 가 커플될 때만 나타날 것이다.



에지 트리거 설정

SETUP

1. TRIGGER  을 눌러서 이 메뉴들에 엑세스 한다:

오류! 연결이 잘못되었습니다. 이 메뉴들을 이용하여, 트리거 소스, 소스의 커플링, 슬로프- positive or negative – 과 시간이나 이벤트에 의한 트리거 hold-off 양을 선택한다.

"Edge" 혹은 "SMART"를 선택: "에지"는 디폴트로 선택.

요령: 설정되면, 트리거 레벨과 커플링은 각 트리거 소스마다 트리거 형태가 변하지 않는다.

2. 트리거 소스를 선택한다. 이것은 Waverunner 혹은 EXT BNC connector 에 전원을 주는 전원전압이나 채널에 신호가 될 수 있다.

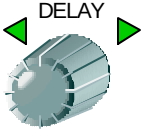
3. 트리거 소스에 대한 커플링을 선택한다.

4. 선택된 소스의 positive 혹은 negative slope 에 트리거 포인트를 두거나 윈도우 정의를 선택한다.

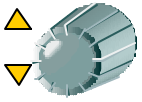
"Window" 가 상기메뉴로부터 선택되면, 윈도우 크기를 정의할 수 있게 해주는 메뉴가 나타난다. 33 페이지 참조.

특별한 트리거 이벤트 후에, 이벤트의 수, 정의된 시간동안 트리거링을 연기한다. 본 버튼을 이용하여, "**Time**" 혹은 "**Events**"를 선택하고, 수치를 정하기 위해 노브를 이용한다. "**Off**" 를 누르면 holdoff 가 비활성화 된다. 8 장, *Trigger Smart* 를 참조하라.

DELAY

5.  를 돌려서 원하는 대로 트리거의 수평 위치, pre-trigger 의 양을 조정한다.

TRIGGER LEVEL

6.  을 돌려서 트리거 전압 레벨을 조정한다.

트리거 레벨, 커플링과 슬로프 정하기

레벨은 트리거 회로가 이벤트를 생성하는 소스 전압을 정의한다:트리거 상태를 만족시키는 인풋 신호에서의 변화. 선택된 트리거 레벨은 선택된 트리거 소스와 관련된다.

트리거 레벨은 볼트에 명시될 것이고, 수직 gain 혹은 offset 을 바꿀때도 변하지 않는다. 트리거 레벨의 진폭과 범위는 다음과 같이 제한된다.:

- ± 트리거 소스로서 채널을 가진 5 screen divisions
- ± 트리거 소스로서 EXT 를 가진 0.5 V
- ± 트리거 소스로서 EXT/10D 을 가진 5 V
- 트리거 소스로서 LINE 을 가지지 않은 것(제로 크로싱이 사용됨).

Coupling 은 트리거 회로에서 트리거 회로의 인풋에서의 신호 커플링 형태를 지칭한다. 트리거 레벨에서처럼, 각각의 소스에 대해 개별적으로 커플링을 선택할 수 있다. 트리거 소스를 변경하면, 커플링을 바꿀 수 있다. 이러한 커플링 형태들 중에서 선택할 수 있다:

- DC: 고주파수 발생을 위해서 또는 AC 커플링의 사용으로 인해 효과적인 트리거 레벨로 옮겨지는 경우에 모든 신호의 주기 요소는 트리거 회로로 커플된다.
- AC: 신호는 용량적으로 커플된다. DC 레벨은 거부되고, 50 Hz 이하의 주파수는 약화된다.
- LF REJ: 신호는 용량성 high-pass 필터 네트워크를 통해 커플되고, DC 는 거부되고, 50 kHz 이하의 주파수는 약화된다. 중-고 주파수 신호에 안정적인 트리거 하기 위한 것.
- HF REJ: 신호는 트리거 회로에 DC-커플되고, low-pass 필터 네트워크는 50 kHz 이상의 주파수를 약화시킨다. 낮은 주파수에 트리거링 하기 위한 것.
- HF: 고 주파수 반복 신호에 트리거링하기 위해 필요할 때만 사용함. SMART 트리거의 특성과 같이 트리거 특성과 호환될 수 없을 때 HF 는 자동적으로 무시되고 AC 로 설정된다.

Slope 는 특별한 트리거 이벤트를 발생시킬 때 사용되는 트리거 전압의 방향을 결정한다. Positive 또는 negative 슬로프를 선택할 수 있다. 커플링처럼, 선택된 슬로프는 선택된 트리거 소스와 연관된다.

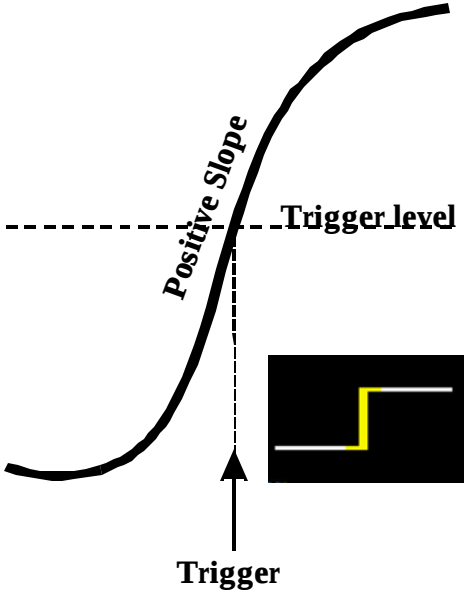


그림1. 에지 트리거는 선택된 레벨에서 선택된 에지에서 작용한다. 슬로프-여기서는 positive –는 트리거 아이콘에 강조된다.

트리거 RE-ARM

세가지의 트리거 Re-arming 모드인 AUTO, NORMAL 과 SINGLE, 은 모든 종류의 트리거에서 사용할 수 있다. 또한 STOP 을 누르면, 이 세가지 모두에서 캡쳐를 중단시킬 수 있다.

AUTO

를 눌러서 AUTO 모드를 활성화시킨다: 트리거가 바로 뒤에 발생하지 않으면, trace 는 자동적으로 디스플레이 될 것이다. 하지만 신호가 발생하면, Waverunner 는 NORMAL mode 에 있는 것처럼 작동한다...

NORMAL

를 눌러서 NORMAL 모드로 가고, 유효한 트리거가 있을 때 디스플레이를 계속해서 업데이트 시킨다. 유효한 트리거가 없으면, 마지막 신호가 보유되고, 트리거 상태 필드에 경고 "SLOW TRIGGER" 가 나타난다.

SINGLE

를 눌러서 SINGLE 모드로 간다: Waverunner 는 한 개의 트리거가 발생하기를 기다려서, 신호를 디스플레이하고, 캡쳐를 멈춘다. 트리거가 발생하지 않으면, 스코프를 수동으로 트리거 하기 위해 이 버튼을 다시 누를 수도 있다.

STOP

을 눌러서 AUTO, NORMAL 또는 SINGLE re-arming 모드에서 이루어진 캡쳐를 중단한다. 새로운 신호의 캡쳐를 방지하기 위해서 혹은 가장 마지막에 캡쳐된 신호를 유지하기 위해 single-shot 캡쳐가 진행될 때 Stop 을 누른다.

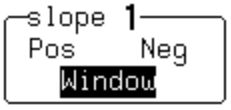
트리거 아이콘 인식

트리거 아이콘를 이용하면, 현재의 트리거 상태를 화면에서 즉시 인식할 수 있다. 각 트리거를 위한 아이콘이 있다. 아이콘에 두껍게 표시된 transitions 은 트리거가 발생된 슬로프를 나타낸다. 아이콘에는 트리거 셋팅의 정보를 담은 주석과 함께 제공된다.

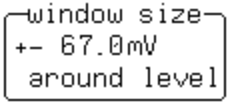
예를 들어, 이 아이콘은 50ns 의 holdoff 시간을 가지고, 0.008 V 의 레벨에서 positive 슬로프를 트리거 하기 위해 설정된 에지 트리거를 나타낸다.

윈도우 트리거 이용하기

선택된 트리거 레벨 위 아래로 경계선이 넘어간 영역을 정의한다. 신호가 어떤 방향으로든 이 윈도우 영역을 떠나거나 위 혹은 아래의 영역으로 넘어갈 때(그림 2) 트리거 이벤트가 발생한다. 신호가 윈도우 영역으로 넘어가면 다음 트리거가 발생할 것이다.

1. 

를 선택한다.

2. **그리고 나서** 

를 이용하여, 윈도우 영역의 크기를 정의한다.

그리드의 왼쪽편에 있는 bar **는 윈도우의 높이를 시각적으로 나타낼 것이다.**

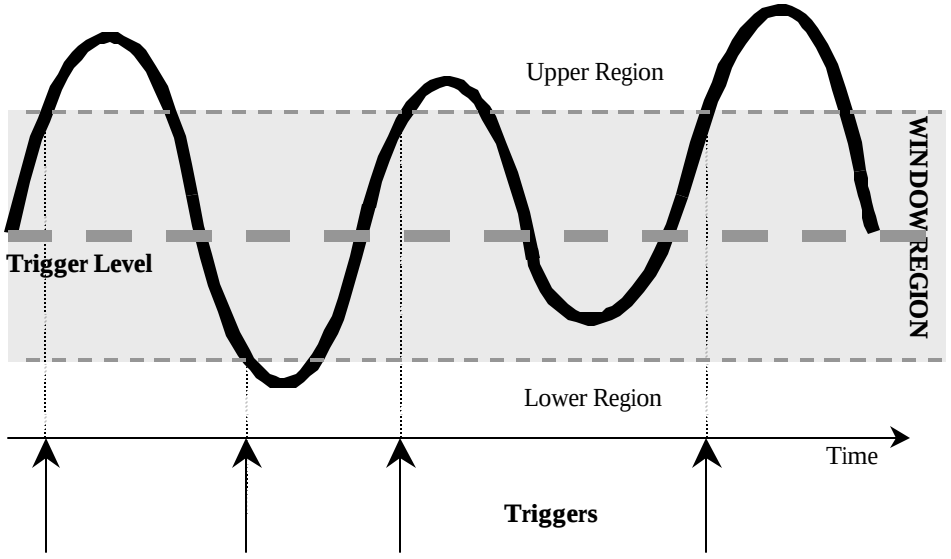


그림 2. 윈도우 트리거: 신호가 윈도우 영역을 떠나면 트리거 된다. 화살표는 신호가 윈도우 영역을 떠날 때 어디에서 트리거가 발생하는지 나타낸다.

트리거 상태 요약

각 채널의 타임 베이스, 수직 민감도, 프로브 attenuation, **커플링 뿐만 아니라 트리거의 상태에 대한 요약을 디스플레이 한다.**

SCOPE STATUS

1.  **를 눌러서** STATUS **메뉴를 나타나게 한다.**

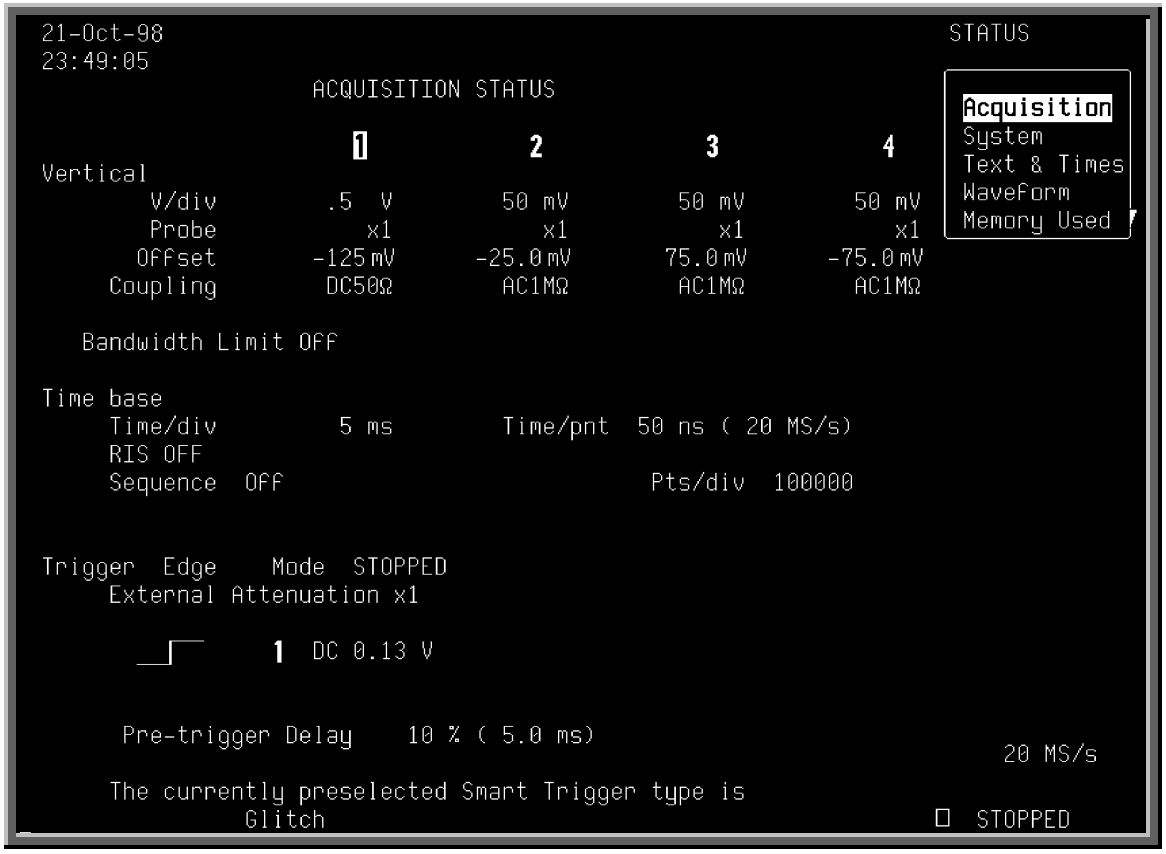
2.  **를 눌러 "Acquisition" 선택.**

PRINT SCREEN

요령:  ***을 누르면, 상태 요약서를 문서화하고 하드 카피로 만들 수 있다.***

PANELS

다시 사용하고 싶은 셋팅이 있을 때  ***을 누른다.(이에 대한 더 많은 정보를 알고 싶으면 다음 장을 참조하시오.).***



Waverunner ***현재 시스템 요약과 다른 기능 상태에 대한 전체 화면에 엑세스하려면*** *SCOPE STATUS* ***버튼을 누른다.***

에지 트리거와 SMART 트리거 종류에 대한 모든 것을 알고 싶으면, 제 8 장, *Trigger Smart,* 를 참조하라.

3 장 : *신호를 시각화하기*

이번 장에서는 다음 사항을 다룰 것이다.

- ***시간에 따른 신호 변화 관찰***
- ***디스플레이 설정***
- ***아날로그 Persistence ä 설정***
- ***그리드 스타일 선택***
- ***판넬 셋업 저장 및 불러오기***

Persistence 디스플레이하고 보이기

미술가가 팔레트, 붓과 캔버스에 칠하는 기술을 이용하는 것처럼, 당신도 화면- 당신의 "캔버스"-에 신호를 시각화하기 위해, Waverunner 의 색깔, 도구와 기술을 이용할 수 있다.
한번에, 하나, 두개, 4 개 또는 8 개까지의 traces 를 관찰한다(모델에 따라 달라짐). 디스플레이와 그리드 휘도(intensity)를 조정한다. 여러 가지 그리드 스타일을 선택한다. 또는 Full Screen 을 이용하여 전체 화면을 파형으로 채운다.
색깔과 화면 휘도를 자동으로 유지하면서, Waverunner 디스플레이를 개인에 따라 조정할 수 있다. 디스플레이된 신호와 모든 관련된 정보는 당신이 선택한 색깔 확인을 공유한다. 신호와 trace 를 불투명하게 또는 투명하게 나타내서 겹쳐지는 객체가 — traces 위에 traces, 그리드 위의 traces — 항상 보이도록 한다.
Analog Persistence 특성처럼, 다른 귀중한 툴과 기술들은 파형을 시각화하여 파형의 비밀을 밝혀내는데 도움을 줄 것이다.

요령: 셋팅을 새로 하여 새로운 파형에서 "새롭게" 시작한다:

1. *측정할 신호를 Waverunner 채널에 연결한다.*
2. *윗부분부터 2 번째와 5 번째 메뉴, CHANNEL SELECT 1 을 동시에 눌러서 디폴트 셋팅으로 돌아간다.*
3. *A, B, C 또는 D 를 눌러서 원하지 않는 trace 를 끈다.*
4. *신호의 채널을 위해 SELECT 1, 2, 3 또는 4 를 누르고, "Coupling"을 선택한다. 커플링이 회로의 임피던스와 맞는지 확인한다. 그렇지 않다면, 메뉴 버튼을 이용하여 정확하게 설정한다.*
5. *AUTO SETUP 을 2 번 누른다.*

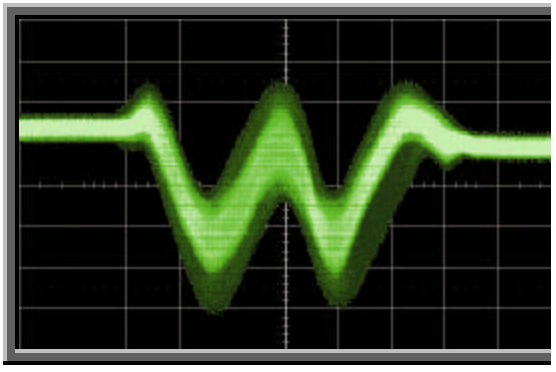
그런 후 아래에 시작된 절차를 따른다...

시간에 따른 신호의 변화 관찰
많은 acquisition 으로부터 on-screen 포인트를 축척하기 위해 Persistence 를 이용하고, 시간에 따라 신호가 변하는 것을 관찰한다. Waverunner 의 persistence 모드는 가장 자주 발생하는 신호 path 를 "3 차원적으로" 같은 색, 또는 색의 스펙트럼에서 등급 된 색의 휘도로 보여준다.

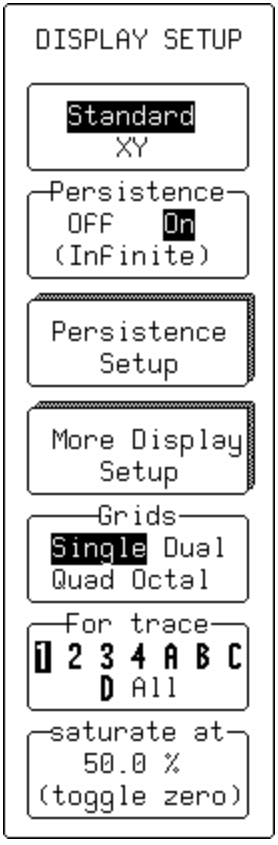
Persistence 로 파형을 디스플레이 하기...

1. ANALOG PERSIST 을 눌러서 신호를 Analog Persistence 또는 Color Graded persistence 로 디스플레이한다.

2. 다음 페이지에 나온 메뉴를 위해 DISPLAY 를 누른다...



디스플레이를 설정



3. **이러한 메뉴들을 이용하여 디스플레이를 설정한다.** persistence **를 이용하지 않을 때에는 아래 나온 것처럼 일부 메뉴가 다르다.**

Standard **또는** XY **디스플레이를 설정한다:** "**Standard**" **는 디폴트로 선택된다.** XY **디스플레이에 대해서는 제** 9 **장,** ***추가 디스플레이를*** **참조한다.**

ANALOG PERSIST

persistence **를 켜거나 끈다. 또는** **를 누른다.**

persistence **디스플레이를 설정한다. 다음 페이지 참조.**

Persistence **가 "Off"이면, 이 메뉴는** Dot Join **이 된다: 화면에** 400 **개 이상의 샘플 포인트가 있으면, 포인트는 선 구분**(line segments)**에 의해 연결된다.**

더 많은 디스플레이 셋업 메뉴에 엑세스 한다. 제 9 **장,** ***추가 디스플레이*** **참조.**

그리드 스타일과 번호를 선택한다. 40 **페이지 참조.**

persistence **인 상태에서, 아래의 메뉴 기능을 위해 표시된** trace **를 선택한다.** Persistence **를 이용하지 않을 때, 이 메뉴는** W'form + Text **라고 불리며, 이 노브는 파형과** text **밝기**(brightness)**를 조정한다.**

persistence **인 상태에서,** saturation **의 퍼센트를 선택한다:** 100 % **를 선택하면,** persistence **데이터 지도**(data map)**의 전체 깊이에 스펙트럼이 퍼진다; 낮은 수치에서 이 스펙트럼은 명시된 퍼센트에서 포화된다**(saturate)- **밝은 색 혹은 그림자-. 이 퍼센트를 낮추면 픽셀이 낮은 데이터 휘도에서 포화되며, 높은 퍼센트에서 보이지 않은** hit pixel **을 조금 보이게 한다.**

persistence **을 이용하지 않을 때, 이 메뉴는** Grid intensity **라고 불리며, 이 노브는 그리드의 휘도를 조정한다. 그리드는 밝게 되거나, 휘도를 줄임으로서 표시된** trace **와 섞일 수 있다.** 0%**에서 디폴트로 밝기를 되돌리기 위해서도 이 메뉴 버튼을 누른다.**

요령: ***persistence*** ***가 없는 상태의 표준 디스플레이에서 휘도가*** *0%* ***이면, 파형과*** *text* ***가 사라진다.!***

DISPLAY

정상적인 밝기로 돌아가려면 **을 누른다.**

PERSISTENCE 을 위한 셋업

4. **이러한 메뉴에 엑세스하는** "Persistence Setup" **을 위해**  **를 누른다.**

5. persistence **디스플레이를 셋업하려면 다음 버튼을 이용한다.**

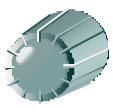
 **캡쳐한 마지막** trace **를 표시하기(**"**On**"**).**

 persistence **지속 기간을 초 단위로 선택한다. 예를 들어** 1s **로 설정되면, 각각의 캡쳐된** trace **는** 1 **초동안 표시되었다가 사라질 것이다. 디스플레이에 포함된 스위프 숫자** (100 **만 까지**) **는 표시된** trace **라벨의 밑부분에 나타난다. 디폴트는** "**Infinite**"**이다.**

 **모든** trace **를 위해, 또는 표시된 두개의** trace **를 위해** persistence **를 선택한다.** 4 **개의** trace **혹은 기능이 나타날 때 유용하고,** persistence **는 그 모두에게 적용되지 않을 것이다.**

 "**Analog**" **를 선택하고,** persistence data map **을** trace **색의 휘도로, 또는 붉은색-보라색까지의 스펙트럼에** map **이 만들어지면,** "**Color Graded**" **화면에 표시한다.**


 **아래의 메뉴 기능을 위해 표시된** trace **를 선택한다.**

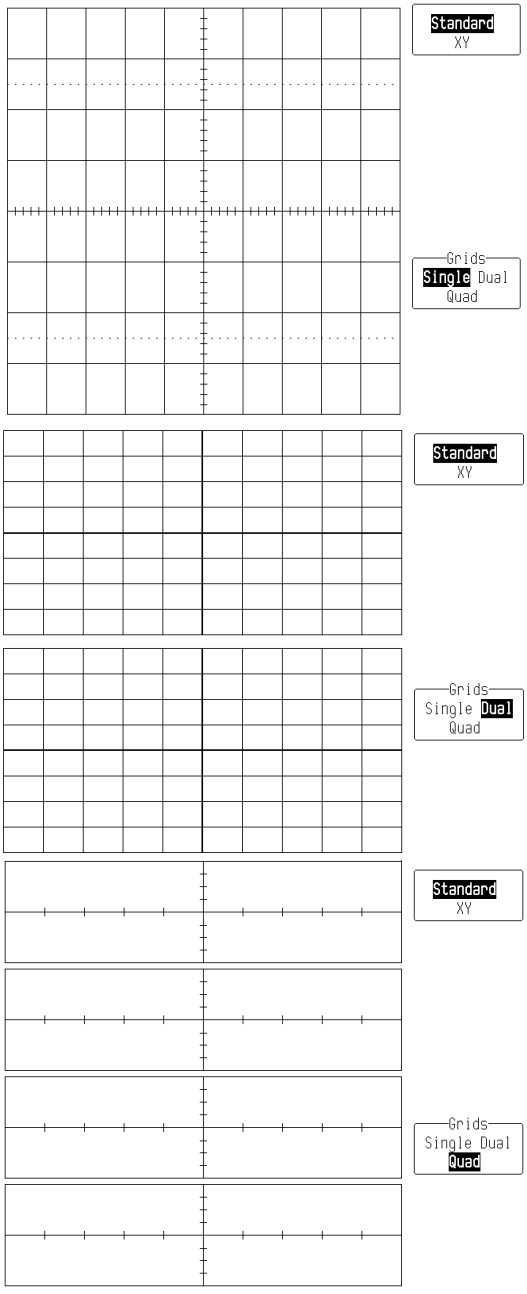

 saturation **의 퍼센트를 선택한다. 이전 페이지의 메뉴 설명을 참조하라.**

RETURN  6. **메인 디스플레이 셋업 메뉴로 돌아가기 위해 누른다.**

요령: persistence accumulation 를 새로 시작하기 위해, 예를 들어, 신호 소스를 변경하고 예전 trace 를 삭제하고 싶을

CLEAR SWEEPS

때,  ***을 누른다.***



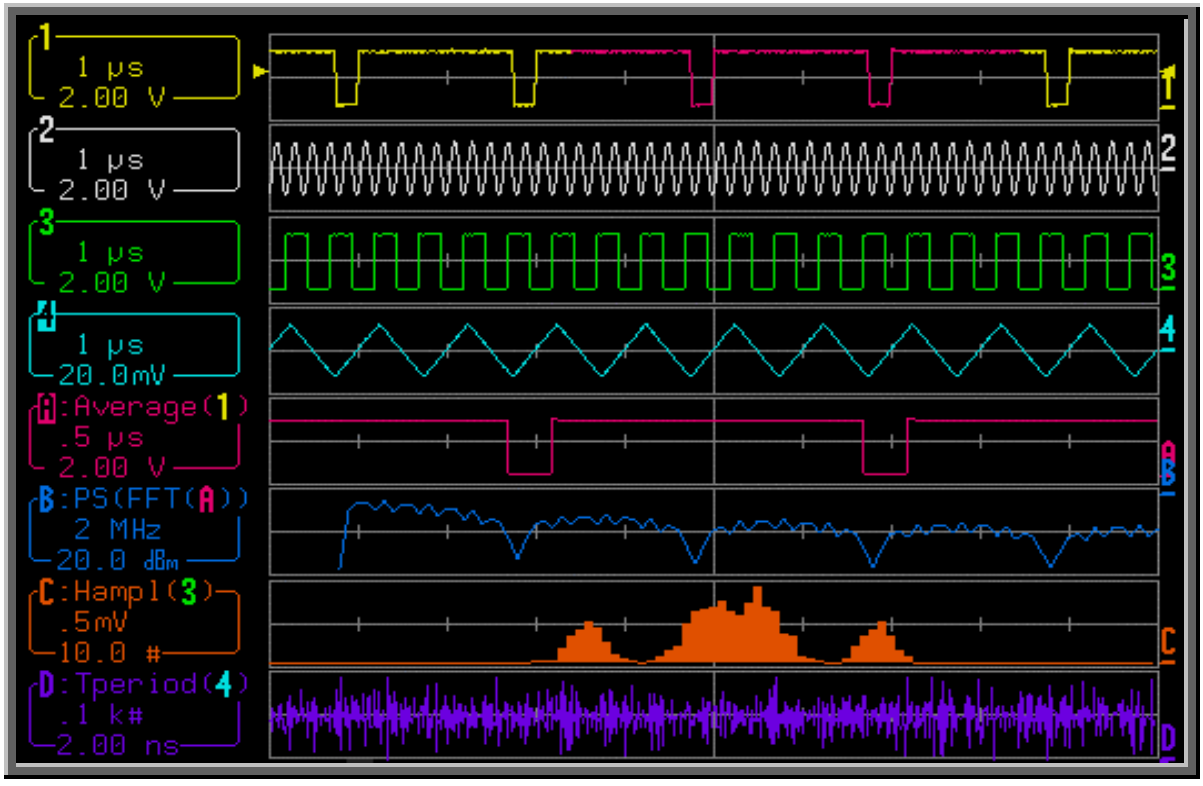
객체를 색깔과 연결하고 분리하기.

진보된 색 관리는 객체—그리드, 파형, 커서 혹은 텍스트 —가 겹쳐졌을 때에도 다 보이게 해준다. 신호와 신호 관련 데이터는 색깔과 관련이 있다. 각 trace 는 자신만의 독특한 색을 가지고 있다. Persistence 디스플레이는 parent trace 에 자동적으로 색깔이 매치된다. 관련된 traces 와 텍스트, 아이콘과 parent–daughter 줌 영역도 색깔에 의해 연결된다.

배경 색의 선택 은 더 어두운 색으로 제한되어 있어서, 디스플레이 된 객체는 명확하게 정의되고 인식된다. 선택된 배경색이 객체의 색조와 비슷하면, 그 객체의 색은 자동으로 변해서 객체가 항상 뚜렷하게 보이도록 해준다.

각 trace 는 자신만의 색을 가지고 있다. 하지만, trace 의 확장된 혹은 zoomed 부분은 자신만의 색을 가져서 single trace 가 한번에 여러 개의 색을 가질 수도 있다:원래의 주요한 색깔과 확장된 영역의 여러 가지 색깔

Trace-관련된 텍스트는 측정 파라메터, 커서, 트리거, 파형과 채널을 설명하는 화면상의 정보가 포함되어 있다. 모든 화면상 텍스트를 커버하고 있는 표준 텍스트 색깔은 pre-set 색깔 schemes 에 존재하거나 혹은 custom palettes 로 선택될 수 있다. 제 9 장, "추가 디스플레이"을 참조



파형 소스 설명, trace 라벨과 그들이 포함하고 있는 정보는 본 4 채널 모델의 Octal-그리드, 8-trace 디스플레이에서 처럼, 항상 그들 각각의 색깔을 가질 것이다. 대부분의 메뉴는 텍스트 색깔로만 표시될 것이다. 활성 트리거-에지 혹은 –상태는 트리거 아이콘처럼, trace 색깔로 소스 관련된 정보를 보여줄 것이다. 채널 커플링 메뉴 타이틀은 trace 색깔이며, Math Set-Up 메뉴 소스도 자신만의 색깔을 가지고 있다.

보통의 투명하지 않은 층에서 한 파형 위에 다른 파형을 겹치려면, "불투명"을 선택하라. 믹싱을 겹치려면 "**Transparent**"를 선택하라:겹쳐질 파형의 영역은 자동으로 색을 변경하며, 이때 그리드 휘도는 변하지 않는다. 제 9 장, "추가 디스플레이"을 참조하라.

객체는 자동적으로 순서대로 놓일 것이다. 같은 형태의 traces 중에서, 가장 위의 것이 위의 trace 라벨에 설명될 것이고, 다음 것은 위에서 두 번째 trace 라벨에 나타나고, 배경쪽으로 내림 차순으로 정리될 것이다. SELECT 버튼을 이용하여, trace 가 나타나는 순서를 선택하라. 서로 다른 형태의 traces 가 나타날 때: 디폴트로 바닥에서 그리드로부터 오름차순으로 나타나는 것은: envelope traces, persistence traces, normal traces 와 – 화면의 가장 위에 나타나는 – 커서이다. 이 순서도 사용자 정의에 따라 변할 수 있다.

판넬 셋업을 저장하고 불러오기

Waverunner 스코프를 이용하면, 당신이 선호하는 디스플레이 셋팅을 저장하고, 후에 불러올 수 있다. 또는 이미 스코프에 설치된 디폴트를 불러오도록 선택할 수도 있다. 정교한 zoom 과 multiple trace 에 math display 를 설정하였으며, 다른 신호에도 이를 사용하고 싶을 때, 판넬 셋업을 저장하고 불러오는 것은 매우 중요하다. 스코프는 휘발성(volatile) 메모리에 4 개의 판넬 셋업을 저장할 수 있고, 일시와 저장 시간이 기록된 파일로 플로피 디스크나 옵션인 PC 카드 슬롯(메모리 카드 또는 하드 디스크 카드)에 더 많은 판넬 셋업을 저장할 수 있다.

판넬 셋업을 저장

1. PANELS  을 눌러 판넬 셋업(PANEL SETUPS) 메뉴를 선택한다...

오류! 연결이 잘못되었습니다.

이 메뉴들을 이용하여 선호하는 판넬 셋업을 저장한다 — 이 예제에서는 SETUP1.


2. "**Save**"을 선택하기 위해 누른다.


3. SETUP1 에 저장하기 위해 누른다.

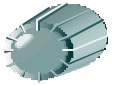

SETUP2 에 저장한다.


SETUP3 에 저장한다.

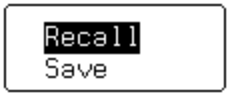

SETUP4 에 저장한다.



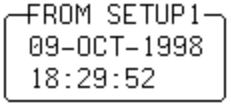
PC 카드 슬롯에 저장한다.



플로피 디스크에 저장한다.

판넬 셋업 불러오기

1.  을 눌러 

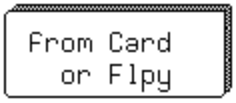
가 나오게 한다.

2.  을 눌러 

을 선택하고 저장한 셋업, 예를 들어 SETUP 1 에서 저장한 셋업을 불러온다.

   또는 스코프에 이미 저장되어 있는 디폴트 셋업을 부르려면,  을 눌러서 

을 선택한다.

   또는, 플로피 디스크 혹은 PC 카드에 셋업을 저장할 때,  을 눌러서 

을 선택한다.

   마지막 대안은 RECALL SETUPS 메뉴에 엑세스하는 것으로, 이 메뉴를 이용하면, 플로피 디스크 드라이브에 있는 플로피 디스크나, PC 카드 슬롯에 있는 옵션 휴대용 저장 장치 (PC 메모리 카드 혹은 하드 디스크 카드)로부터 불러낼 수 있다.

파형 자체를 저장하고 불러 오려면, 제 5 장, *수학 툴 사용하기* 를 참조하라. 

4 장 : 신 호 측 정

이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다...

- ***시간 커서 제어***
- ***진폭 커서 제어***
- ***표준 디스플레이에서 커서 이용***
- ***표준 파라메터 선택***

커서로 측정하기

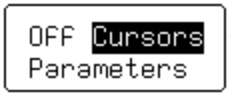
커서는 신호 수치를 측정하는데 있어 도움을 주는 기본적이고 중요한 툴이다. 커서는 그리드와 파형 자체에서 움직일 수 있는 표시자들이다 — 선, 조준용 십자선(cross-hairs) 또는 화살표. 커서를 움직여서 빠르고 정확하게 측정하고, 추측을 통한 측정은 바람직하지 않다. 두 가지의 기본적인 형태가 있다:

- 시간, 또는 주파, 커서는 파형을 따라 움직이는 표시자들이다: 이 표시자들을 원하는 시간에 그 시간의 신호의 진폭을 읽기 위해 놓는다.
- 진폭, 또는 전압, 커서는 신호의 진폭을 측정하기 위해 그리드 위에서 움직이는 선이다.

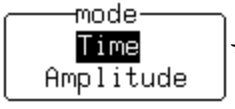
시간 커서를 제어

1. DISPLAY  를 눌러서, 위 메뉴에서 "Standard"를 선택한다.

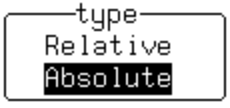
2. MEASURE TOOLS  를 눌러서, 측정(MEASURE) 메뉴를 표시한다.

3.  을 눌러서 

을 선택한다.

4.  을 눌러서 

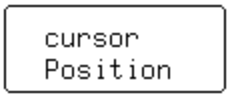
을 선택한다.

5.  을 눌러서 

을 선택한다.

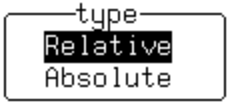
요령: Waverunner 를 중지시키고, 표시된 파형을 측정하는 쉬운 방법으로, SINGLE  ***을 누른다.***

6.  을 돌려서 절대 시간 커서(Absolute Time cursor ⊹)을 선택하기 위해



이 나타나게 한다.

이 조준용 십자선이 표시된 파형 위아래로 움직이는 것을 관찰하라. 십자선이 움직이면서, 트리거 시점으로부터 커서까지의 시가차가 그리드 밑에, 전압 수치는 각 트레이스의 라벨창 아래쪽에 나타난다.

7.  을 눌러서 

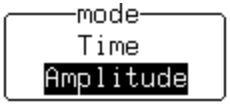
o 을 선택한다.

요령: show 메뉴에서 "Diff & Ref" 을 선택하여, trace 라벨에 그라운드 레벨에 대한 두개의 상대적 시간 커서의 절대 진폭을 표시한다.

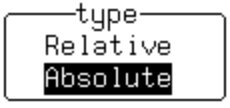
8.  와  를 돌려서 파형을 따라 두개의 상대 시간 커서 ↑ ↓ 를 움직인다.

Waverunner 는 그리드 아래쪽에 각 커서사이의 상대시간을 표시하며, 두 커서 사이의 전압차는 트레이스 라벨창안에 표시한다. 상대 시간 커서(Relative Time cursors), 참조 커서(Reference cursor) (위를 향하는 화살표)) 는 변경될 수 있고, 트리거 포인트와도 다를 수 있다. 예를 들어, 포착한 신호의 falling edge 에 놓을 수도 있다. 파형의 모든 곳에서의 시간 차이를 측정하기 위해서 차이 커서(Difference cursor)(아래를 향하는 화살표) 를 움직일 수도 있다. "**Diff -- Ref**" 는 측정 커서와 기준 커서의 값을 뺀 것을 나타낸다.

진폭 커서를 제어하기

1.  을 눌러서 

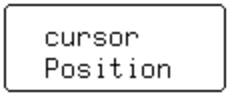
을 선택한다.

2.  을 눌러서 

을 선택한다.

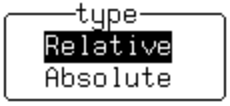
요령: 참조 커서 메뉴에서 Track 을 "On"에 놓는다. 이 메뉴의 노브를 돌리고, 두개의 커서 bar 가 앞뒤로 움직일 때, 참조와 차이 커서 사이의 차이는 변하지 않고 그대로 남아 있다. 차이 커서 메뉴 노브를 돌린다: 이렇게 해야만 커서의 위치가 변할 것이다. 두 커서 사이의 링크는 그리드 옆의 수직 bar 에 의해 표시될 것이다. Track 을 "Off"하기 위해서는 같은 메뉴 버튼을 누른다.

3.  을 돌려서 절대 진폭 커서 — · — · — · 를 움직이기 위해



가 나오게 한다.

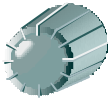
표시된 파형의 윗부분에 놓는다. 커서와 크라운드 레벨 사이의 진폭 차이는(그리드의 오른쪽에 그라운드 레벨에 의해 표시됨)은 trace 라벨에 표시된다.

4.  을 눌러서 

을 선택하고, 두개의 bar 커서가 나오게 한다:

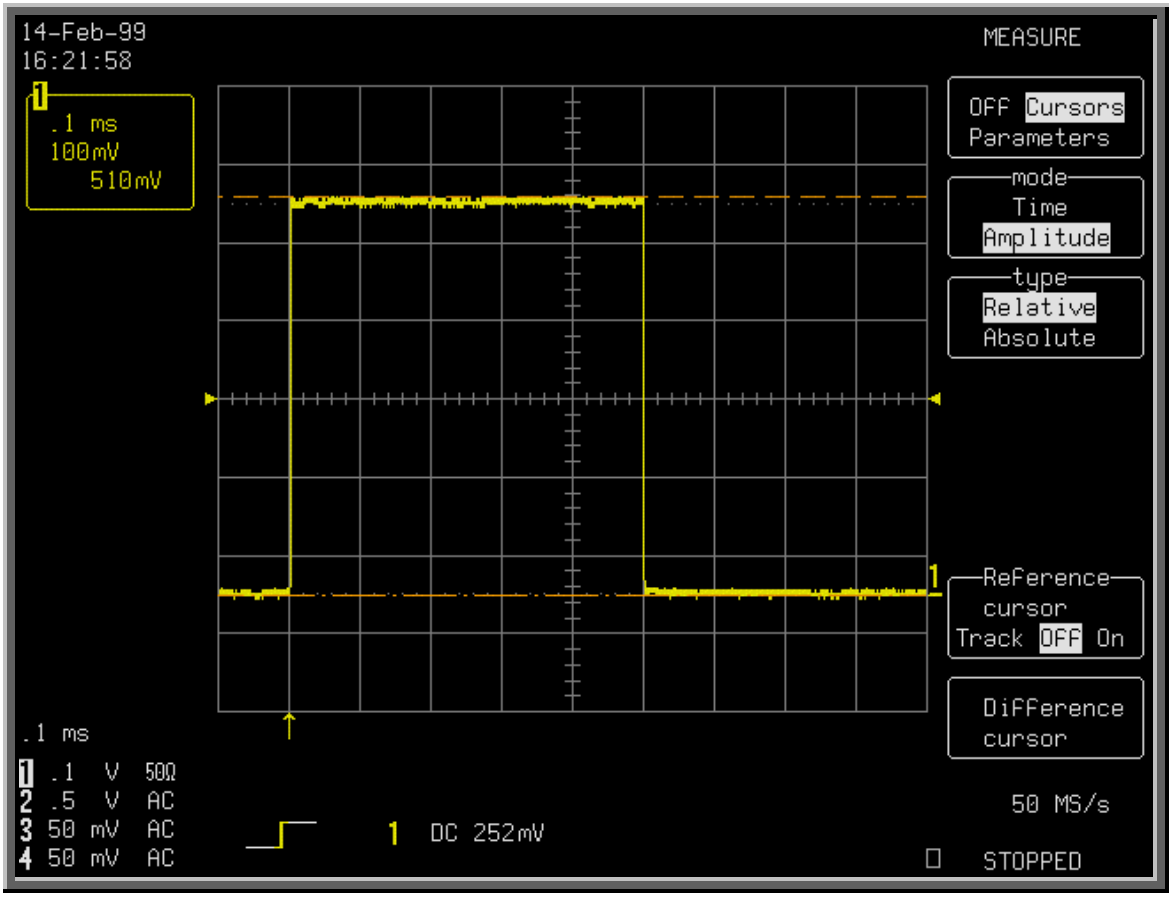
5.  를 돌려서 참조 — — — — — 커서를 움직이기 위해 

가 나오게 한다.

6.  를 돌려서, 차이 커서를 움직이기 위해 

가 나오게 한다.

상대 진폭 커서를 움직일 때, 차이 커서는 그라운드 레벨과 다를 수 있다. 예를 들어, 방형파의 기저 레벨에 놓을 수도 있다. 그리고 나서, 차이 커서를 파형의 윗부분에 놓을 수도 있다. 이 둘 사이의 차이를 보면, trace 라벨에 표시된 신호의 진폭을 알 수 있으며, 이는 다음 페이지에 예시되어 있다.



상대 진폭 커서는 신호의 진폭을 나타내 준다. 여기에서는 화면의 왼쪽 윗부분의 trace 라벨에 나온 것처럼, 510 mV 이다.

표준 디스플레이에서 커서 이용하기

그리드 위 아래로 픽셀마다 진폭(Amplitude) (전압) 커서- 잘라진 선 혹은 화면을 가로지르는 bar-을 움직일 수 있다. 진폭은 각 trace 마다 trace 라벨에 나타나 있다.

시간 Time (주파수) 커서- 파형을 따라 움직이는 화살표 혹은 조준용 십자선- 원하는 시간에 놓아서 그 시점의 신호의 진폭을 읽거나 획득된 모든 single 포인트에 옮길 수 있다.

데이터 포인트에 시간 커서를 놓았을 때, cross-bars 가 화살표와 조준용 십자선에 나타날 것이다 ↕.

시간은 그리드 밑에 나타난다. 상대 모드에서(Relative mode), 커서 사이의 시간 인터벌에 해당하는 주파수도 그리드 밑에 나타난다. 표시된 데이터 포인트가 거의 없으면, 시간-커서 위치는 데이터 포인트 사이에 선형으로 삽입된다. 시간 커서는 이러한 직선 부분(straight-line segments) 를 따라 위 아래로 움직인다.

절대(Absolute) 모드에서, single 커서를 제어할 수 있다. 진폭(진폭 커서를 이용해서), 또는 시간과 진폭(시간 커서를 이용해서)에 대한 커서 위치에서의 값을 표시할 수도 있다. 측정된 전압 진폭은 그라운드에 대한 것이다; 측정된 시간은 트리거 포인트에 대한 것.

상대(Relative) 모드에서, 진폭 또는 시간 커서 한쌍을 제어하고, 진폭에 있어서 둘 사이의 차이 또는 시간과 진폭 사이의 차이의 값을 읽을 수 있다.

PERSISTENCE 모드에서

Persistence 모드에서, 진폭 커서는 표준 디스플레이에서와 같은 반면, 시간 커서는 화면아래로 흐르고, 화면을 가로지르는 수직 bars 이다.

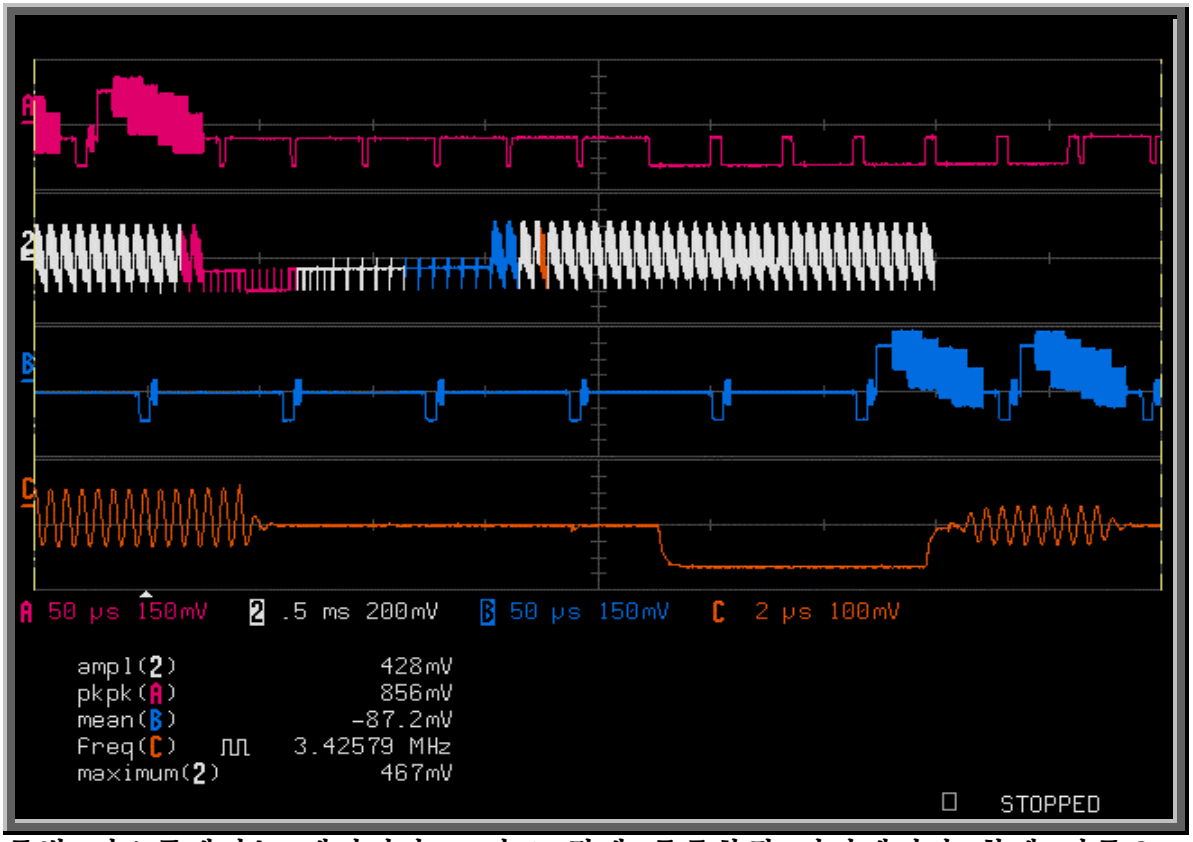
요령:볼트와 데시벨(decibels)에서 시간-커서

UTILITIES

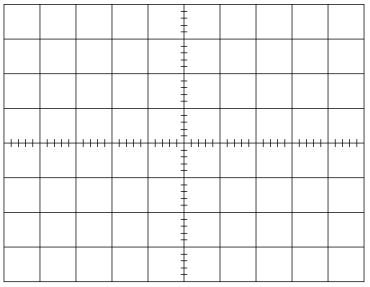
진폭 단위를 설정하기...  *을 눌러서 특별 모드(Special Modes)에 엑세스하여 선택한다. 그리고 나서 커서 측정 메뉴(Cursors Measure menu)를 선택하여 원하는 단위를 선택하기 위해 메뉴의* ***Read time cursor amplitudes*** *를 이용한다.*

파라메터로 자동 측정

파라메터는 다양한 종류의 신호 속성을 결정하는 측정 툴이다. 파라메터를 이용하여, 시간과 전압 수치를 자동으로 계산하라. 진폭과 시간 도메인을 위한 파라메터 모드, custom 파라메터 그룹, 통과와 실패 테스트를 위한 파라메터가 있다. 표준 전압(진폭) 또는 표준 시간 모드에서 하나의 신호를 공통으로 측정할수도 있다. 하나 이상의 신호에서는, Custom 카테고리로부터 파라메터를 선택하고, 한번에 5 개까지의 양까지 결정할 수 있다. 합격과 불합격(Pass and fail) 파라메터도 사용자에게 맞추어 설정될 수 있다. 각 파라메터의 스위프, 평균, 가장 낮은, 가장 높은 그리고 표준의 편차를 축적하고 표시할 수 있다. 파라메터의 사용자 설정에 대해 알고 싶으면 제 11 장, *파라메터 분석*을 참조하여 설명을 보시오.



특별 디스플레이는 데이터가 그리드 밑에 목록화된 파라메터와 함께 자동으로 사용될 수 있다(디스플레이 셋업에 대해서는 다음 페이지를 참조하시오). 여기에는: a Full-Screen, Quad-grid parameter display 가 나와 있다.마주보는 페이지의 윗부분: Standard, Single-grid, parameter display.



표준 파라메터를 선택

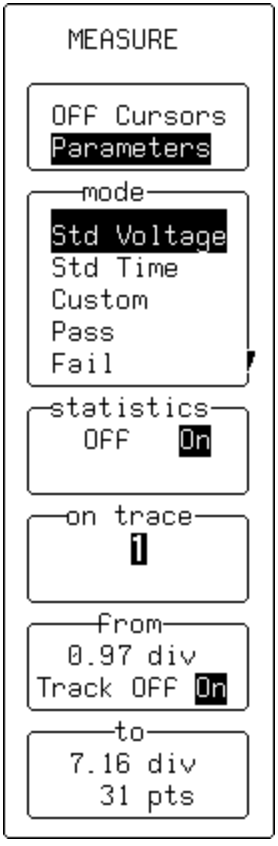
MEASURE
TOOLS

1.  **을 눌러서 MEASURE 메뉴가 나오게 한다.**

2.  **을 눌러서** OFF Cursors / Parameters **을 선택한다.**

pkpk(1)
mean(1)
sdev(1)
rms(1)
ampl(1)

"표준 전압(Standard Voltage)" 은 아래에 나온 것처럼 모드 메뉴에서 디폴드로 선택될 것이고, 5 개의 파라메터 리스트가 그리드 밑에 나타날 것이다. "표준 시간(Standard Time)" 이 선택되면, 이 리스트가 변할 것이다.



3. **이 메뉴들을 이용하여, 파라메터를 위해 셋업하라.**


파라메터, 커서를 이용하거나 이용하지 않기 위해 선택한다. "파라메터(Parameters)"가 선택되면, 표시되지는 않지만, 통계 축척(statistics accumulation) (아래 참조) 은 계속된다.

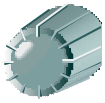

모드를 선택한다. "표준 전압(Standard Voltage)"은 single signal **를 측정한다**: peak-to-peak (**최대와 최소 샘플 수치 사이의 진폭**), **모든 샘플 수치의 평균, 표준 편차, 모든 샘플 수치의 평균 제곱근**(root mean square)**과 신호 진폭**(signal amplitude). "**표준 시간(Standard Time)**"**은** single signal **를 측정한다**: **기간, 진폭 50%에서의 폭 진폭** 90-10% **에서의** rise time, **진폭** 90-10%**의** fall time **과 처음 트리거로부터 첫번째** 50%**의 진폭 포인트로의 지연**(delay). "Custom", "Pass" **와** "Fail"**에 대해서 제** 11 **장을 참조**


표시된 파라메터의 평균, 가장 낮은 값, 가장 높은 값과 표준 편차와 사용된 스위프의 수를 자동으로 계산한다.


파라메터가 측정되는 trace **를 선택한다. 이 메뉴는 표시된** trace **를 나타낸다**



노브를 이용해서 파라메터 측정을 위해 화면 division **에 시작점을 설정한다. 버튼을 이용해서** Track **을 "On"에 놓고, 시작점과 종료점의 제어는 연결되고, 노브를 이용해서 같이 움직여질 수 있다.**



노브를 이용해서 파라메터 측정을 위해 화면 divisions **에 종료점을 설정한다. 또한 계측을 위해 사용된 데이터 포인트의 총 수자를 나타낸다..**

DISPLAY

4.  를 눌러서 디스플레이를 선택한다 – 예를 들어, DISPLAY SETUP 을 이용하여 파라메터 그리드 스타일을 선택한다. 앞장을 참조하시오.

커서와 파라메터 끄기

MEASURE
TOOLS

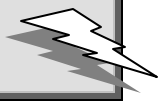
1.  을 눌러서 MEASURE 메뉴로 돌아간다.

2.  을 눌러서 

를 선택한다.

요령: 파라메터 "statistics"를 다시 설정하려면, 다음을 누른다:

CLEAR
SWEEPS



파라메터 심볼 인식

Waverunner 가 펄스-파형 파라메터를 결정하도록 해주는 알고리즘은 Math 공식이 적용될 수 있는 특별한 상황을 감지한다.
종종 결과를 주의깊게 해석해야 한다. 이러한 경우, 스코프는 파라메터의 이름과, 그리드 밑의 수치를 나타내줌으로서 주의를 환기시킬 것이다.
이러한 심볼들은 정보 혹은 경고로서 작용할 것이다:

파라메터는 여러 기간동안(약 100 까지) 결정되었으며, 이러한 수치의 평균이 취해졌다.

파라메터가 integral number of periods 동안 결정되었다.

파라메터는 히스토그램에서 결정되었다.

파라메터를 결정하기에 불충분한 데이터.

진폭 히스토그램은 통계 변동내에서 평평하다; 최소와 최대가 상부와 기저를 할당하기 위해 사용되었다..

상위 한계만이 예측될 수 있다(파라메터의 실제 수치는 표시된 수치보다 작을 것이다).

신호가 부분적으로 overflow 에 있다.

신호가 부분적으로 underflow 에 있다.

신호가 부분적으로 overflow 와 underflow 에 있다.

제 5 장 : *MATH 툴 이용*

이번 장에서는 다음 사항을 다룰 것이다...

- ***MATH 을 위해 설정***
- ***곱셈***
- ***FFT 수행***
- ***summed averaging***
- ***파형 저장과 불러오기***
- ***파형과 메모리 상태 보고서 얻기***

Math를 쉽게 만들기

Waverunner MATH 툴을 이용하여, 각 채널에 표시되거나, 4 개의 참고 메모리, M1, M2, M3, or M4 로부터 불러온 파형에 대해 수학적인 기능을 수행할 수 있다. 또한 순서대로 계산하기 위해 A, B, C, D의 trace를 설정할 수도 있다.
예: Trace A 를 채널 1 과 채널 2 사이의 차이로 설정하고, Trace B 를 A 의 평균으로, Trace C 를 B 의 integral 로 설정할 수 있다. 그리고 나서, 채널 1 과 채널 2 사이의 평균된 차이의 integral 을 표시할 수 있다. 모든 trace 와 function 은 또 다른 trace 와 function 으로 연결될 수도 있다. 그러므로 Trace A 를 Channel 1 의 평균으로, Trace B 를 A 의 FFT 로, Trace C를 B의 줌으로 만들수 있다.
Waverunner MATH툴은 이러한 표준과 옵션 패키지에서 사용될 수 있다:

표준 MATH(STANDARD MATH) *모든 Waverunner 의 오실로스코프에 포함됨...*	Arithmetic	합(덧셈), 차(뺄셈), 곱(곱하기), 비율(나누기)
	Averaging	약 1000 스위프까지의 합계된, 또는 선형 평균
	Extrema (envelope)	
	FFT	50 000 포인트에 대한 Fast Fourier Transform ; Power Spectrum, Phase, Magnitude; All FFT Windows
	Functions	Identity, Negation, Sine x/x
	Resample (deskew)	
	Rescale	
	Enhanced Resolution (ERES)	
확장 MATH 와 측정 옵션(EMM) *표준 MATH 에 나온 모든 툴과 이에 더해.*	Functions	Absolute Value, Derivative, Exp (base e), Exp (base 10), Integral, Log (base e), Log (base 10), Ratio, Reciprocal, Square, Square Root
	Trending	
WAVEANALYZER 옵션 (WAVA) *확장 연산 기능에 있는 모든 툴...*	Averaging	Summed, or linear, Average of up to one million waveforms; Continuous Average
	FFT+	Fast Fourier Transform to one million points; FFT Average; Power Averaging, Power Density, Real, Real + Imaginary
	Histograms	Histograms, Histogram Parameters

파형 MATH 을 셋업

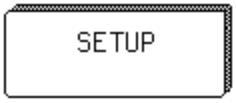
신호를 Waverunner 채널에 연결한 후(이 예제에서는 채널 1)...

1. [1] 을 눌러 채널 1 을 선택하고, Waverunner 의 기본 메뉴를 표시한다.

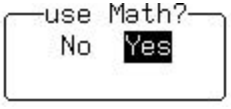
2. [ ] 을 눌러서 

을 표시한다.

3. [A] 을 눌러서 Trace A 를 채널 1 의 줌으로 만든다.

4. [ ] 을 눌러서 

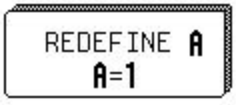
을 표시한다.

5. [ ] 을 눌러서 

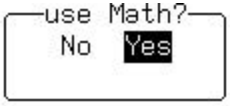
을 선택후, 다음 페이지에 나온 대로 A 메뉴의 SETUP 을 표시한다...

다른 방식으로 MATH 을 위한 설정

First. MATH TOOLS [ ] ***을 눌러서*** *ZOOM + MATH* ***메뉴를 표시한다.***

Second. 

또는 다른 *traces* ***중 하나 선택.***

Third. [ ] ***을 눌러*** 

을 선택.

Fourth. ***전 리스트에서 처음 세 단계를 따른다.***

주의: 표시된 각각의 trace 를 위한 파형 프로세싱은 trace 라벨에 표시될 것이다. 타이틀이 없다면, MATH 기능은 수행될 수 없고, trace 의 내용은 변하지 않을 것이다.

MATH 툴 이용
이 메뉴들을 이용하여, MATH 툴을 선택하고 설정한다. 예에 나온 것 처럼, 채널 1 과 채널 2 를 곱하기 위해 MATH 툴을 선택한다.

오류! 연결이 잘못되 었습니다.

MATH 를 선택하기

6. "Arithmetic"을 선택하기 위해 누른다.

7. "**Product**"을 선택하기 위해 누른다.

8. 채널 1 을 소스 trace 로 선택하기 위해 누른다. 산술(Arithmetic)을 이용할 때, 2 개의 피연산함수 소스중 하나를 설정한다. 다른 MATH 형태를 이용하면 이 메뉴는 다른 위치에 있을 것이고 신호 offset, 스위프의 수를 정하거가 신호의 모든 DC offset 을 보상할 것이다.

9. 소스 trace 채널 1 이 곱해질 trace 를 선택하기 위해 누른다.

이제 trace 를 FFT(Fast Fourier Transform) 기능으로 설정한다...

FFT 작용 수행

전 단계에서 계속해서 FFT 를 위해 채널 1 을 설정한다. Fast Fourier Transform 은 시간 도메인 파형을 RF 스펙트럼-analyzer 디스플레이와 비슷하게 주파수 도메인 스펙트럼으로 변형시킬 것이다. 하지만 span 과 해상도 대역폭을 위한 제어를 가지고 있는 analyzer 와는 다르게, Waverunner 를 이용하면 스코프의 샘플링 레이트를 이용하여 FFT span 을 결정할 수 있다. (제 10 장, *상급 MATH 툴 이용을 참조하라*).

10.  **을 눌러서** Math Type **메뉴로부터 "FFT" 를 선택한다.**

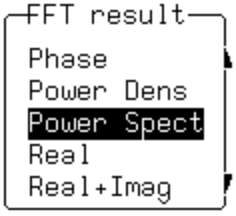
Spectra **는** 0 **부터** Nyquist frequency **까지의 선형 주파수 축과 함께 보여질 것이다. 주파수 척도 요소**(Hz/div) **는** 1–2-5 **순서이다. 프로세싱 방정식은** FFT **스펙트럼을 특징짓는 세가지의 중요한 파라메터와 함께 화면의 바닥에 표시될 것이다.**:

TIP: FFT 계산시, FFT 사인은 그리드 밑에 나타난다. 계산은 long time-domain 레코드에서 시간이 걸리지만, 전면판에 있는 아무 버튼을 눌러서 아무때나 중단하거나 취소할 수 있다.

- Transform size N (number of input points)
- Nyquist frequency (= ½ sample rate)
- Frequency increment, Δf, between two successive points of the spectrum.

이 파라메터는 다음과 같이 연관된다: Nyquist **주파수** = Δf * N/2, **여기에서** Δf = 1/T **이고** T **는 인풋 파형 레코드의 지속기간이다.**(10 * time/div). **아웃풋 포인트의 수는** N/2 **와 같다.**

11.  **을 눌러서 메뉴**



로부터 Power Spectrum **을 선택한다.**

파워 스펙트럼(Power Spectrum) **은 신호 힘, 또는 강도로서 로그 수직 척도에 나타난다: 0** dBm **은 볼트에 해당하며**(0.316 V peak), **이것은** 50 **옴에** 1 mW **와 같다. 파워 스펙트럼은 고립된 피크를 가지고 있는 spectra 를 특징짓는데 적합하다**(dBm).

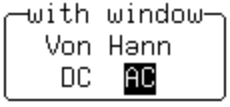
본 메뉴에서 사용할 수 있는 다른 FFT **기능은 스코프에 설치된** Waverunner **의** MATH **옵션에 따라 달라진다**(55**페이지 참조**) ...

위상(Phase) 은 최대값이 화면의 왼쪽 에지에 발생하는 코사인 곡선과 관련되어 측정되며, 이 지점에서 값은 0 도이다°. 비슷하게, 화면의 왼쪽 모서리에서 시작하는 positive-going 사인은 –90 도의 위상을 가지고 있다. 위상은 도(degree)로 표시된다.

Power Density: FFT 계산과 관련된 동등한 필터의 대역폭에 normalized 된 신호 power. 광역 노이즈를 특성화짓는데 적합하다. Power Density 는 dBM 으로 조정된 로그 수직 축에 표시된다. Waverunner 에 설치된 WaveAnalyzer 옵션이 있어야만 볼 수 있다.

Magnitude: 피크신호 진폭은 입력 신호와 같은 단위로, 선형 척도에 표시된다.

Real, Real + Imaginary, Imaginary: C 인풋 신호와 같은 단위로 FFT 프로세싱의 복합 결과. WaveAnalyzer 옵션이 설치되어야 가능하다.

12. 이제  를 돌려서"Von Hann" 

을 선택하고,  를 눌러서 "AC"를 선택한다.

"**AC**" 는 FFT 프로세싱 전에, 입력 신호의 DC 성분을 영으로 만들고 진폭 해상도를 증진시킨다. 입력이 큰 DC 성분을 가지고 있을 때 특히 유용하다.

FFT 윈도우는 FFT 필터의 대역폭과 모양을 정의한다. (윈도우의 필터 파라메터에 대해서는 제 10 장 ***상급 MATH 툴 이용*** 을 참조하라.)
Von Hann, 혹은 Hanning, 윈도우는 leakage 을 감소시키고, 진폭 정확도를 증진시킨다. 하지만 주파수 해상도를 감소시키기도 한다.

Rectangular 윈도우는 신호가 일시적일 때(타임 도메인 창에 완전히 속해 있을 때) 혹은 윈도우의 기본적인 주파수의 정수 배수인 기본적인 주파수 성분을 가지고 있다는 것을 알 때 사용되어야 한다. Rectangular 윈도우를 이용할 때, 다른 신호 형태는 scallop loss 와 spectral leakage 의 변하는 양을 보여준다. 이를 교정하려면, 다른 윈도우 형태를 이용한다.

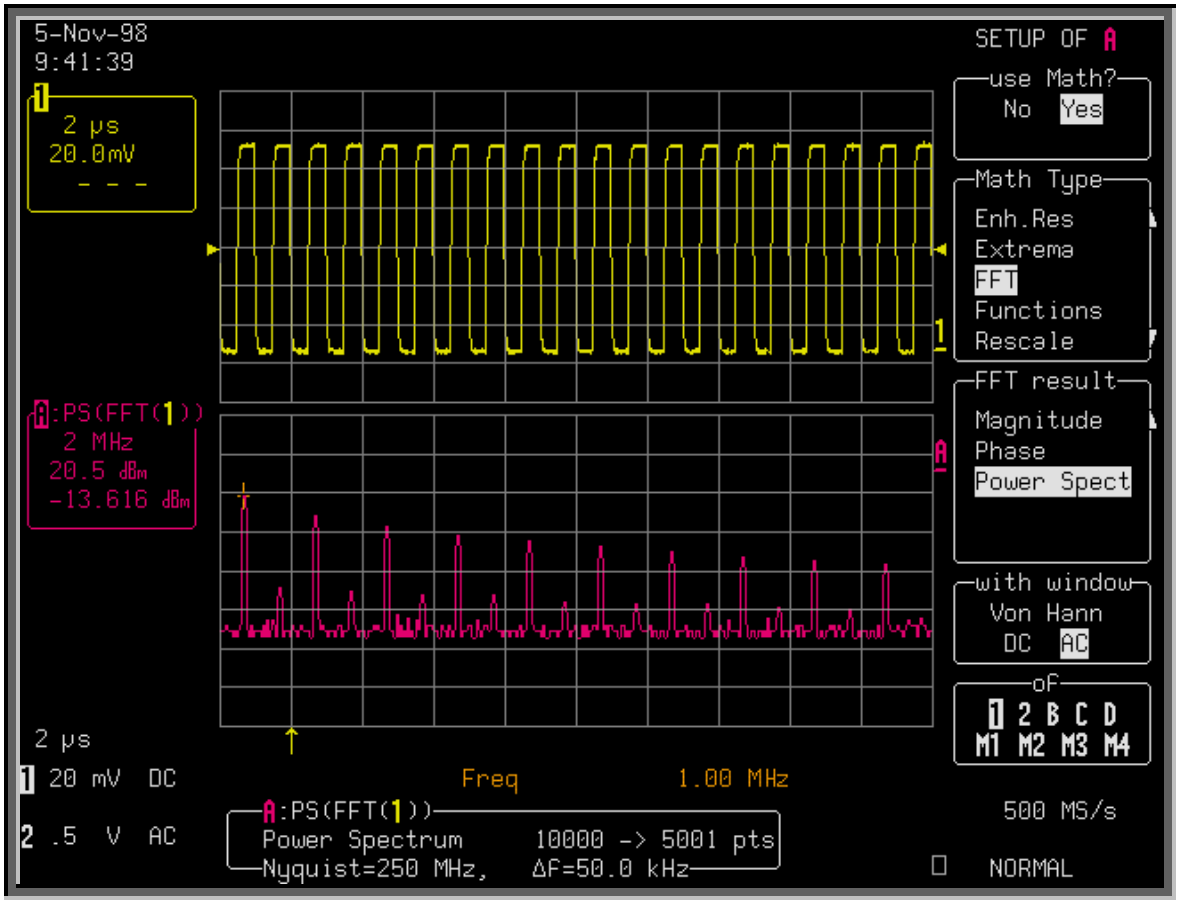
Hamming 은 leakage 는 감소, 진폭 정확도는 증진시지만, 주파수 해상도를 감소시킨다.

Flat Top, 은 적당한 leakage 감소와 함께 훌륭한 진폭 정확도를 제공한다. 하지만 또한 주파수 해상도를 감소시킨다.

Blackman–Harris 윈도우는 leakage 를 최소로 감소시키지만, 동시에 주파수 해상도도 감소시킨다.

13. 마지막 FFT 단계에서,  을 눌러서 소스 trace 를 선택한다.

FFT 계산 "전" 과 "후"는 다음 페이지에 나온다..

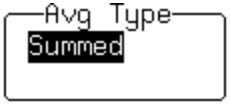


FFT Power Spectrum: top ***그리드는 시간 도메인에서 파형을 보여주는 반면****, FFT Power Spectrum* ***이 적용된 후****, bottom* ***그리드는 주파수 도메인에서 파형을 보여준다. 커서 측정 툴을 이용하여****(FFT trace* ***의 왼편*** *peak* ***에 위치함****),* ***파형의 시간이나 주파수를 읽을 수 있다****. Trace A* ***의 라벨은 주파수 도메인에서*** *division* ***마다*** *2 MHz* ***을 나타낸다. 그리드 밑에 있는 메모리 상태 필드는 다른*** *FFT* ***정보를 보여준다****.*

SUMMED AVERAGING 하기

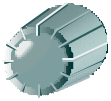
이제 파형을 Summed Average 한다 — 다시 예전 단계에서 시작한다. 대개 Averaging 은 노이즈를 제거하기 위해 사용된다.

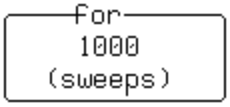
14.  를 눌러서 Math Type 메뉴에서 "**Average**"을 선택한다.

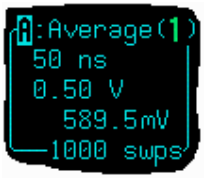
15.  를 눌러서 

를 선택한다.

Waverunner 은 즉시 계산을 시작할 것이다.

16. 아래의  를 눌러서 스위프의 수를 정한다.

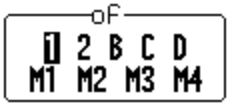




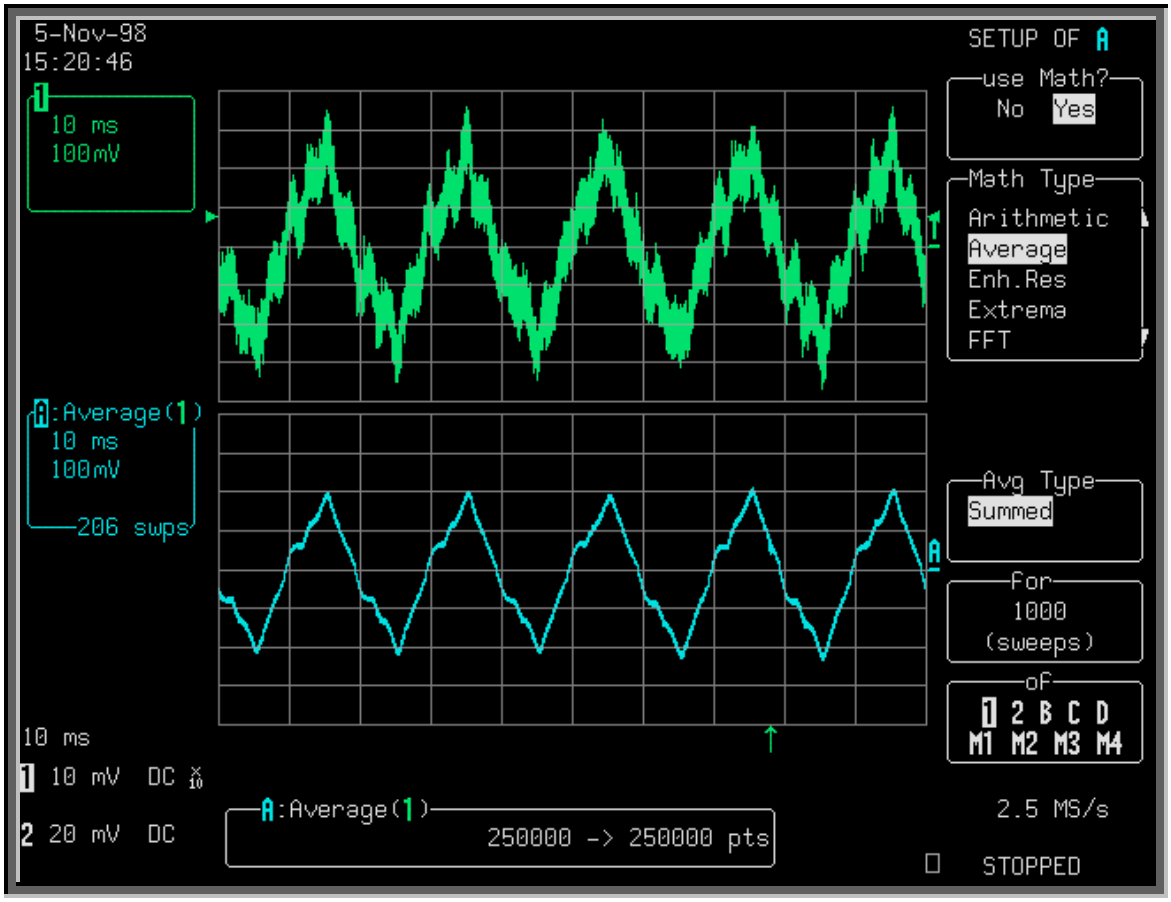
오른쪽에 나온 것처럼, 이것은 trace 라벨에서 카운트된다:

옵션인 Continuous Average 가 선택되면, "for" 메뉴는 "with...weighting"이 된다. 무게를 정의하기 위해 사용한다.

(summed averaging 과 continuous averaging 사이의 차이에 대해서는 제 10 장, *상급 MATH 툴 이용* 을 참조.)

17. 마지막으로  을 눌러서 source trace 를 선택한다: 

기대할 수 있는 결과 형태는 다음 페이지에 나와 있다...



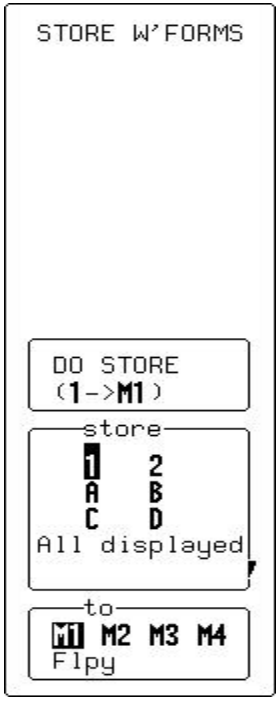
Summed Average: top trace 에 나온 신호에 명백하게 나타난 노이즈는 lower 그리드에서 averaged 파형으로부터 제거되었다. 206 스위프 후에 멈추었다. 본 계산에서 사용된 포인트의 수는 화면의 아랫부분에 있는 정보 필드에 나와 있다. 같은 수의 포인트는, 모든 포인트가 계산에서 이용되었다는 것을 의미한다.

파형 저장과 불러오기

파형을 내부 참조 메모리- M1, M2, M3 or M4 –에 저장하거나 플로피 디스크 도는 옵션 PC Card 슬롯 (메모리 카드 또는 HDD)에 저장한다. 나중에 분석하기 위해 불러낸다. Zoom, MATH 를 더 시행하거나, 저장하고 다시 불러올수도 있다...

주의: 각 채널, 줌 혹은 math trace 마다 레코드 길이의 단위 길이에서, 포인트를 파형 참조 메모리 M1, M2, M3 또는 M4 에 저장할 수 있다.

1. WAVE STORAGE 을 누르고 [Store WaveForm] 을 위해 을 누른다.



2. 이 메뉴들을 이용하여, 디스플레이된 파형을 저장한다.

아래의 메뉴에서 처음 선택한 파형을 메모리나 플로피 디스크에 저장한다. (또한 아래에도 선택됨).

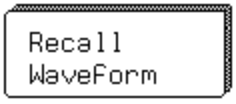
파형을 저장하고 싶은 채널이나 trace 를 선택한다.

파형이 저장될 내부 참조 메모리, 플로피 디스크 또는 옵션 저장 장치를 선택한다.

파형을 ASCII 포맷으로 저장하는 방법에 대해서는 제 12 장, *PC 와 Waverunner 이용하기*, 를 참조하시오.

RETURN

3. 저장한 파형을 불러오기 위해 W'FORM 메뉴로 돌아가기 위해 누른다.

4.  를 눌러서 

가 나오게 한다.

오류! 연결이 잘못되었습니다.

5. 이 메뉴들이 표시될 것이다. 파형을 불러오기 위해 이용하라.

 메모리나 휴대용 저장 장치로부터 파형을 불러온다.

 선택된 파형을 선택된 trace 로 불러온다. (아래 메뉴 참조).

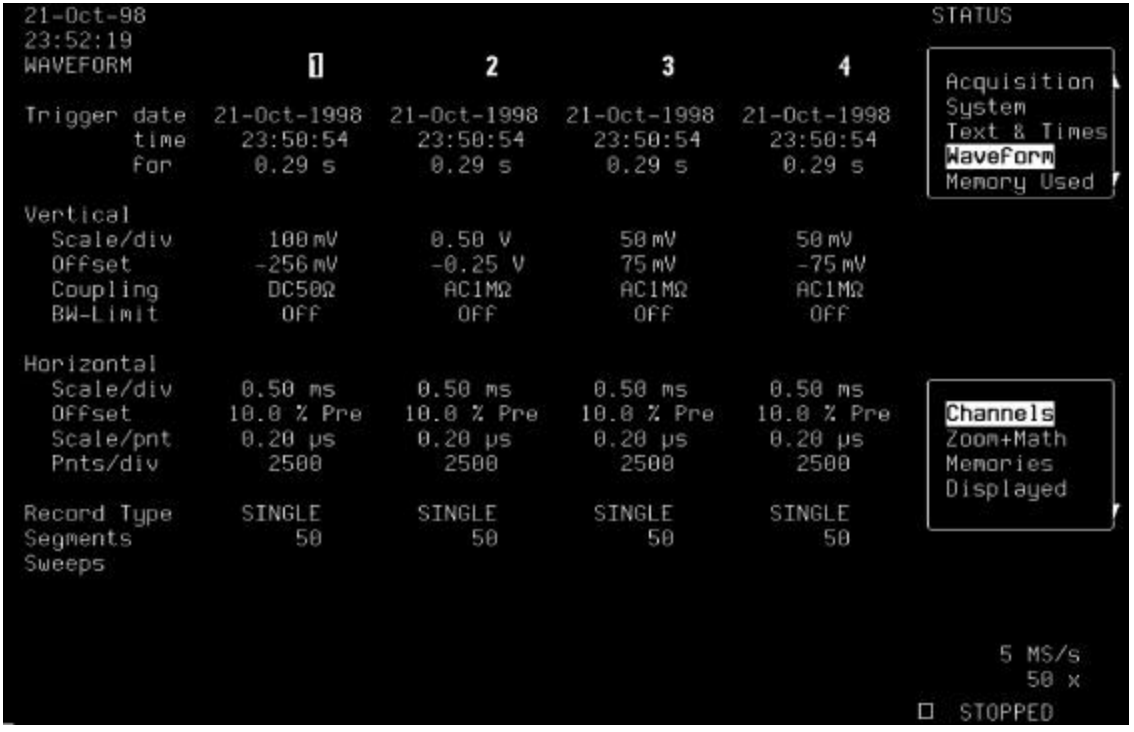
  파형을 저장하고 싶은 메모리를 선택한다.

  불러온 파형을 표시하고 싶은 trace 를 선택한다.

요령:파형 테이터를 PC 에 전송하고, spreadsheet 나 math 소프트웨어를 이용한 계산을 위해 이 데이터를 사용한다. 이렇게 하기 위해서는 ASCII 포멧으로 파형을 플로피나 옵션 저장 장치에 저장한다. Waverunner 는 50 000 포인트를 ASCII trace 로 플로피에 저장할 수 있다. ASCII 로 저장된 파형은 오실로스코프로 다시 불러올 수 없다는 사실을 기억하라! 제 12 장, "PC 와 Waverunner 이용하기". 을 참조하라.

파형 또는 메모리 상태 보고서 만들기

채널, 줌, MATH 기능, 파형 메모리와 표시된 trace 의 요약을 디스플레이한다. 수직과 수평 컨트롤에 셋팅을 보이게 한다. 레코드 저장을 위해 Waverunner 스코프가 얼마나 메모리를 사용했는지 체크한다. Clear and free up memory.



SCOPE STATUS

1.  **를 눌러서 STATUS 메뉴가 나타나게 한다.**

2.  **를 눌러 "Waveform" 을 선택하고, 파형 상태 요약을 위해**  **을 누른다.**

3.  **를 눌러서 저장한 것과, 얼만큼의 메모리를 사용할 수 있는지에 대한 비슷한 리포트를 얻기 위해 "Memory Used"를 사용한다. 파형이 차지한 메모리는 boxed 될 것이다; 빈 메모리도 표시될 것이다. 해당 메뉴 버튼을 눌러서 차지한 메모리도 clear 할 수 있다.**

제 6 장 : 작 업 의 문 서 화

이번 장에서는 다음의 내용을 다룰 것이다...

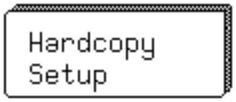
- ***Waverunner 내장 프린터를 이용하여 화면을 프린트하기***
- ***외장 프린터 혹은 플로터로 화면 프린트 혹은 플로트하기***
- ***TIFF 와 BMP 이미지 파일 만들기***
- ***플로피 디스크, PC 메모리-카드와 하드-디스크-카드의 저장 매체에 파일을 저장하고 불러오기***
- ***파일에 원하는 이름을 붙이고 디렉토리 만들기***
- ***파일 디렉토리를 추가하거나 삭제하기***
- ***휴대용 저장 장치에서 다른 장치로 파일 복사하기***

Hard Copy 만들기

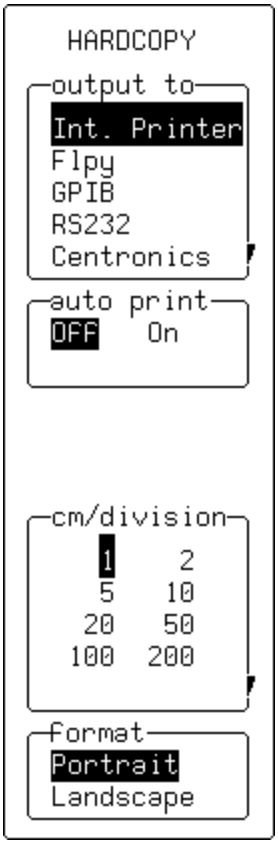
스코프의 옵션인 내장 프린터를 이용하여 디스플레이된 traces 와 화면 데이터의 하드 카피 만들기. 또는 GPIB, RS-232-C 또는 Centronics port 를 이용하여 내장 프린터나 플로터로 프린트하기. 스코프를 이용하여 TIFF 와 BMP 이미지 파일을 만들고, 이 파일들을 플로피 디스크, 또는 옵션 PC 메모리나 하드 디스크 카드에 저장한다.

UTILITIES

1.  를 눌러서 UTILITIES 메뉴를 디스플레이한다.

2.  을 눌러서 이 메뉴들에 엑세스하도록 

가 나오게 한다...



이 메뉴들을 이용하여, 화면의 하드 카피를 만든다.

3. 옵션인 내장 프린터나 다른 출력 혹은 저장 장치를 선택하기 위해 누른다. (다음 페이지 참조).

요령: Waverunner 스코프의 뒷면에 있는 포트중 하나를 이용하여, 외부 프린터나 플로터에 연결한다. "output to" 메뉴에서 선택된 외부 장치로 프린트 혹은 플로트 한다. 다양한 종류의 프린터가 사용될 수 있다.

4. auto-print 기능을 켜거나 끄기 위해 누른다: "**On**" 을 누르면, 매 acquisition 후에 하드 카피를 만들고 인쇄할 것이다.

5. 파형을 확대하고 세부사항을 보기 위해 누르거나 돌린다.

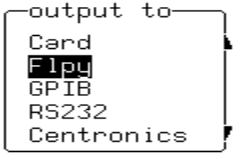
6. 페이지 포맷을 선택하기 위해 누르거나 돌린다.

7. PRINT SCREEN 을 눌러서 화면 디스플레이를 프린트한다.

요령: 프린트 하는 동안 취소하려면
PRINT SCREEN *을 다시 누른다.*

프린트, PLOT 또는 카피

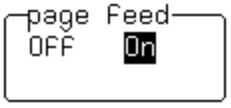
1. 을 눌러, 포트, PC 카드 슬롯, 플로피 디스크 드라이브 선택:



2. 를 눌러, 프린터, 플로터, 그래픽 프로토콜 선택(TIFF, BMP, HPGL) :

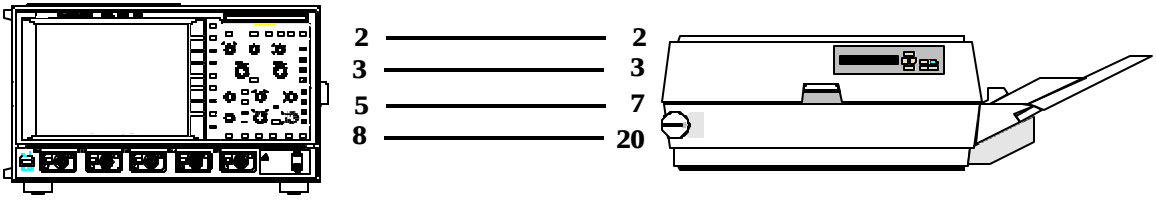
다른 메뉴는 선택에 따라 보여질 것이다. 플로터가 선택될 때, "plot size" 와 "pen number" 메뉴는 나타난다. 컬러 또는 압축된 TIFF 나 BMP 그래픽 프로토콜이 사용될 때, "background" 메뉴가 생긴다. 이렇게 하면, 화면 이미지에 검은색이나 흰색 배경을 선택할 수 있게 된다. 플로피 또는 옵션 저장 장치에 복사될 때 Waverunner 는 자동으로 파일 이름을 지정한다(페이지 69 참조).

3. 을 눌러 4 단계를 이행시마다 새 페이지를 시작하도록



를 켠다...

4. PRINT SCREEN 를 눌러 프린터, 플로터, 그래픽 프로토콜에 화면 디스플레이 사본을 프린트, plot 또는 저장한다.



RS-232-C 프린터 케이블링: 뒷면의 RS-232-C 포트를 이용해서 다양한 외부 프린터에 스코프를 연결한다. GPIB 를 통해 PC 로 연결할수 있으며 RS-232-C 를 통해 연결된 프린터를 제어하기 위해 컴퓨터를 이용할 수도 있다. 컴퓨터 케이블링에 대해서는 제 12 장, "PC 와 Waverunner 이용하기",를 참조하라.

플로피 또는 카드 파일 관리하기

플로피 디스크, 옵션 PCMCIA 카드 또는 하드 디스크 카드에 파형 파일을 만들기 위해 Waverunner Mass-Storage Utilities 를 이용한다. 파일에 원하는 이름을 주고, 이로부터 디렉토리를 만든다. 하나의 휴대용 저장 장치로부터 다른 장치로 디렉토리를 만든다...

1. UTILITIES  를 눌러 UTILITIES 메뉴를 표시한다.

2. Mass Storage Utilities 를 위해  를 누르고, Floppy Disk Utilities 를 위해  를 누른다. 또는 PC 카드 슬롯에 메모리 카드와 같은 옵션 장치 저장시: Memory Card Utilities

3. 화면의 지시를 따른다; 플로피 디스크에 저장시, (RE-)READ DRIVE 를 위해  누른다.

4. 플로피 디스크나 PC 카드 슬롯을 위한 메뉴에서, TEMPLATE AND FORMATTING 을 위해  를 누른다.

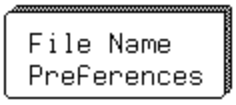
5. DOS 타입으로 저장 매체를 포멧하기 위해 표시된 메뉴를 이용한다. 플로피 디스크의 경우 density 를 선택한다. 또는 스코프의 template 을 저장 장치에 복사한다(바이너리 설명 정보를 가지고 있는 ASCII 파일).

6. MASS STORAGE 메뉴로 돌아가려면, RETURN  를 두번 누른다.

7. REFERENCES 메뉴를 표시하는 Mass Storage PreFerences 을 위해서  을 누른다.

이 메뉴들을 사용하면, 다음 페이지에 설명되어 있는, 작업 디렉토리를 선택하고, 디렉토리를 삭제하고, File Name Preferences 와 Add New Directory 메뉴에 엑세스할 수 있다.

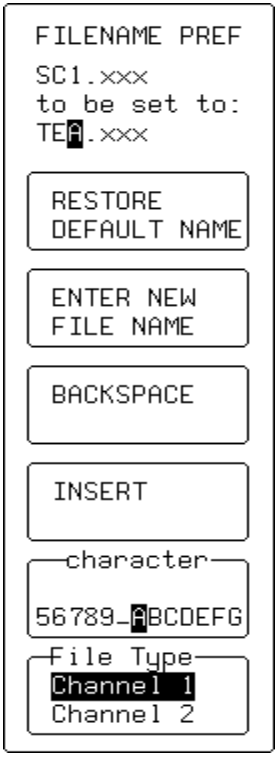
8.  를 눌러서, 메뉴에서 파일 저장과 불러오기 디렉토리를 선택한다. 또는 선택된 파일은 DELETE THIS DIRECTORY 메뉴를 이용하여 삭제될 수 있다.

9. 다음에  를 눌러 이들 메뉴에 엑세스할 수 있는 

가 나오게 한다...

파일 이름 사용자 설정하기(CUSTOMIZE FILE NAMES)

Waverunner 는 파일에 자체적으로 파일 이름을 지정한다. 하지만 이들 메뉴를 이용해서 나름대로 이름을 붙일 수 있다.



10. 파형, 셋업 또는 하드카피 파일에 원하는 이름을 줄 수 있다.

 Character 메뉴(아래)를 이용하여 수정될 문자를 선택한다.

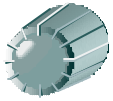
 File Type 메뉴(아래 참조)에서 선택된 파일 형태에 지정된 이름을 복구시킨다.

 새롭게 정의된 이름을 유효하게 한다.

 파일 이름에서 이전 문자를 지우거나 한 공간 뒤로 움직인다.

 문자 삽입을 위한 공간을 마련하거나 한 공간 앞으로 움직인다.

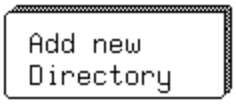
  노브를 이용하여 파일 이름을 만들기 위해 문자-숫자 혹은 글자-를 선택한다.

  변경될 파일 형태의 채널을 선택한다.

RETURN

 11. PREFERENCES 로 되돌아가기 위해 누른다.

새로운 디렉토리 추가하기

12. 

가 나오도록  **를 누른다.**

오류! 연결이 잘못되었습니다.

13. **그리고 나서, 이 메뉴들을 이용하여** custom-named **파일을 위한 새로운 디렉토리를 만든다.**

 **문자 메뉴(아래)를 이용하여 수정될 문자를 선택한다. (아래).**

 **새로운 디렉토리를 유효하게 한다.**

 **파일 이름에서 이전 문자를 지우거나 한 공간 뒤로 움직인다.**

 **문자 삽입을 위해 공간을 만들거나 앞으로 움직인다.**

  **노브를 이용하여 파일 이름을 만들기 위해 문자-숫자와 글자-를 선택한다.**

RETURN 

14. MASS STORAGE **메뉴로 되돌아 가기 위해 두번 누른다.**

파일 복사하기

하나의 휴대용 저장 장치로부터 다른 장치로 파일을 복사할 수 있다: Waverunner 플로피 디스크 드라이브에서 플로피 디스크를, 스코프의 PC 카드 슬롯에 메모리 카드나 하드 디스크 카드로 복사하기 — 반대도 마찬가지

15. File TransFers **을 위해**  **를 누른다.**

16. **전송하고 싶은 장치를 선택하기 위해**  **를 누른다:**

17. **그리고 나서 저장 장치에 있는 모든 파일 또는 일부 파일을 전송하기 위해**  **를 누른다:**

18. **마지막으로,** DO COPY **을 위해**  **를 누른다.**

WAVERUNNER 가 어떻게 대량 저장을 관리하는지

UTILITIES 로부터 Mass Storage Utilities 를 선택할 때, 대량 저장 메뉴(MASS STORAGE menu) 그룹을 이용하며, 대량 저장 파일 시스템 컨트롤에 엑세스할 수 있다. 시스템은 DOS 1.44MB 또는 720 Kb 포멧으로 플로피 디스크에 데이터 파일을 저장하고 불러 올수 있게 해준다.

Waverunner 은 현재 작업 디렉토리를 이용하여 플로피로부터 모든 파일을 읽고 쓸수 있다. 저장된 새로운 파일이 같은 저장 매개체와 같은 이름을 가지고 있으면, 이전의 파일은 삭제될 것이다. 작업 디렉토리의 지정된 이름은 LECROY_1.DIR 이다. 매체가 포멧되면, 이 디렉토리는 자동으로 생긴다. 매체가 다른 곳에 포멧되면- 예를 들어 PC 에-, 파일이 처음으로 플로피 디스크에 저장될 때 디렉토리가 생길 것이다. 한 디렉토리에 저장되는 최대의 파일 수는 2400 개 이다.

파일 이름 preference 메뉴를 이용하여, 작업 디렉토리의 이름을 다른 유효한 DOS 디렉토리 이름으로 바꿀수도 있다. 모든 작업 디렉토리는 루트 디렉토리로부터 서브 디렉토리로 만들어질 것이다. MS-DOS 에서 처럼, 파일 이름은 8 자의 문자와 뒤에 3 문자의 확장자를 가질 수 있다.

파일은 다음과 같이 취급된다: 확장자가 PNL 이면, 판넬 셋업파일; 확장자가 3 자리수이면, 파형; 확장자가 TPL 이면 파형 템플릿(template); 확장자가 TIF, BMP, or PRT 이면, 하드 카피; 확장자가 PLT 이면 HPGL. 이 표는 파일의 이름이 어떻게 정해지는지 보여준다..

파일 또는 디렉토리 타입	DEFAULT NAME	CUSTOMIZED NAME
수동으로 저장된 파형	Stt.nnn	xxxxxxxx.nnn
자동으로 저장된 파형	Att.nnn	xxxxxxxx.nnn
판넬 파일	Pnnn.PNL	xxxxxnnn.PNL
하드카피 파일	Dnnn.TIF Dnnn.BMP Dnnn.PRT Dnnn.PLT	xxxxxnnn.TIF xxxxxnnn.BMP xxxxxnnn.PRT xxxxxnnn.PLT
템플릿 파일	LECROYvv.TPL	Cannot be changed
디렉토리 이름	LECROY_1.DIR	xxxxxxxx
스프레드시트	Sttnnn.TXT	xxxxxnnn.TXT
MATLAB	Sttnnn.DAT	xxxxxnnn.DAT
MathCad	Sttnnn.PRN	xxxxxnnn.PRN

KEY TO MASS-STORAGE TERMS			
x	*규칙에 맞는 DOS 파일-이름 문자*	**w**	*템플릿 버전: 예를 들어, 버전 2.2,의 경우, 템플릿은 LECROY22.TPL 로 저장될 것이다.*
Tt	*C1, C2, C3, C4, TA, TB, TC, TD 의 trace 이름*	**TIF BMP**	*Tagged Image Format, bitmap image files*
Nnn	*자동적으로 할당되는, 001 에서 시작하는 3 자리 decimal sequence number*	**PRT**	*Hard copy printer files*
PLT	*HPGL plotter or vector files*		

파형 파일을 위한 디폴트 저장 방식은, 수동으로 저장된 파일의 경우, Stt.nnn 이고, 자동으로 저장된 파일의 경우 Att.nnn 이다. 문자 S 와 A 는 두 저장 방식을 나타낸다. 자동으로 파일이름을 만들 때, Waverunner 시스템은 할당된 이름에 더해 3 자리 sequence number 를 이용한다. 할당된 파형 이름이 이미 디폴트 'Stt' 양식으로 되어 있다면(예를 들어 SC1, STB), 이름은 'Att' 양식으로 바뀔 것이다: AC1, ATB 과 기타 등등. 다른 모든 사용자 할당된 이름은 입력한 대로 변하지 않을 것이다.

"Fill"을 선택하고, 디폴트 이름을 이용하면, 저장된 첫번째 파형은 Axx.001, 두번째는 Axx.002, 등이 될 것이다. Waverunner 는 저장 매체가 찰때까지, 파일 확장자가 999 가 될 때까지, 또는 현재 작업 디렉토리에 2400 이상의 파일이 있을 때까지 계속 저장할 것이다.

"Wrap"을 선택하면, 매체가 다 찰 때, 가장 오래된 자동 저장 파형 파일이 삭제될 것이다. 나머지 자동 저장된 파일은 새로 이름을 가지게 될 것이다- 파일의 가장 오래된 그룹은 "Axx.001"라는 이름을 가질 것이고, 그 다음에 오래된 그룹은 "Axx.002"등의 이름을 갖게 될 것이다.

현재 sequence number 는 파일 형태- 판넬, 하드 카피나 파형- 에 관계없이, 모든 파일 이름의 Waverunner 점검으로부터 추정될 것이다. 오실로스코프는 양식 'nnn'의 가장 많이 차지된 숫자 파일 이름 확장자를 결정하고 다음에 가장 높은 숫자를, 저장 기능을 위한 현재 생성 숫자로 이용할 것이다. 파일 생성을 삭제하면, Waverunner 는 파일 형태에 관계 없이, 파일 이름 확장자의 3 자리 sequence number 로 지정된 모든 파일을 삭제할 것이다.

대량-저장 파일 시스템은, kbyte 로 매체 크기와 저장 가능성을 나타내며, 여기에서 1 kbyte = 1024 bytes 이다. 많은 매체 제조업체들은 Mbyte,로 저장 용량을 표기하며, 1 Mbyte = 1 million bytes.이다. 이로 인해 바이트의 용량 가능성이 확인될 때 표기된 매체 저장 용량과 실제 저장 용량 사이에 분명한 차이가 발생한다.

플로피 디스크의 쓰기 방지 스위치가 켜져 있으면, 매체에 쓰기가 엑세스될 때마다, Waverunner 는 그리드의 윗쪽에 "장치는 쓰기 방지되었음"이라는 메시지를 출력한다.
파일을 PC 에 전송하는 법에 대해서 제 12 장 PC 와 Waverunner 이용하기, 를 참조하라.

2 부

자 세 히 살 펴 보 기

본 메뉴얼의 제 2 부에서는 상급의 파형 기능을 위해 사용할 Waverunner 의 특성에 대해 살펴볼 것이다. 예를 들어, RIS 와 sequence sampling... SMART Trigger... Advanced waveform processing...
또한 1 부에서 이미 다루었던 기능에 대해서도 자세히 살펴볼 것이다.
디지털 오실로스코프의 중요한 기능을 이해하는데 있어 참고자료와 진보된 지침 자료로서 제 2 부를 이용하시오.

제 7 장 : 타 임 베 이 스 의 문 제

제 1 부에서, 타임베이스를 어떻게 조정하고 설정하는지 살펴보았다. 다음으로, Waverunner 의 타임 베이스 샘플링 모드에 대해 더 자세히 살펴볼 것이다.

이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다...

- ***샘플링 모드 선택***
- ***single-shot 또는 RIS 모드 선택***
- ***sequence 모드 선택***
- ***외부적으로 샘플하기***

샘플링 모드 선택

당신의 타임 베이스에 따라, 3 가지의 샘플링 모드를 선택할 수 있다: single-shot, RIS (Random Interleaved Sampling), 또는 roll mode. 또한 single-shot 과 roll 모드에 적합한 타임 베이스에서, acquisition 메모리는 시퀀스 모드를 주기 위해 사용자 정의된 segments 로 세분화될 수 있다.

SINGLE-SHOT - WAVERUNNER 의 기본적인 포착 기술

single-shot acquisition 은 일정한 비율로 입력 신호를 샘플하는 일련의 디지털화된 전압 수치이다. 또한 싱글 트리거 이벤트와 관련된 일련의 측정 데이터 수치이다. acquisition 은 이 이벤트가 발생하고 난후 일반적으로 정지된 샘플의 정의된 수이다: 선택된 트리거 지연에 의해 결정되고, 타임 베이스에 의해 측정되는 수. 파형의 수평 위치 — 와 일반적으로 파형 디스플레이 —는 타임 제로의 정의로서 트리거 이벤트를 이용하여 결정된다.

pre-trigger 또는 post-trigger 지연 중에서 선택할 수 있다. Pre-trigger 지연은 Waverunner 그리드의 왼쪽 에지로부터 트리거 이벤트로의 시간인 반면, post-trigger 지연은 이벤트로 돌아가는 시간이다. 트리거 이벤트 전부터 이벤트가 발생하는 시간의 범위에서 파형을 샘플링할 수 있다. 이것은 100% pre-trigger 이고 트리거 상태가 충족되고 트리거가 발생하는 시점까지 이르는 파형을 볼 수 있다. (Waverunner 는 pre-trigger 정보의 백만 포인트까지 제공한다) 반면 Post-trigger 지연은 이벤트가 발생한후, 10,000 division 에 해당하는 포인트까지 파형을 샘플링할 수 있다.

각 Waverunner 의 입력 채널은 할당된 고유의 ADC (Analog-to-Digital Converter)을 가지고 있기 때문에, 각 채널의 전압은 같은 순간에 샘플되고 측정된다. 이로 인해 채널 사이에 신뢰도 있는 시간 측정이 가능하다.

빠른 타임베이스 셋팅에서, 최대 single-shot 샘플링 속도가 사용된다. 하지만, 느린 타임베이스인 경우, 샘플링 속도는 감소되고, 데이터 샘플의 숫자는 유지된다.

Waverunner 샘플 속도, 메모리와 시간 사이의 관계는 다음과 같이 간단히 정의될 수 있다:

$$\text{Capture time} = \frac{1}{\text{Sample Rate}} \times \text{Memory},$$

그리고

$$\frac{\text{Capture time}}{10} = \text{Time/Division}.$$

RIS - 높은 샘플 속도를 위해

RIS (Random Interleaved Sampling)은 최대 single-shot 샘플링 속도보다 높은 효과적인 샘플링 속도를 가능케 하는 acquisition 기술이며 안정된 트리거를 가진 반복적인 파형에 이용된다. 최대 효과적인 Waverunner 샘플링 속도인 25 GS/s 은 모델에 따라 다르기는 하지만, 500 MS/s 로 50 번의 single-shot acquisitions 을 함으로서 얻어질 수 있다. 이렇게 얻어진 bins 은 약 40ps 떨어져서 위치한다. 이러한 bins 을 획득하고 시간 제약을 만족시키는 프로세스는 임의적인 것이다. ADC 샘플링 순간과 이벤트 트리거 사이의 상대적인 시간은 타임베이스에 의해 측정하는 5 ps 해상도까지 필요한 변화량을 제공한다.

1 GS/s RIS acquisition 을 완성하기 위해서는 Waverunner 30 번의 트리거 이벤트가 필요하며, 25 GS/s acquisition 을 위해서는 230 번의 트리거 이벤트가 필요하다. 하지만, 종종 스코프는 이보다 더 많이 필요로 할 것이고, 최대 single-shot 샘플링 속도의 배수인 시간 간격을 포함하는 파형을 제공하기 위해 이러한 segment 가 interleaave(번갈아 발생한다).(Fig. 1). 하지만, Waverunner 가 파형 데이터를 수집하는 실시간 간격은 긴 진폭 순서이며, 트리거 속도와 필요한 interleaving 의 양에 따라 달라진다. 오실로스코프는 초당 약 40 000 RIS segment 를 획득할 수 있다.

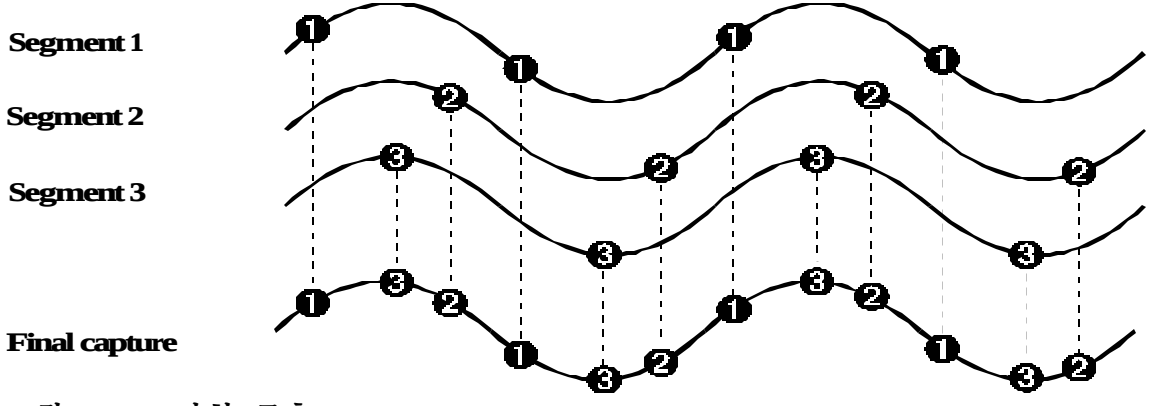


그림 1. RIS 파형 구축

ROLL – 실시간 디스플레이

Waverunner 롤 모드(roll mode)는 충분히 낮은 데이터 속도를 가진 single-shot acquisitions 의 incoming points 를 실시간으로 표시한다. ≥ 0.5 s/div 의 타임베이스 셋팅에서, 오실로스코프는 트리거 이벤트가 감지되고 acquisition 이 완성될 때까지, 계속해서 화면을 가로질러 입력되는 데이터를 얻는다. 실시간 디스플레이가 가능하지 않을때에도, 데이터는 계속해서 얻어질 것이다. 이것은 strip-chart recorder 와 같은 방식으로 작용한다: 최근의 데이터가 trace 디스플레이를 업데이트하기 위해 사용된다. 실시간 디스플레이가 멈춘 후, 파형 MATH 와 파라메터 계산은 완성된 파형에서 이행된다.

세그먼트에 의한 시퀀스 동작

시퀀스 모드에서, 완성된 파형은 single-shot 모드에서 획득된 고정된 크기의 여러 segment(그림 2)로 구성된다(한계에 대해서는 Waverunner 사양을 참조하라). 포착될 segment 의 수를 선택할 수 있고, 개별적으로 각 segment 를 선택할 수 있고, Math 과 측정 툴을 이용하여 프로세싱하는데 이용할 수 있다.

시퀀스는 여러가지 독특한 능력을 제공한다. 이것을 이용하면, 연속적인 segment 를 위한 트리거 이벤트 사이에 dead time 을 제한시킬 수 있다. Waverunner 는 큰 시간 간격을 가진 복잡한 이벤트 시퀀스를 자세하게 포착할 수 있는 반면, 이벤트 사이의 지루한 기간을 무시할 수 있다. 그리고 완전히 정확한 acquisition 타임베이스를 이용하여, 선택된 segment 에서, 이벤트 사이에 시간 측정을 할 수 있다.

트리거 시간 stamps 인 1 ns 해상도는 Text & Time 상태 메뉴에서 각 segments 에 주어진다. 각 개별적인 segment 는 줌 되거나, Math 기능으로의 입력으로 사용될 수 있다.

Waverunner 는 각 segment 의 포착 기간을 결정하기 위해 시퀀스 타임베이스 셋팅을 이용한다: 10 x time/div. 오실로스코프는 샘플 또는 segment 의 실제 수, 그리고 시간과 포인트를 결정하기 위해, - 원하는 segment 수, 최대 segment 길이와 이용가능한 총 메모리와 함께- 이 셋팅을 이용한다. 하지만, 모든 segment 를 포함하여 완전한 파형의 디스플레이는 화면을 완전히 채우지는 않을 것이다.

스퀀스 모드는 Waverunner 의 고속 데이터 전송 능력을 최대한 활용하기 위해, 원격 작동으로 이용될 수도 있다.(제 12 장, *PC 와 Waverunner 이용하기*, 그리고 원격 조정 메뉴얼을 참조하시오).

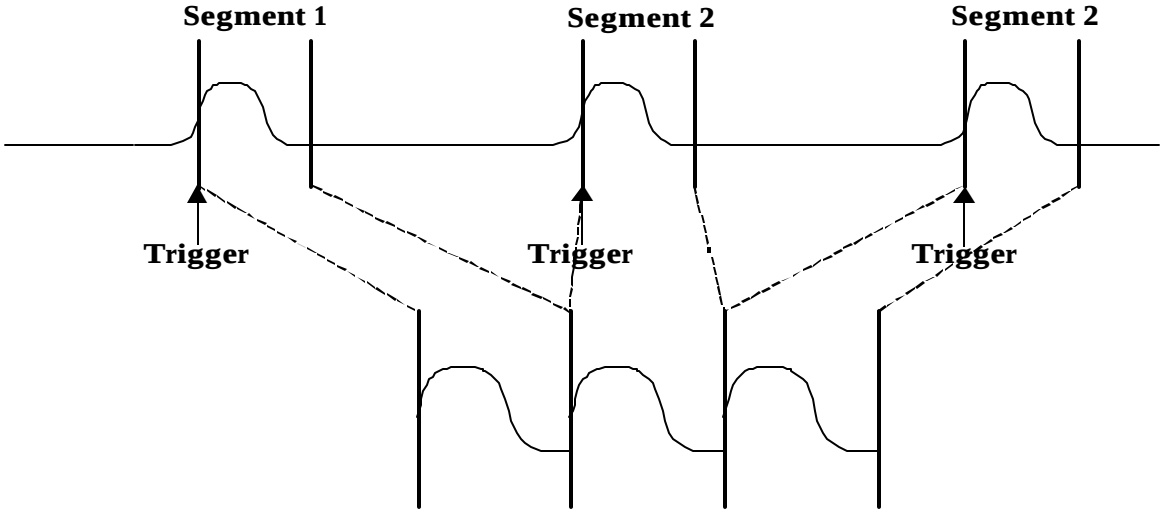


그림 2. Waverunner 가 segment 를 포착하는 방법. 시퀀스 상태 요약을 얻는 방법에 대해서는 822 페이지를 참조하시오.

샘플링 모드 이용

SINGLE-SHOT 또는 RIS 를 위한 셋업

TIMEBASE SETUP

1.  을 눌러서 TIMEBASE SETUP 메뉴에 엑세스한다.

오류! 연결이 잘못되었습니다.

2. 이 메뉴들을 이용하여 Single-Shot 또는 RIS 를 위한 Waverunner 타임베이스를 설정한다.

입력 채널로부터 연속적인 single-shot acquisitions 동안 수집된 자료를 디스플레이하기 위해 **Single-Shot** 을 선택하거나, 반복적인 입력 신호와 안정적인 트리거를 가진 더 높은 샘플링 속도를 위해서는 "**RIS**" 을 선택한다.

내부 또는 외부 클럭 소스로부터 선택한다. 외부 클럭에 대해서는 822 페이지를 참조하라.

Sequence mode 를 "**On**" 또는 "**Off**"로 한다. segment 의 수를 선택하기 위해 노브를 이용한다. 다음 페이지 참조.

메뉴 노브를 이용하여 획득될 샘플의 최대 수를 선택한다.

SEQUENCE CAPTURE 를 위한 셋업하기

오류! 연결이 잘못되었습니다.

3. **시퀀스 메뉴를 이용하여 시퀀스 모드를 활성화 시키고, 시퀀스 샘플링을 하기 위해 이러한 메뉴를 이용한다.**

SCOPE STATUS

요령: ***을 누르고 trace 나 메모리의 시퀀스 segment 범위에 대한 상태 리포트를 얻기 위해 "Text and Times" 을 선택한다.***

시퀀스 샘플링을 위해 "Single-Shot" 을 선택한다.

"**Internal**" 또는 external - "**ECL**", "**OV**", "**TTL**" – **클럭 모드를 선택한다. 외부 클럭 신호를 이용하지 않는다면, 내부를 선택한다(다음 페이지 참조).**

UTILITIES, Special Modes **와** Timebase Trigger **메뉴를 이용하여 시퀀스 모드를 위한** time-out **을 선택한다.**

시퀀스를 "On" 또는 "Off"에 놓는다.

노브를 이용하여, 샘플로 각 시퀀스 segment **의 최대 레코드 길이를 선택한다.**

주의: 시퀀스 모드에서...SINGLE 버튼을 누르면, Waverunner 는 선택된 segment 수를 채울 것이고, 포착을 중지할 것이다... 하지만 segment 를 채울만큼 충분한 트리거 이벤트가 없다면, Waverunner 는 STOP 을 누를때까지 포착을 중지하지 않을 것이다... NORMAL 을 누르면, segments 가 채워지고, 데이터를 처리되어 디스플레이될 것이다. 그리고 나서, 트리거 이벤트가 더 이상 발생하지 않으면, Waverunner 는 첫번째 segment 로부터 포착을 다시 시작할 것이다.. AUTO 를 누를때, 두개의 연속적인 트리거 사이에 시간이 선택된 time-out 을 초과한다면, 포착은 첫번째 segment 로부터 다시 시작될 것이다.

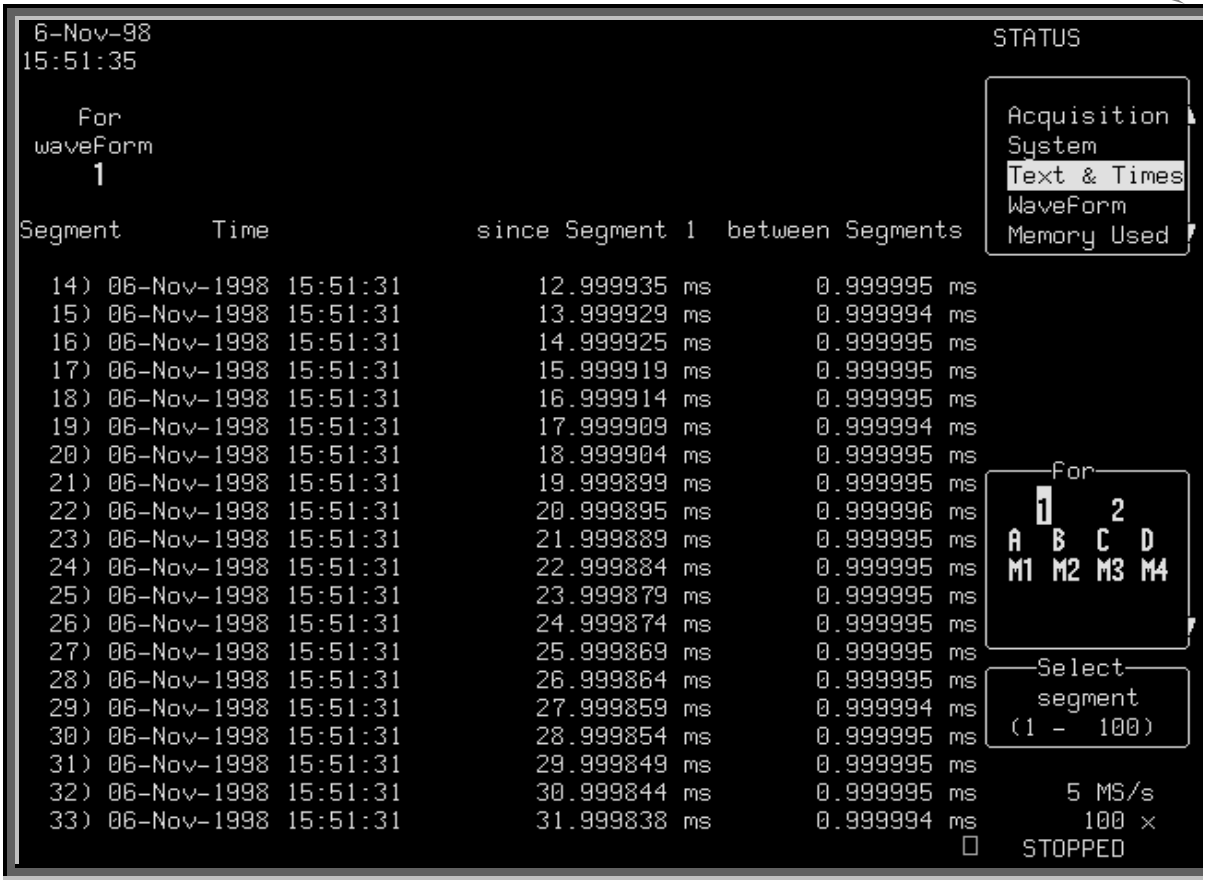
하지만, 이 시퀀스 모드에서 불필요한 버튼을 누르거나 노브 돌리기는 피하라!

시퀀스 상태 요약 얻기
시퀀스 acquisition 의 상태 요약을 디스플레이한다.

4. SCOPE STATUS  **를 눌러서** STATUS **메뉴를 나오게 한다.**

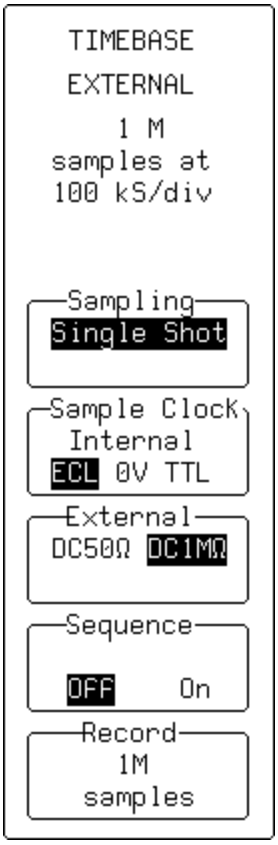
5.  **을 눌러서 "Text & Times" 를 선택한다.**

PRINT SCREEN 
요령: ***을 누르면, 상태 요약을 문서화하여 하드 카피로 만든다.***



시퀀스 acquisition 의 완전한 상태 요약을 위해 SCOPE STATUS 버튼을 누른다. Select segment 메뉴와 버튼, 노브를 이용하여, segment 리스트 아래로 스크롤한다.

또는 외부적으로 샘플하기



샘플링을 컨트롤하고, Waverunner **뒷면의** EXT **신호 입력판에 연결된 외부 신호 소스와 동기화시키기 위해, 고정된 주파수**(50-500 MHz)**에서 외부 클럭을 이용한다.**

외부 샘플 클럭이 사용될 때 이 메뉴는 비활성화된다. "Single-Shot" 은 디폴트로 선택된다.

EXT **입력을 샘플링하는 효과적인 한계를 명기한다.: "ECL" 에는** 1.3V , "**0V**"**에는** 0.0V **또는 선택된 "TTL"에는** +1.5V.

시퀀스를 "On" 또는 "Off"에 놓는다. 노브를 이용하여, segment **수를 정한다.**

노브를 이용하여 샘플로, 각 segment **의 최대 레코드 길이를 선택한다.**

주의: EXT 트리거가 트리거 소스가 아닐 때에만 외부 클럭 모드를 사용할 수 있다. 외부 클럭 신호를 이용할 때, 트리거 시간 stamps 와 AUTO 시퀀스 time-out 특성은 사용할 수 없다. inter-segment dead time 도 보장되지 않는다.

외부 클럭 time/div 는 정상적으로 조정될 수 있는 트리거 지연처럼, division 당 샘플로 표시된다. 트리거와 외부 클럭 사이의 시간 차를 측정하려고는 해보지 않았으며, 이로 인해, 같은 신호의 연속적인 acquisitions 는 화면에 지터(jitter)로 나타날 수 있다. Waverunner 는 외부 클럭 신호를 인식하기 위해 상당수의 펄스를 필요로 한다 트리거 상태가 만족되고, 적절한 수의 데이터 포인트가 축척되었을때만 포착을 중지한다. TIME/DIV 노브에 조정을 가하면 스코프가 정상적인(내부의) 클럭 작동으로 돌아오게 된다.

제 8 장 : *Trigger Smart*

본 장은 에지 트리거에 대해 더 자세히 살펴보고, 복잡한 파형 특성을 포착하기 위해 SMART 트리거 범위를 도입한다.

이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다.

- ***에지 트리거로 hold off 하기***
- ***글리치 트리거로 드문 현상을 포착하기***
- ***exclusion 트리거로 설정하기***
- ***트리거 레벨, 커플링과 슬로프 결정하기***
- ***intervals 에 트리거하기***
- ***State- 와 Edge-Qualified 트리거 사용하기***
- ***드롭아웃 트리거를 이용하여 lost 신호에 트리거하기***
- ***TV 신호에 트리거하기***

시간 또는 이벤트로 hold Off 하기

Holdoff 는 에지 트리거의 추가적인 상태이다(제 2 장, *간단히 트리거하기* 참조하라). 시간의 기간 이나 이벤트 수로 표시될 수 있다. Holdoff 는 마지막 트리거가 발생한 후 주어진 시간 또는 이벤트 동안 트리거 회로의 기능을 억제한다. 이벤트는 트리거 상태가 충족되는 상황의 수이다. holdoff 가 경과하여 트리거의 다른 상황이 충족될 때 트리거는 다시 발생한다. 반복적이고, 복합적인 파형을 위한 안전한 트리거를 획득하려면 holdoff 를 이용하라. 예를 들어, 하부 신호(sub-signal)의 지속 기간이나 수를 안다면, 적절한 holdoff 수치를 선택하여 기능을 억제할 수 있다. Qualified 트리거는 holdoff 와 비슷한 상황을 이용하여 작동한다 (98 페이지 참조).

시간별 HOLD OFF

종종 각 연속적인 트리거 이벤트 사이의 시간에 상태를 부여함으로서 복합적이고 반복적인 파형의 안정적인 디스플레이를 얻을 수 있다. 그렇지 않으면, 이 시간은 입력 신호, 커플링, Waverunner 의 대역폭에 의해서만 제약을 받을 것이다. 트리거 사이의 최소 시간, positive 또는 negative 슬로프를 선택하라. 선택된 holdoff 시간 후에 상태가 충족될 때, 트리거가 발생할 것이다(그림 1). 10ns 와 20s 사이의 어떤 시간이라도 선택될 수 있다. 지연은 초기화되고, 각 트리거에서 시작된다.

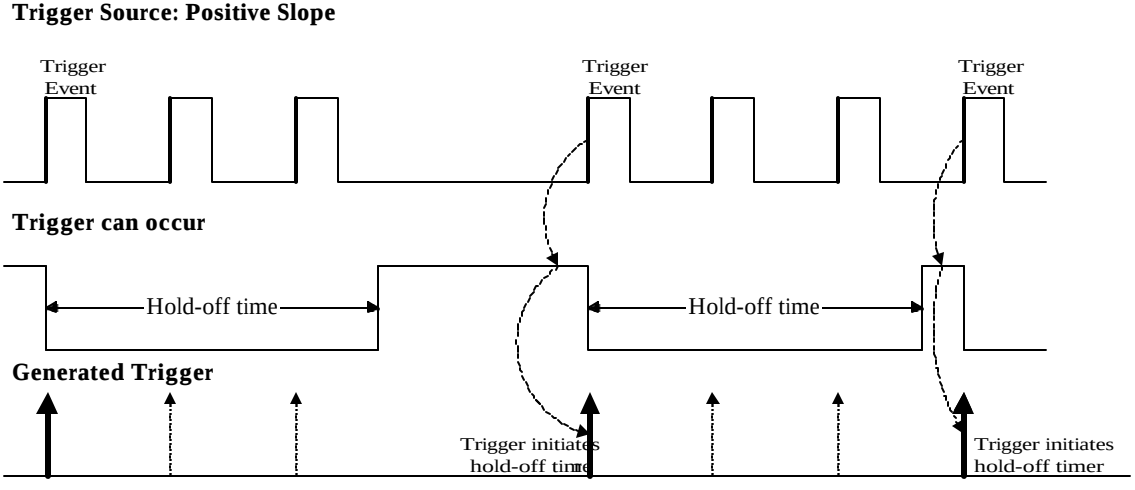


그림 1. 시간별 Holdoff 를 가진 에지 트리거. 트리거 소스의 굵은 에지는 positive 슬로프가 선택되었다는 것을 나타낸다. 점선의 위를 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내는 것으로, 다른 상황이 충족되면 발생할 것이다. 굵은 화살표는 holdoff 시간이 초과되었을 때 트리거가 실제로 발생한 곳을 나타낸다.

이벤트 별 HOLD OFF

positive 또는 negative 슬로프와, 이벤트 수를 선택하라. 이벤트는 마지막 트리거 후, 트리거 상태가 충족되는 시간의 수이다. 마지막 트리거로부터 카운트하여, 이 숫자 후에 상황이 충족될 때 트리거가 발생한다. 카운트는 초기화되고 각 트리거에 시작된다. 예를 들어, 이벤트의 수가 둘 이라면(그림 2), 트리거는 세번째 이벤트에서 발생할 것이다. 1 부터 99,999,999 까지의 이벤트가 선택될 수 있다.

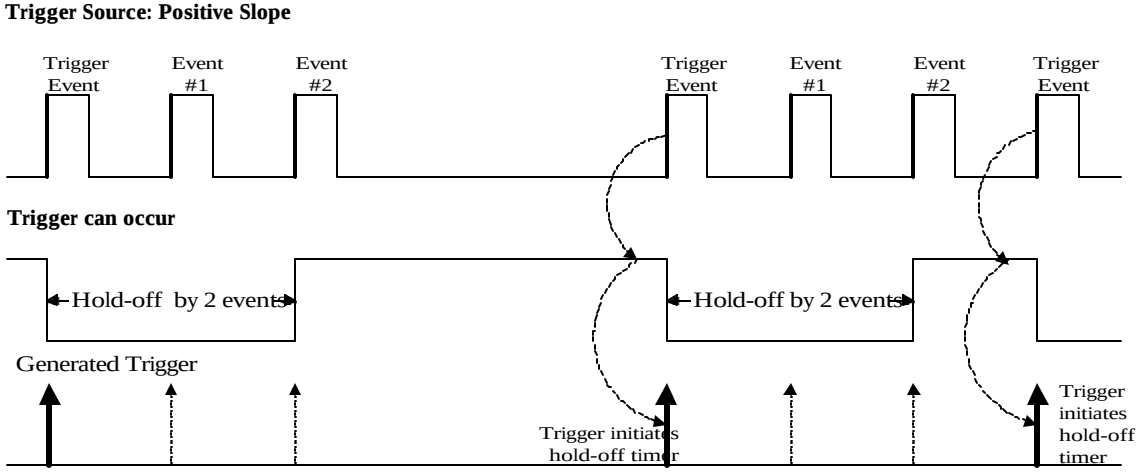


그림 2. 이벤트별 holdoff 를 가진 에지 트리거(이 예에서는 2 개의 이벤트). 트리거 소스의 굵은 에지는 positive 슬로프가 선택되었다는 것을 나타낸다. 점선의 위를 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 반면 굵은 화살표는 holdoff 가 지난 후 트리거가 실제적으로 발생하는 곳을 나타낸다.

Trigger SMART

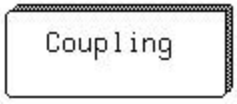
에지 트리거, 레벨의 상태, 커플링과 슬로프, holdoff 를 이용하여, 어떻게 신호를 트리거 하는지 살펴보았다. Waverunner 는 또한 이러한 상태에 트리거 할 수 있게 해줄 뿐만 아니라, 다른 복잡한 파형 특성에도 트리거 할 수 있는 많은 범위의 트리거도 제공한다. 트리거가 발생되기 이전에 추가적인 qualification 을 설정하기 위해 SMART 트리거 범위를 이용한다. 글리치(glitches) 또는 스파이크(spikes), 특별한 논리적 상태(specific logic states), 또는 missing bits 와 같은 드문 형상을 포착하라. 간격, 변칙 신호, TV 신호를 포착하라. state- 또는 edge-qualified 이벤트와 드롭아웃(dropouts) 에 트리거하라.

글리치(GLITCH) 잡기
잡기 어려운 글리치를 찾아서 포착하는 것은 — 신호에서 비정상적으로 넓은 펄스 — 글리치 트리거로 하면 쉽다...

1. 신호를 예를 들어 Waverunner 의 채널 1 에 연결하라.

2. 이로부터 두번째  와 다섯번째  메뉴 버튼을 동시에 누르고, 

를 눌러서 스코프를 원래의 디폴트 전원 셋팅으로 복구 시킨다. 그리고 나서, 원하지 않는 디스플레이 된 trace 를 끈다.

3. 

를 위해  를 누르고, 소스 신호의 임피던스와 매치 시키기 위해 Coupling 을 설정한다.

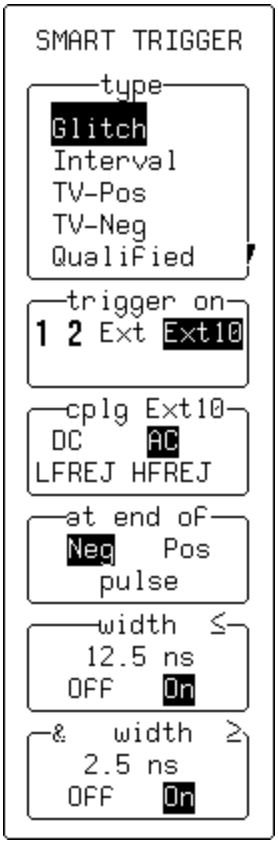
4. AUTO SETUP  를 누르고 다음에 정상적인 파형을 디스플레이 하기 위해 STOP  를 누른다. 여러 번의 포착하는동안 이 신호를 보고 있으면, 우발적인 글리치를 볼 수 있게 된다. 측정의 목적은 그에 맞는 트리거를 셋팅함으로서 이 이벤트를 포착하는 것이다.

5. TRIGGER SETUP  를 누르고 

를 선택하기 위해  를 누른다.

6. 

를 위해  를 누르고, 이러한 메뉴들을 디스플레이 한다...



이 메뉴들을 이용하여, 글리치에 있는 트리거를 설정하거나, exclusion **트리거를 만든다**(91 **페이지 참조**). .

7. "**Glitch**" **를 선택하여, 선택된 대역폭의 펄스를 잡는다. 설정된 시간 한계가 작거나 같은, 또는 크거나 같은 좁은 펄스를 포착한다: 펄스의 폭. 어떤 이벤트를 배제하거나 포함하도록 셋업 할 수도 있다.**(91 **쪽 참조**).

8. **트리거 소스를 선택한다. 채널에 신호,** Waverunner **또는** EXT **커넥터에 전원을 주는 전원 전압이 될 수 있다.**

9. **트리거 소스를 위해 커플링을 선택한다.**

10. positive **또는** negative **슬로프의 끝점에 트리거 포인트를 둔다. 이 페이지의 주의 를 참조.**

11. **펄스가 노브로 설정된 수치와 같거나 작으면, 트리거 하기 위해 "**On**"를 누른다. (범위:** 2.5ns **에서** 20s). **아래의 "**width ≥**"와 함께 사용한다.**

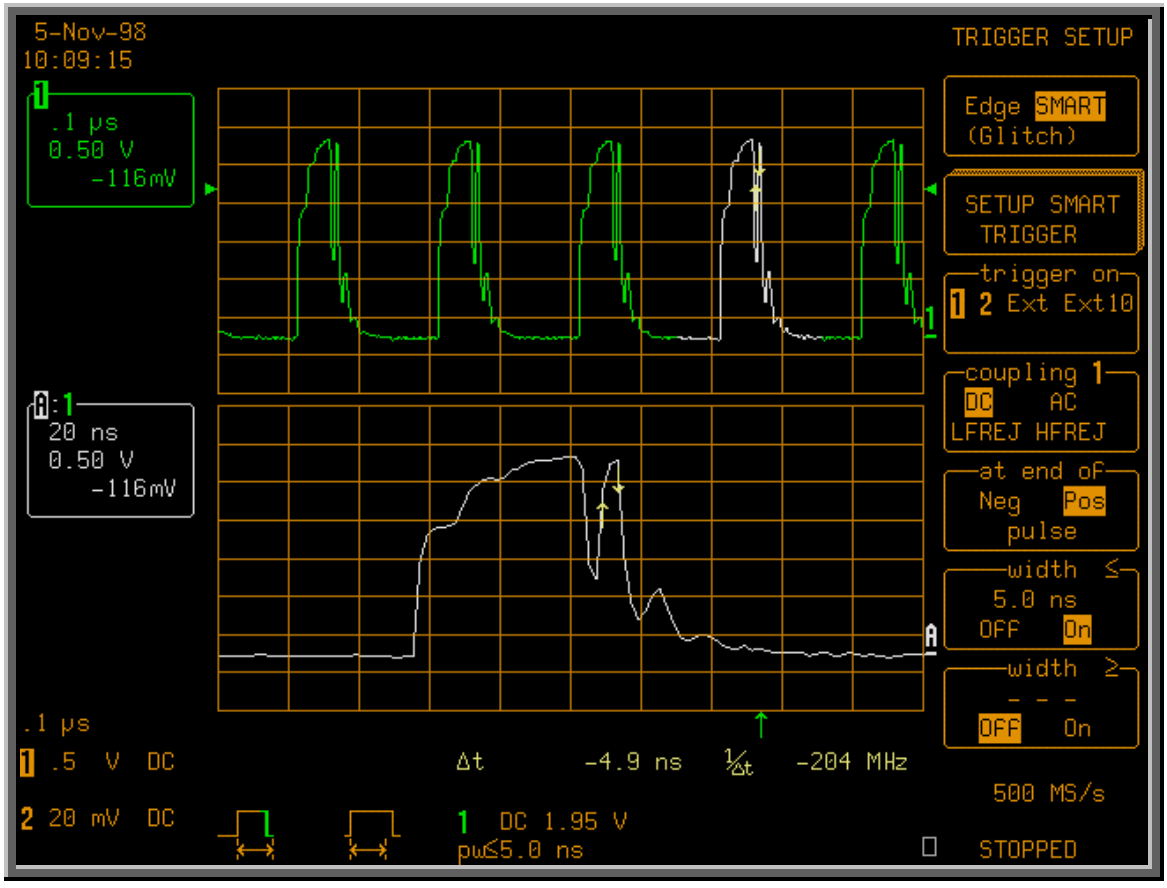
12. **펄스가 노브로 설정된 수치와 같거나 작으면, 트리거 하기 위해 "**On**" 을 누른다. (범위:** 2.5ns to 20s). "width " **수치가 "**width ≥**" 수치보다 크다면, 일정한 범위 내에서 ("&") 타겟 글리치로 연결된 "**width "**과 같이 이용한다. 메뉴의 "**OR"**은 이 범위보다 위와 아래의 글리치가 타겟이 될 것이라는 사실을 나타낸다.**

주의: Waverunner 는 폭을 말할 수 있고 정확히 언제 트리거 하는지 알기 전에, 펄스를 먼저 "보아야 한다" 트리거 하고 싶은 글리치가 negative 펄스에 있다면, 메뉴의 끝에서 "Pos"를 선택한다. 하지만 글리치가 positive 펄스에 있다면, "Neg"를 선택한다.

요령: 글리치 모양을 밝히기 위해 Persistence 를 이용하고, 트리거 레벨을 글리치가 나타나는 레벨로 맞춘다.

NORMAL

13. **을 눌러서 스코프를 준비시킨다. 트리거 상태가 유효할 때까지 기다린다. 다음 페이지를 참조.**



negative 슬로프에 폭£ 5.0 ns 의 글리치에 트리거 한다. 여기에서, 글리치는 파형에 화살표 커서로 표시된다. Lower 글리드의 Trace A 는 top 그리드의 파형의 줌이다. 트리거의 정보는 그리드 밑에 주어진다.

주의: 만약 글리치의 폭이 신호의 폭보다 낮다면, 신호의 폭보다 더 작은 폭으로 트리거를 설정한다. Waverunner 트리거 비교기(comparator)에 의해 결정되는 신호의 폭은 DC 트리거 레벨에 달려 있다. 그리고 그 레벨이 사인 곡선의 중간에 설정되었다면, 폭은 반 주기(half period)로 간주될 수 있을 것이다. 하지만, 레벨이 높다면, 신호의 폭은 반 주기보다 적다고 간주될 것이다.

글리치 트리거가 어떻게 작동하는지

선택된 펄스 폭보다 적은 펄스: 최대의 펄스 폭을 선택한다 (그림. 3 참조). 펄스 폭이 선택된 폭과 같거나 작다면, 이 글리치 트리거는 선택된 에지에 발생될 것이다.

폭의 타이밍은 초기화되고, 선택된 것의 반대 슬로프에서 시작될 것이다. 2.5 ns 와 20 s 사이의 폭이 선택될 수 있지만, 일반적으로, 트리거링은 2 ns 넓이의 글리치에서 발생할 것이다.

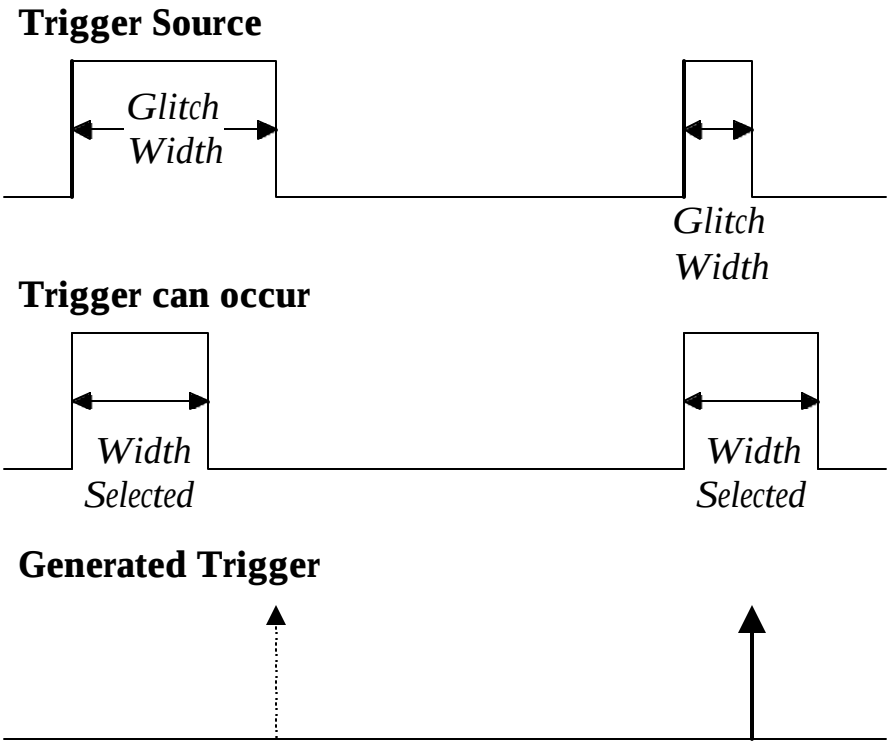


그림 3. 글리치 트리거: 이 예제에서는 선택된 폭과 같거나 작은 펄스 진폭에 트리거링. 점선의 위로 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 굵은 화살표는 트리거가 실제로 어디서 발생하는지 보여준다.

드문 현상 포착하기

선택된 폭 범위 내부 혹은 외부에 속하는 이벤트를 제외시키는 폭 상태를 선택하기 위해 글리치 트리거 셋팅을 이용한다. 이 범위보다 작거나 같은 또는 크거나 같은 펄스만 트리거 이벤트를 발생시킬 것이다. Waverunner 는 폭을 위해 타이밍을 초기화 시키며, 선택된 에지 반대편의 슬로프에서 재시작한다. 글리치 트리거와 같은 폭 수치를 선택할 수도 있다.

1. **채널 1 에 연결한다. 예를 들어, 다중 글리치가 낮은 duty 사이클을 가지고 있고, 에지 트리거나 Analog Persistence 를 이용하여 보이지 않는 신호.**

2. Coupling **을 위해**  **을 누르고, 소스 임피던스와 매치시키기 위해 커플링을 설정한다.**

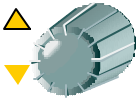
3. AUTO SETUP  **를 누르고 다음에** STOP  **을 눌러서 정상 파형이 디스플레이되도록 한다. 많이 포착하는 동안 이 신호를 관찰하면, 우발적인 글리치가 보일 것이다. 측정의 목적은 이에 맞추어진 트리거를 셋팅하여 이벤트를 포착하는 것이다.**

4. TRIGGER SETUP  **을 누르고 다음에**  **을 눌러** Edge SMART (Glitch) **를 선택한다.**

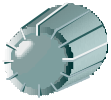
5. SETUP SMART TRIGGER **를 위해**  **를 누르고, 글리치 트리거 메뉴를 디스플레이한다.**

특정한 폭의 명목적인 펄스를 제거하기 위해 트리거를 설정한다. Waverunner 는 이런 펄스 폭을 가지지 않은 파형에만 트리거 할 것이다.

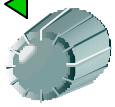
6.  **를 눌러서 메뉴의 "trigger on" 로부터 "1"을 선택한다.**

7. TRIGGER LEVEL  **를 돌려서, 펄스의 top 으로부터 one division 으로 트리거 레벨을 조정한다.**

8.  **을 눌러서 "at end of" 메뉴로부터 "Pos" 를 선택하고, "width" 메뉴로부터 "On" 을 선택한다.**

9.  를 돌려서≤ 폭 수치를 정한다.

10.  을 돌려서 "width" 메뉴로부터 "**On**"을 선택하고,  를 돌려서 폭 수치를 정한다.

11. DELAY  를 돌려서, 중간-그리드(mid-grid)에 가까운 트리거 포인트를 정한다.

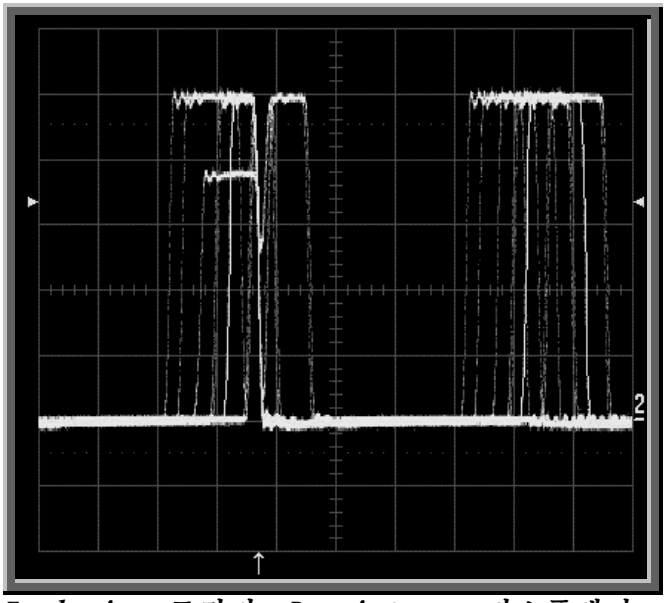
12. NORMAL  를 눌러서 트리거를 시작한다.

요령: Analog Persistence 를 이용하여, 오른쪽에 나온 것과 같은 예외적인 펄스 포착의 진상을 디스플레이한다..

Exclusion 트리거를 Pass/Fail 테스팅과 합쳐서 디스플레이를 더 개선시켜라. 트리거는 예외적인 펄스의 acquisition 을 가속화시키며, mask 테스팅은 파 모양을 확증시켜준다.

각 펄스를 개별적으로 문서화하기 위해, 파형을 저장하거나 화면 디스플레이를 인쇄한다.

이러한 펄스의 주요한 파형 파라메터의 추가적인 정보를 위해 그리드 밑에 파형 통계치를 표시한다. 이 새로운 정보를 이용하여, 트리거 셋업을 변경시켜서 더 특별한 특성을 가진 펄스를 획득하는데 집중시킨다.



Exclusion 트리거: Persistence 디스플레이.

레벨, 커플링과 슬로프 결정하기

Level 은 트리거 회로가 이벤트를 발생시키는 소스 전압을 정의한다(트리거 상태를 만족시키는 입력 신호의 변화). 선택된 트리거 레벨은 선택된 트리거 소스와 관련된다.

트리거 레벨은 볼트로 명시되고, 수직 gain 이나 offset 을 변경시켜도 변하지 않는다. 트리거의 진폭과 범위는 다음과 같이 제한된다:

- 트리거 소스로서 채널을 가진 ± 5 screen divisions
- 트리거 소스로서 EXT 를 가진 ± 0.5 V
- 트리거 소스로서 EXT/10 을 가진 ± 5 V
- 트리거 소스로서 LINE 은 사용 안한다.(제로크로싱이 사용된다).

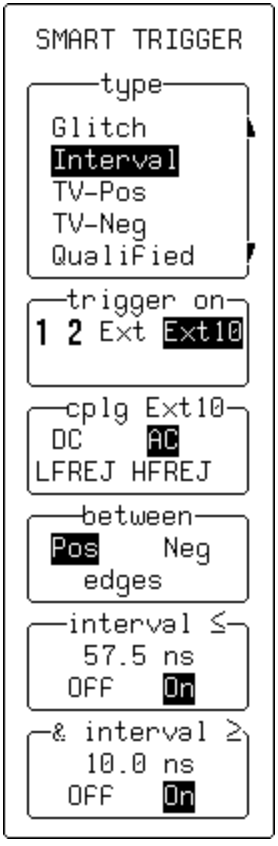
Coupling 은 트리거 회로의 입력에서의 신호 커플링 형태를 나타낸다. 트리거 레벨처럼, 각 소스에 대해 개별적으로 커플링을 선택할 수 있다. 트리거 소스를 변경하면, 커플링을 변경할 수 있다. 다음의 커플링 형태중에서 선택한다:

- **DC:** 신호의 모든 주파수 요소는 고 주파수 발생을 위해 트리거 회로에 커플되며, 또는 AC 커플링이 효과적인 트리거 레벨을 이동시키는 곳에 커플된다.
- **AC:** 신호는 용량적으로 커플된다. DC 레벨은 거부되고, 50 Hz 이하의 주파수는 약화된다.
- **LF REJ:** 신호는 high-pass 필터네트워크를 통해 커플된다. DC 는 거부되고, 50 kHz 이하의 주파수는 약화된다. 중-고 주파수 신호에서 안정적인 트리거링을 위해.
- **HF REJ:** 신호는 트리거 회로로 DC-coupled 되며, low-pass 필터 네트워크는 50 kHz 이하의 주파수를 약화시킨다. 낮은 주파수의 트리거링을 위해.

Slope 는 특별한 트리거 이벤트를 만들기 위해 사용되는 트리거 전압변이의 방향을 결정한다. positive 또는 negative 슬로프를 선택할 수 있다. 커플링처럼, 선택된 슬로프는 선택된 트리거 소스와 연관된다.

인터벌상의 트리거

글리치 트리거는 펄스 폭 위에 수행하는 반면, 내부 트리거는 인터벌(interval)의 폭에 수행한다 — 같은 극성의 두개의 연속적인 에지를 구별하는 신호 지속기간(기간): positive to positive 또는 negative to negative. 인터벌 트리거를 이용하여, 주어진 시간 제한을 넘는 또는 못 미치는 인터벌을 포착한다. 또한, 명시된 범위내부 혹은 외부에 있는 인터벌을 포착하는 폭 범위를 정의할 수 있다 —인터벌에 의한 Exclusion 트리거



이 메뉴들을 이용해서 인터벌에 트리거를 설정한다.

1. "**Interval**"**을 선택한다.**
2. **트리거 소스를 선택한다.**
3. **트리거 소스를 위한 커플링을 선택한다.**
4. **선택된 펄스의** positive **또는** negative **에지에 트리거 포인트를 둔다.**

5. **펄스가 노브로 설정된 수치보다 작거나 같으면, 트리거 하기 위해 "On"을 선택한다. (범위:** 2.5 ns **에서** 20 s). "width "**와 같이 사용한다.**

6. **펄스가 노브로 설정된 수치보다 크거나 같으면, 트리거 하기 위해 "On"을 선택한다. (범위:** 2.5 ns to 20 s). "width " **수치가** "width ≥" **수치보다 크다면, 일정한 범위내에서** ("&") **타겟 글리치로 연결된** "width "**과 같이 이용한다. 메뉴의** "OR"**은 이 범위보다 위와 아래의 글리치가 타겟이될 것이라는 사실을 나타낸다.**

인터벌 트리거 작동 방법

Interval Smaller: *선택된 것보다 적은 시간 인터벌에서 발생된 이 인터벌 트리거(Interval Trigger)의 경우, 같은 슬로프- 예를 들어 positive(그림 4)-에지처럼 두개 사이의 최대 인터벌을 선택한다.*

트리거가 선택된 인터벌내에서 발생하면, 트리거는 두번째(positive) 에지에서 발생한다. 선택된 에지가 발생할때마다 Waverunner 는 초기화되고, 인터벌을 위한 타이밍을 다시 시작한다. 10 ns 와 20 s 사이의 인터벌을 선택할 수 있다.

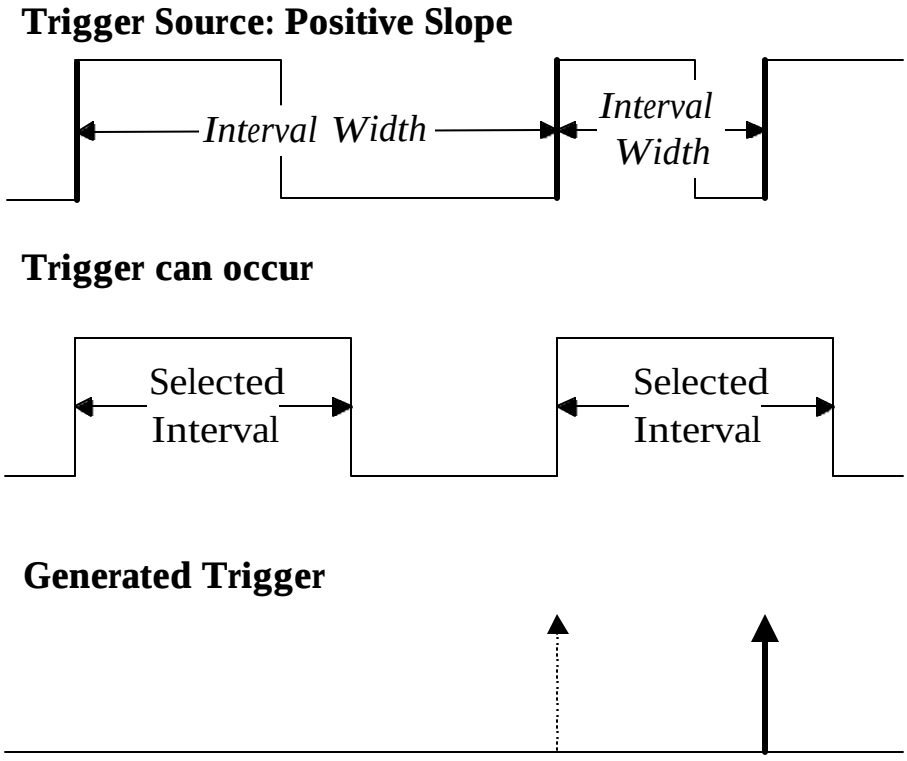


그림 4. 인터벌 폭이 선택된 인터벌보다 작을 때 트리거 되는 인터벌 트리거. 점선의 위로 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 반면 굵은 화살표는 트리거가 실제적으로 발생하는 곳을 보여준다.- 선택된 인터벌내의 positive 에지에.

Interval Larger: *선택된 것보다 큰 인터벌에 발생된 인터벌 트리거의 경우,같은 슬로프의 두 에지 사이에 최소 인터벌을 선택한다(그림 5). 선택된 인터벌 후에 발생하면, Waverunner 는 두번째 에지에 트리거를 발생시킨다. 선택된 에지가 발생할때마다 인터벌을 위한 타이밍은 초기화되고, 다시 시작된다. 10 ns 과 20 s 사이의 인터벌을 선택할 수 있다.*

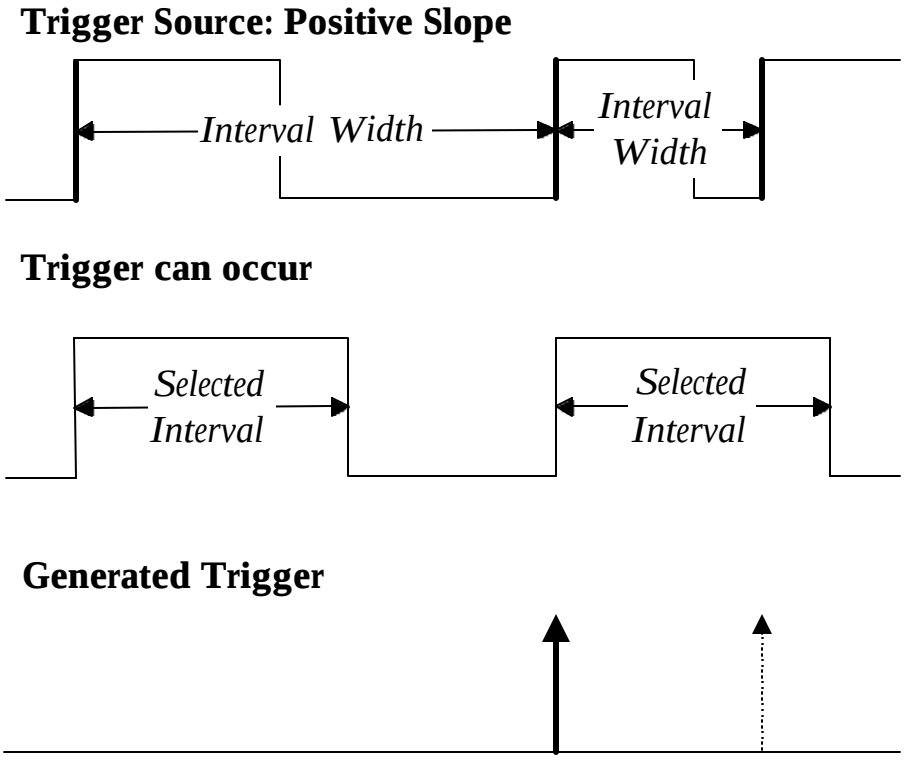


그림 5. 인터벌 폭이 선택된 인터벌보다 클 때 트리거 하는 Interval Trigger 점선의 위로 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 반면에 굵은 화살표는 선택된 인터벌 후에 positive edge 에 트리거가 실제로 발생하는 곳을 보여준다.

범위 사이의 Interval : 이 Interval Trigger 는 같은 슬로프의 두개의 에지 사이에 인터벌이 선택된 범위내에 있을 때 발생된다(그림. 6). 선택된 에지가 발생할때마다 Waverunner 는 초기화되고, 인터벌의 타이밍을 새로 시작한다. 10 ns 와 20 s 사이의 인터벌을 선택할 수 있다.

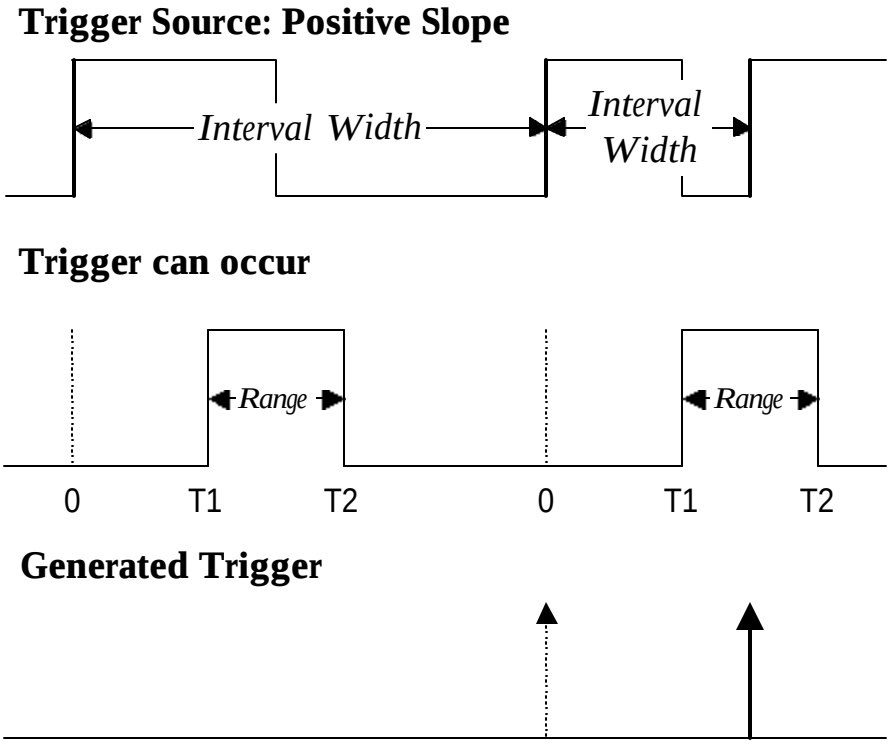
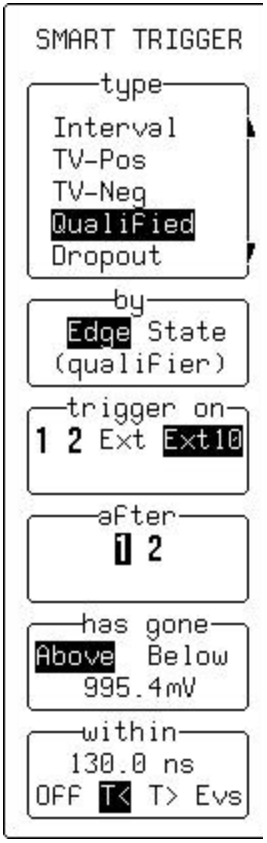


그림 6. 인터벌이 선택된 범위내에 속할 때 트리거 되는 Interval Trigger: T1 = 범위의 lower 시간 제한; T2 upper 제한. 점선의 위로 향하는 화살표는 potential trigger 를 나타내는 반면, 굵은 화살표는 선택된 범위내에 positive 에지에서 실제로 트리거가 발생하는 곳을 나타낸다.

신호를 QUALIFY 하기

주어진 레벨—validation —위 아래의 신호 변동을, 트리거 소스인 두번째 신호를 위한 상태를 기능하게 하거나 qualifying 하기 위해 사용한다. 이들은 Qualified 트리거이다. State-Qualified 트리거를 이용하면, 첫번째 신호의 진폭은 트리거가 발생할 때까지 원하는 상태에 그대로 남아 있다. Edge-Qualified 트리거 동안, validation 은 충분하고 첫번째 신호에 추가적인 요건이 부과되지 않는다. Qualified 트리거는 validation 후 즉시, 또는 그 후의 set time 내에 발생한다. 또는 미리 결정된 시간 지체나 여러 번의 potential 트리거 이벤트 후 발생할 수도 있다. 시간 지체 또는 트리거 카운트는 모든 validation 과 함께 다시 시작될 것이다.



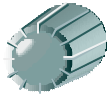
이 메뉴들을 이용하여 Edge- **또는** State-Qualified **트리거를 설정한다.**

1. "**Qualified**"**를 선택한다.**

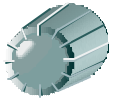
2. Qualifier **로서 "Edge" 또는 "State"를 선택한다.** (Edge trigger **메뉴를 이용하여, 커플링, 슬로프와** holdoff **와 같은 상태를 정한다.**)

3. **트리거 소스를 정한다. 이것은 채널,** EXT **또는** EXT 10 **이 될 수 있다.**

4. qualifier **소스를 선택한다. 트리거 소스의 선택에 따라, 이것은 채널,** EXT **또는** EXT 10 **이 될 수 있다.**



5. qualifier threshold **를 조정하기 위해 돌리고,** qualifier **신호가 "지나가고" 난후**(Edge-Qualified) **또는 그** threshold **위 또는 아래를 "지나가서 머무르면"** (State-Qualified) , qualifier **신호가 유효한지 결정하기 위해 누른다.**



6. **트리거 이벤트를 수용하기 한 시간 제한** ("within" "**T**< ")**을 정한다. 또는 유효한 변화가 발생한 후 시간의 지연** ("wait" "**T**> ") **또는 트리거 이벤트의 수**("wait" "**Evs**") **정한다. 트리거는 이 지연이 있을 후에만 수용될 수 있다. 후속적인** qualifier **이벤트는 이 카운트를 다시 시작한다. 시간 수치는** 10ns **에서** 20s **의 범위에서 선택될 수 있다. 트리거 이벤트 카운트는** 1–99 999 999 **에서 선택될 수 있다.**

QUALIFIED 트리거가 작용하는 방법

State-Qualified 와 Wait (그림. 7) 은 시간 또는 이벤트의 파라메터에 의해 결정된다.

Time 은 원하는 패턴의 시작으로부터 지연을 결정한다. 지연(timeout) 후, 그리고 패턴이 존재하는 동안, 트리거가 발생할 수 있다. 선택된 패턴이 시작되면, 지체의 타이밍이 다시 시작된다.

Events 는 최소 수의 트리거 소스 이벤트를 결정한다. 트리거 소스가 트리거 상태를 충족시키면, 이벤트가 발생된다. 트리거 소스의 선택된 이벤트에서 패턴이 존재하는 동안, 트리거가 발생할 수 있다. 선택된 패턴이 시작될때마다 카운트가 초기화되어 시작되고, 패턴이 남아 있는 동안 지속된다. 선택된 카운트가 도달될 때, 트리거가 발생한다.

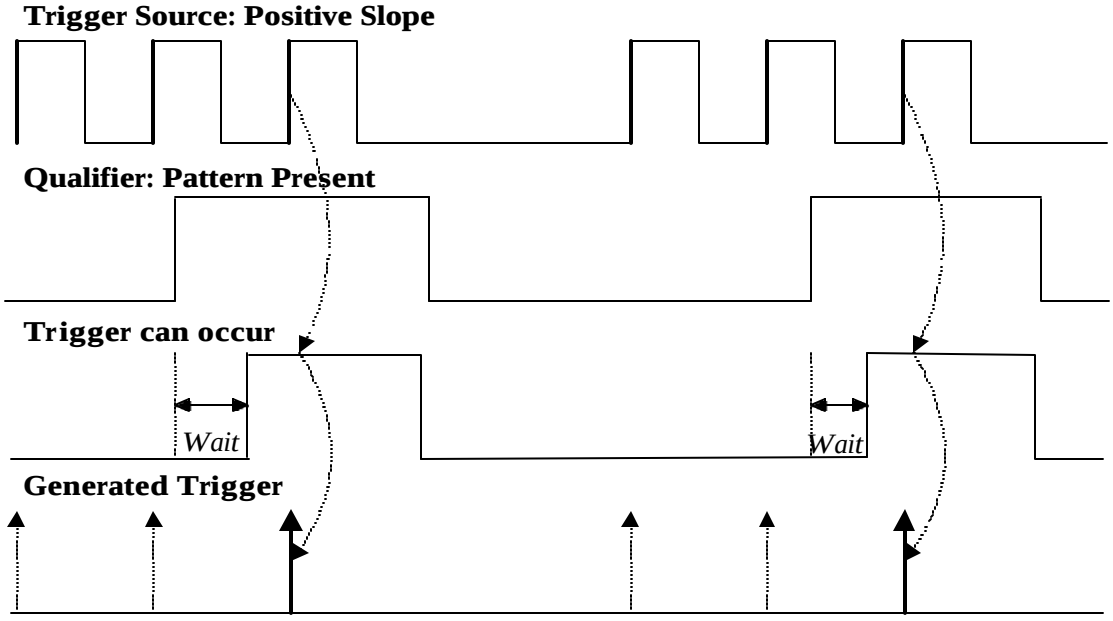


그림 7. State-Qualified 와 Wait: timeout 후 트리거. 점선의 위로 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 반면 굵은 화살표는 실제 트리거가 발생하는 곳을 보여준다.

Edge-Qualified 와 Wait (그림. 8) 도 시간 또는 이벤트에 의해 조절된다.:

Time 은 원하는 패턴의 시작으로부터 지연을 결정한다. 지연(timeout) 후, 그리고 패턴이 존재하는 동안, 트리거가 발생할 수 있다. 선택된 패턴이 시작되면, 지체의 타이밍이 다시 시작된다.

Events 는 최소 수의 트리거 소스 이벤트를 결정한다. 트리거 소스가 트리거 상태를 충족시키면, 이벤트가 발생된다. 트리거 소스의 선택된 이벤트에서 패턴이 존재하는 동안, 트리거가 발생할 수 있다. 선택된 패턴이 시작될때마다 카운트가 초기화되어 시작되고, 패턴이 남아 있는 동안 지속된다. 선택된 카운트가 도달될 때, 트리거가 발생한다.

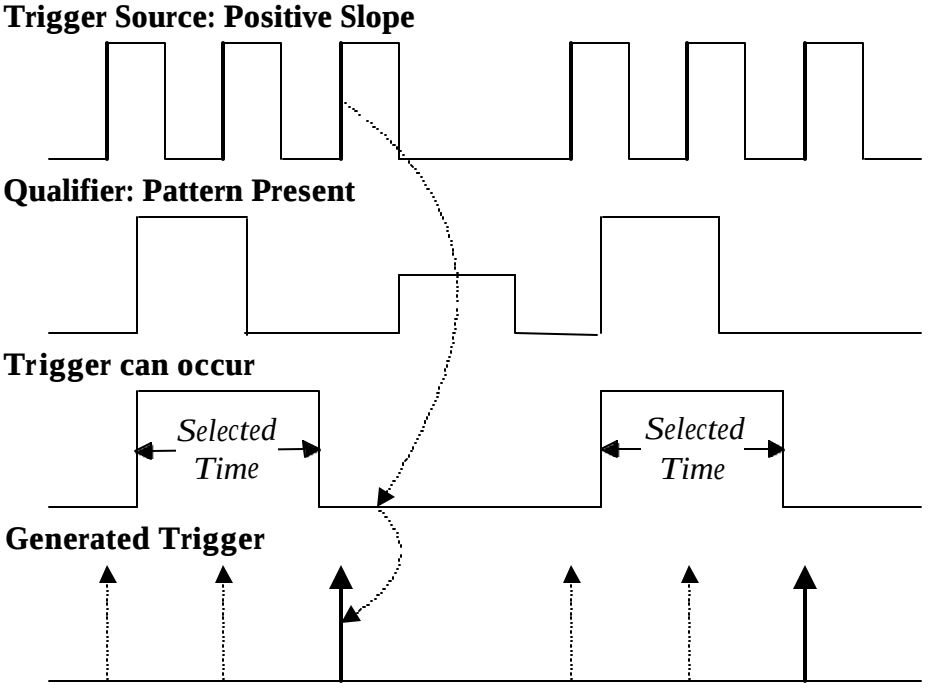


그림 8. Edge-Qualified 과 Wait: timeout 후 트리거. 점선의 위로 향하는 화살표는 potential 트리거를 나타내며, 반면 굵은 화살표는 실제 트리거가 발생하는 곳을 보여준다.

LOST SIGNALS 에 대한 트리거

신호가 설정된 시간 기간동안 사라지면, 드롭아웃(Dropout) 트리거를 이용한다. 트리거는 "마지막" 트리거 소스 변환 다음에 "time-out period"의 끝에서 발생한다.(그림. 9, 103 페이지 참조). 25 ns 와 20 s 사이의 Time-outs 이 선택될 수 있다. 드롭아웃 트리거는 single-shot 어플리케이션 — 대개 프리 트리거(pre-trigger) 지연과 함께 –을 위해 필수적으로 사용된다.

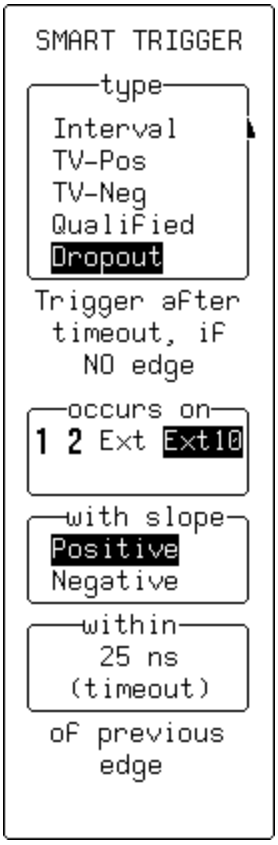
1. 측정될 신호를 채널 1 에 연결한다.

2. Coupling 을 위해  을 누르고, 소스 임피던스와 매치시키기 위해 커플링을 정한다.

3. AUTO SETUP  파형을 디스플레이하기 위해 을 두번 누른다. 다음의 절차는 드롭 아웃 트리거가 신호의 "마지막 정상" 기간과 일시적인 신호만을 포착하도록 설정한다.

4. SETUP  TRIGGER 을 누르고 나서 Edge SMART (Glitch) 을 선택하기 위해  을 누른다.

5. SETUP SMART TRIGGER 를 위해  를 누르고, 마주보는 페이지의 메뉴를 디스플레이한다...



이 메뉴들을 이용하여 드롭아웃 트리거를 설정한다.

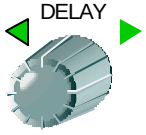
6. "**Dropout**"을 설정한다.

요령: 한 개 이상의 채널에서 볼 때 드롭 아웃 트리거를 이용한다 (트리거 소스 외에서도 채널에서 신호 특성을 볼 수 있다). 신호가 사라질 때 스코프를 트리거하려면, timeout 을 신호 기간보다 길게 만든다. 두개의 연속적인 에지가 하나의 기간동안 발생하기 때문에, 반복적인 신호가 활성일 때 Waverunner 는 트리거하지 않을 것이다.

7. **트리거 소스를 선택한다.**

8. **슬로프를 선택한다.**

9. timeout (**디폴트로** 25 ns)**를 정하기 위해 돌린다.**



10. **를 돌려서, 신호의 "마지막 정상" 기간의 디스플레이가 가능하도록 트리거 포인트를 설정한다.**

신호가 사라질 때, Waverunner 는 트리거한다.

DROPOUT TRIGGER 가 작동하는 방법

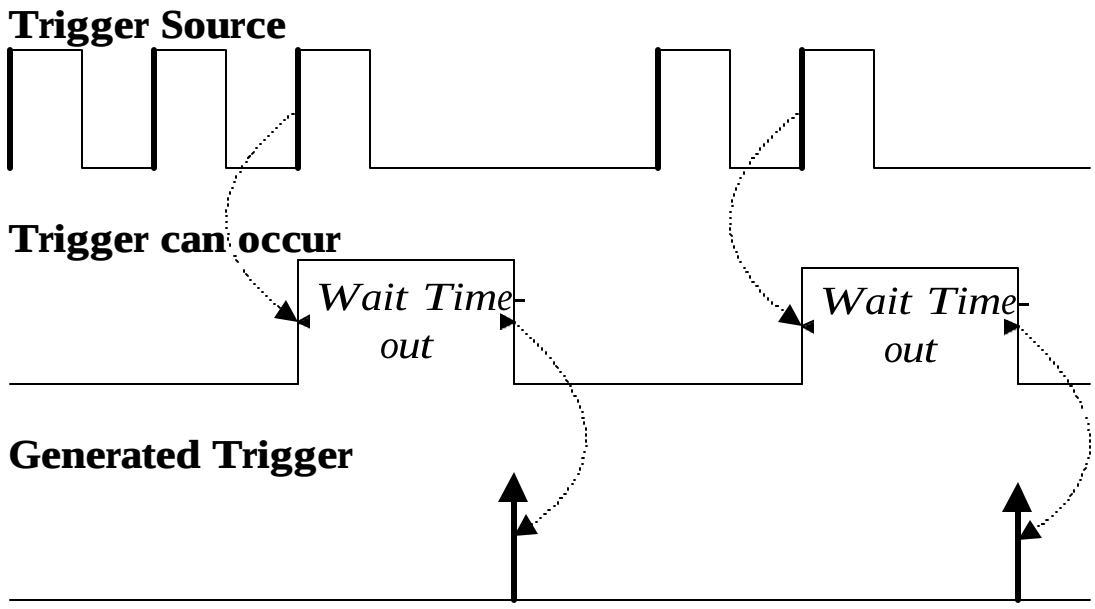
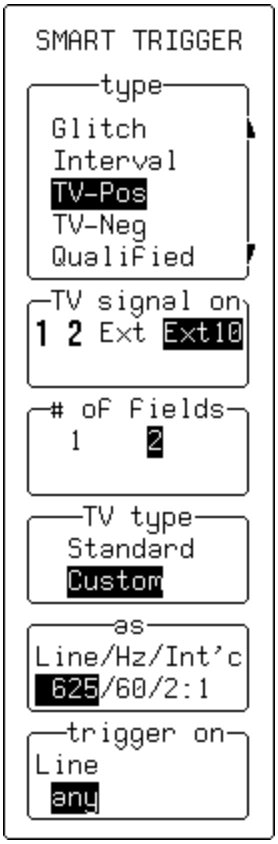


그림 9. 드랍 아웃 트리거(Dropout Trigger):는 time-out 이 지나면 발생한다. 굵은 위로 향하는 화살표는 트리거가 발생하는 곳을 보여준다.

TV 신호에 트리거 하기

Waverunner 의 TV 트리거는 표준 또는 custom composite 비디오 신호에 안정적인 트리거를 제공한다. PAL, SECAM 또는 NTSC 시스템에 이용하라. 트리거 입력에 복합 비디오 신호 (composite video signal)는 선택된 영역의 처음 부분에 신호를 — "any", "odd" or "even" — 그리고 각 라인의 처음 부분에 신호를 제공하도록 분석되었다. 필드 신호는 시작하는 변동(starting transition)을 제공하며, 라인 펄스의 앞 부분은 선택된 라인에 최종 트리거를 가능케 하도록 카운트되었다. 각 필드, 필드 rate, interlace factor, 와 각 사진마다 라인의 수는 명시되어야 한다 — 가장 흔한 형태의 TV 신호를 위한 표준 셋팅이 있기는 하지만. TV 트리거는 간단한 any-line 모드에서 기능을 할 수도 있다.



이 메뉴들을 이용하여 TV trigger **를 설정한다**.

1. positive **또는** negative **슬로프를 선택하길 원하는지에 따라 "TV-Pos" 또는 "TV-Neg"를 선택한다**,

2. **트리거 소스를 선택한다**

3. **필드 넘버**: **홀수 또는 짝수를 정의한다**.

4. "**Standard**" **또는** "**Custom**" TV decoding **을 선택한다**.

5. "**Standard**": "**625/50/2:1**" (PAL, SECAM) **또는** "**525/60/2:1**" (NTSC) standard **을 선택한다**. "**Custom**": **라인과 서클 수를 명시하고, 비-표준** TV **신호를 위해** interlacing factor **를 설정한다**.

6. **노브를 이용하여 트리거할 라인을 정의한다**: "**any**" **는 어떤 수의 라인에도 트리거 할 수 있게 해준다**.

TV 트리거 이용하기

대부분의 TV 시스템은 2 개 이상의 필드를 가지고 있다. Waverunner 의 개선된 필드-카운팅 기능(FIELDLOCK)으로 인해 신호 필드내에서 선택된 라인에 지속적으로 트리거할 수 있다.

필드-넘버링 시스템은 상대적이다: 오실로스코프는 홀수 또는 짝수 필드에서 트리거 할 것이다.

***625/50/2:1 (PAL 과 SECAM 시스템):** 표준 50-필드 신호를 위해 이용한다. 라인은 1 에서 626 사이의 범위에서 선택될 수 있으며, 라인 626 은 라인 1 과 같다.*

***525/60/2:1 (NTSC 시스템):** 표준 60-필드 NTSC 신호를 위해 이용한다. 라인은 1 에서 1051 사이에서 선택될 수 있으며, 라인 1051 은 라인 1 과 같다.*

***?/50/?, ?/60/?:** 최대의 유연성을 위해, 라인-카운팅(line-counting) 관행이 사용되지 않았다. 라인 카운트는 라인-동조 펄스 카운트로 여겨져야 한다. 이것은 equalizing 펄스의 변동을 포함한다. 일부 극단적인 경우, 필드 변동은 더 이상 작용하지 않을 것이고, "any line" 모드만 사용가능 할 수도 있다.*

개선된 필드-카운트 기능은 RIS acquisitions 을 위해서 사용될 수 없다.

제 9 장 : *Display More*

제 3 장에서는 어떻게 디스플레이를 설정하고, persistence 를 이용하는지 살펴보았다. 이제 어떻게 디스플레이에서 더 많은 것을 얻을 수 있는지 살펴보자.

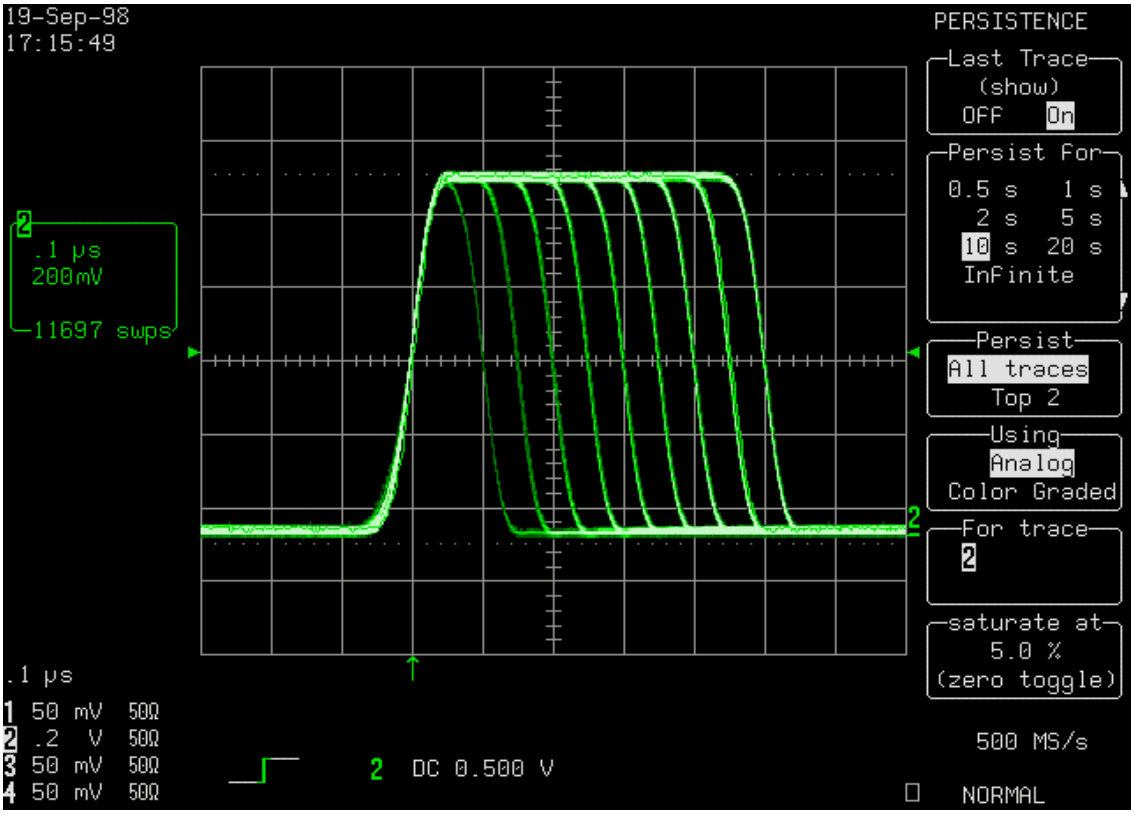
이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다.

- ***Analog Persistence 의 작동***
- ***진보된 색 관리 툴``````````````***
- ***팔레트를 바꾸고 색 선택하기***
- ***XY 디스플레이 이용하기***

비젼을 변형하기

ANALOG
PERSIST

버튼을 누르면, 파형의 비젼이 변형된다. 한가지 색의 휘도 레벨로, Waverunner Analog Persistence 특성은 시간에 따른 신호 전개를 보여주기 위해 상대적인 신호 강도를 삼차원적으로 보여준다. 이렇게 하면, 디지털 오실로스코프의 모든 이득을 이용하면서도, 파형을 아날로그로 볼 수 있다. 색이 매겨진(Color Graded) persistence 는 신호 강도를 나타내는 색 스펙트럼을 이용하여 비슷한 방식으로 작용한다. Waverunner 의 persistence 두 가지 모드 모두는 시간에 따른 소멸로 일정하지 않고 무한하다.



발생의 변수 주파수 요소를 가진 신호의 Analog Persistence 디스플레이.

ANALOG PERSISTENCE 가 어떻게 작동하는지

LeCroy 의 독특한 Analog Persistence 특성은 DSO (디지털 저장 오실로스코프)에서 아날로그 디스플레이의 장점을 제공한다. 디스플레이는 아날로그 같으며, 빠르다. 하지만 디지털 계측기에만 있는 데이터처리, 유연성과 통계적인 분석 능력을 가지고 있다.

전통적인 아날로그 계측기를 이용하면, 데이터 처리와 획득의 직접적인 비교는 거의 불가능하고, 통계적 분석은 수행하기 어렵다. 그럼에도 불구하고, 아날로그는 일부 이득을 가지고 잇다. 아날로그-디지털 변환을 할 필요가 없으므로, 아날로그 스코프의 속도는 전자의 대역폭에 의해서만 제한을 받는다: 신호는 거의 계속적으로 모니터 된다. 표준 DSO 는 acquisition 메모리의 크기가 허용하는 시간동안 신호를 포착해야 하고, 그러고 나서 처리하고 디스플레이한다. 이전의 acquisition 을 처리하는데 필요한 시간은 대개 DSO 속도를 제한한다. 하지만 아날로그 Persistence 디지털 오실로스코프는 다르다. 이 오실로스코프는 디스플레이로부터 데이터 accumulation 을 decouple 하고, 새로운 데이터를 더 빨리 축적하고 디스플레이한다. 또한 persistence 는 변한다. 디스플레이는 시간이 흐름에 따른 이벤트의 진폭의 반복된 샘플링과 샘플 된 데이터의 accumulation 을 삼차원 디스플레이 map 으로 만드는 것에 의해 발생한다. 이러한 map 은 화면에 아날로그 스타일의 디스플레이를 만든다. 기간 또는 decay 는 데이터의 각 진폭 또는 시간-combination 의 persistence 집단에 비례하기 때문에, 통계적 integrity 가 보존된다. 또한 아날로그 Persistence 스코프는 사용자가 정의할 수 있는(user-definable), map 를 post-acquisition saturation 통제하며, 디스플레이로부터 세부사항을 알 수 있게 해준다.

Using persistence 메뉴로부터 "Analog"를 선택하면, 각 채널과 관련된 persistence 데이터 map 은 신호 색을 할당 받는다. persistence data map 이 화면에 나타나면서, 서로 다른 색조의 색이 최소와 최대 population 사이의 population 범위에 할당된다. 최대 population 은 자동적으로 가장 밝은 색조를 받으며, 0 또는 가장 적은 population 은 가장 어두운 색조나 배경색을, 0 과 최소 population 사이의 population 범위는 이러한 범위내의 색조를 받는다.

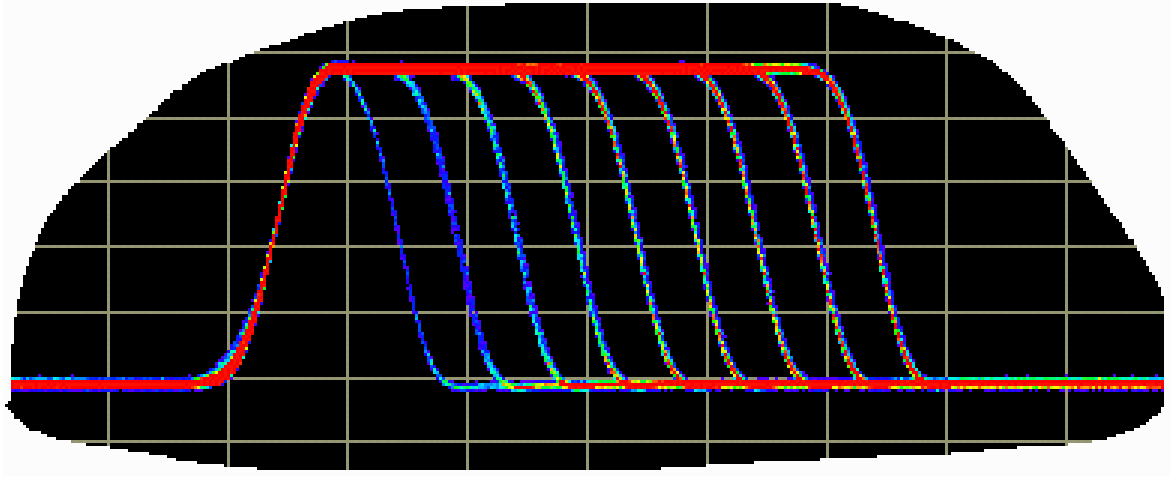
lower populations 이나 노이즈 레벨에 대한 정보(지배적인 신호보다는 임의의 일시적인 신호)는 무엇보다도 흥미로울 것이다. Analog Persistence view 는 데이터의 분포를 강조해서 쉽고 자세하게 점검할 수 있을 것이다.

maximum population 의 비율로 saturation 레벨이나 population 를 선택할 수 있다. 그러면, Saturation population 이상의 모든 populations 은 가장 밝은 색조를 할당 받을 것이다: 즉, 이들은 포화 되었다. 동시에, saturation 레벨 아래의 모든 populations 은 가장 밝은 색부터 가장 어두운 색까지 남은 색을 할당 받는다.

데이터 populations 과 표시된 색조는 새로운 획득으로부터의 데이터가 축적됨에 따라 역동적으로 업 데이트 될 것이다.

색조가 매겨진(COLOR-GRADED) PERSISTENCE 를 디스플레이하기

색조가 매겨진 persistence 는 아날로그 Persistence 특징과 같은 원칙을 따르지만, 신호 강도를 지도화하기 위해 한가지가 아니라 여러 가지 색을 이용한다. 아날로그 Persistence view 에서처럼 한 색의 휘도 대신에, Using persistence menu 로부터 "Color Graded"을 선택하면, Waverunner 는 persistence 를 표시하기 위해 붉은색으로부터 보라색의 색 스펙트럼을 이용한다.



Color-graded persistence 를 이용해서 표시된 페이지 107 에 나온 것과 같은 파형은 신호 색의 색조대신 색 스펙트럼에 나온 persistence 파형을 보여준다.

디스플레이를 "채색하기"

다양한 툴, 기술과 색깔을 선택함으로서 당신의 Waverunner 디스플레이 — 당신의 "캔버스"—를 개인적으로 만든다.

1. DISPLAY SETUP 그룹에서(제 3 장, *신호를 시각화하기*를 참조),  을 누르거나 "More Display Setup"을 눌러서 이러한 메뉴들에 엑세스한다.

오류! 연결이 잘못되었습니다.

2. 색을 바꾸고 진보된 색 관리 툴을 선택하기 위해 이용한다.

스크린 세이버를 활성화시킨다. *먼저 해야 할 일*을 참조하라.

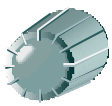
미리 정해진 디폴트("**1–6**") 또는 사용자 설정된("**U1–U4**") 색 도표를 선택한다. 색과 아래에 나타난 메뉴를 선택한다. 또한 복사될 표를 선택한다. 다음 페이지를 참조하라.

CHANGE COLORS 메뉴에 엑세스한다. 다음 페이지를 참조하라.

Full Screen 을 "**On**"으로 놓아서 전체 화면을 채울 grid display 를 확대하거나, "**Off**" 로 놓아서 정상 디스플레이로 돌아간다.

물체가 항상 보이는 "**Transparent**" 나 "**Opaque**" 모드를 선택한다. 겹쳐진 부분은 새롭고 독특한 색깔로 구별된다.

Measure Gate function 를 활성화시킨다. "중성"의 색을 가진 덜 중요한 물체는 자동으로 영역 외부로 나갈 것이다. 그러므로 이 계측-gate 영역 내부에 있는 물체는 강조될 것이다.



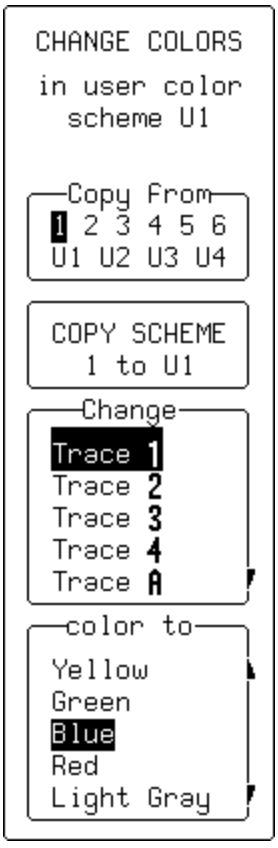
데이터, 샘플, 포인트를 "**Normal**" 또는 "**Bold**"로 본다.

RETURN

Full Screen 에서, 화면으로부터 모든 메뉴를 제거한다. 어둡고, 라벨이 붙은 전면판 버튼을 누르면 메뉴가 다시 나타날 것이다.

팔레트 바꾸기

3. "Change Colors"**를 위해**  **를 누르고, 이 메뉴들을 이용한다**...



...**당신만의 색 표를 만들라**... traces, grids, **또는 다른 화면 물체들에 색을 할당한다**... **개인적 사용을 더 쉽고 빨리 하기 위해 디폴트 표를 사용자 설정 표에 복사한다**...

미리 설정된 디폴트("1–6") 또는 사용자 설정된("U1–U4") 색 표 중에 하나를 선택하고, 다른 사용자 표에 복사한다. 이렇게 하면, 더 쉽게 사용자 설정되는 팔레트를 만들 수 있다.

이전 페이지에 나온 대로, Color Scheme **메뉴에서 선택된 사용자 색 표에 위 메뉴에서 선택된 표를 복사한다.**

아래의 메뉴를 이용하여, 색을 할당할 물체를 선택한다. (**다음 페이지 참조**).

Change **메뉴에서 선택된 물체에 할당할 색을 선택하기**(113 **페이지 참조**).

RETURN

MORE DISPLAY **메뉴로 돌아간다.**

화면상(ON-SCREEN) 물체에 색 할당하기

Background *- 전체 디스플레이 영역의 배경색*

Trace 1...4 *- 채널 1, 2, 3, 4 를 디스플레이하는 trace 에 할당된 색*

Trace A...D *– Trace A, B, C, D 에 할당된 색*

Grid *– 그리드의 디폴트 색*

Text *– 메뉴,acquisition-상태와 non-single source measurements 에 할당된 색*

Cursors *– 커서에 할당된 색*

Warnings *– 에러와 경고 메시지에 할당된 색*

Neutral *– measure-gate-region 강조를 위해 중성으로 지정된 색(사용자 팔레트의 어느 색도 될 수 있다)*

Overlays *– Full Screen 모드에서 그리드에 겹쳐진 메뉴에 할당된 색.*

색 선택하기

U1, U2, U3 와 U4 custom palettes 를 위해 색 gallery 에서 선택한다.

***요령: 당신의 색 표를 만든다:** traces, grids, text and menus, cursors, neutral color, background, warnings, overlays. 이전 페이지를 참조.*

XY 디스플레이 설정하기

XY 디스플레이는 초와 Hertz 로 같은 수평 단위(horizontal unit)를 이용하여 표시되는 같은 시간 또는 주파수-span (time/div)을 가진 trace 를 위한 것이다. XY 디스플레이는 3 개의 특별한 그리드 스타일을 제공한다: XY only, XY Single and XY Dual 모드는 다음 페이지에 설명되어 있다.

DISPLAY

1. DISPLAY SETUP 메뉴를 위해  를 누른다.
2.  을 눌러서, 아래에 나온 것처럼 top 메뉴에서"XY"를 선택한다.

오류! 연결이 잘못되었습니다.

3. 이러한 메뉴들을 이용해서 XY 디스플레이를 설정하고, 원한다면, 다른 디스플레이 셋업 메뉴에 엑세스한다.


"Standard" or "**XY**"를 선택한다.

ANALOG PERSIST


persistence 를 켜거나 끈다. 또는  을 누른다.


XY persistence 메뉴에 엑세스한다: XY 디스플레이의 persistence saturation, Analog 또는 Color-Graded persistence 를 선택하기 위해.


more display setup 메뉴에 엑세스한다. 페이지 110 참고.

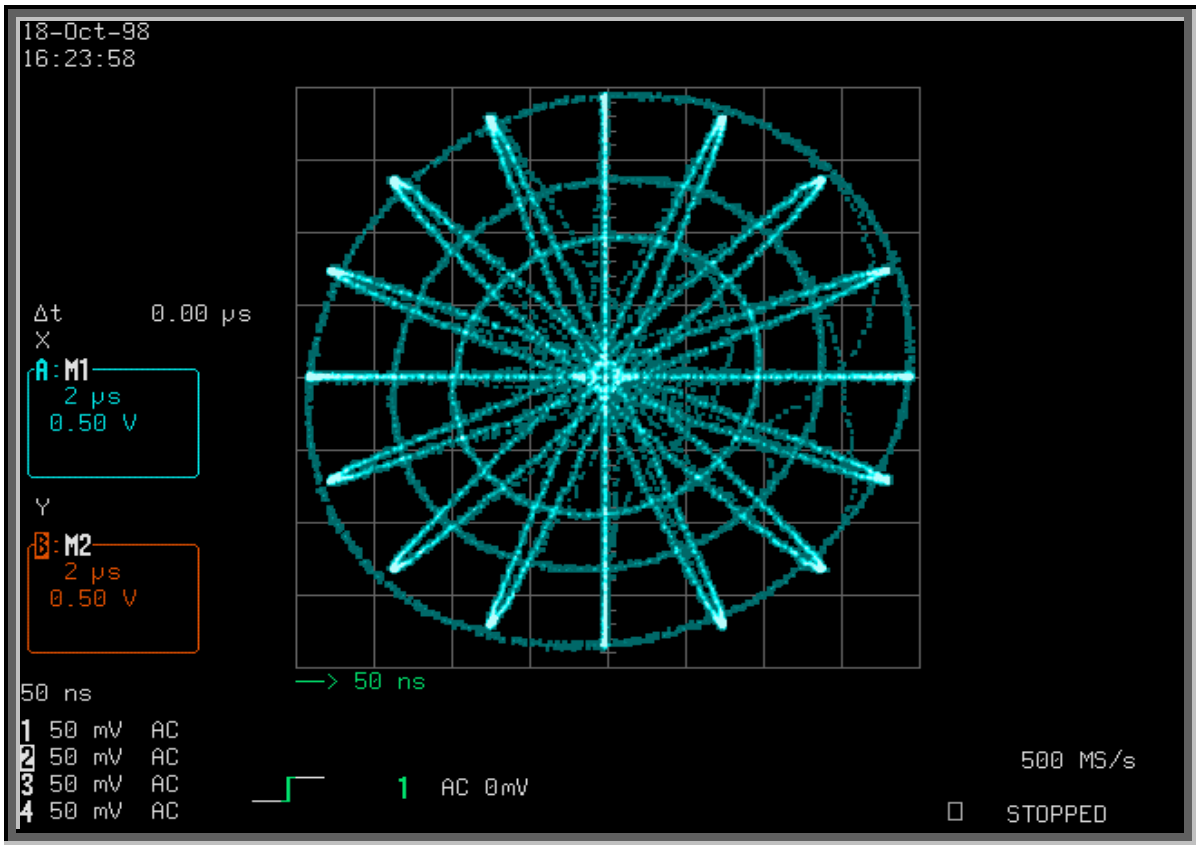

그리드 스타일과 번호를 선택한다. 다음 페이지 참조.



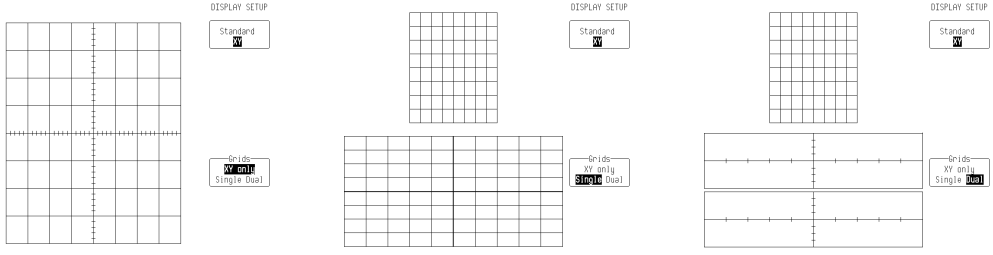
노브를 이용하여, 파형과 텍스트 휘도(brightness)를 조정한다. 디폴트 강도로 돌아가려면 버튼을 누른다.



노브만 이용해서 그리드 강도를 조정한다. 그리드는 표시된 trace 와 섞거나 밝게 될 수 있다. 디폴트 강도로 돌아가려면, 버튼을 누른다.



XY Only 그리드의 Analog Persistence 벡터 다이어그램. 아래: XY Only, Single and Dual grids.



XY 디스플레이에서 커서를 이용하기

커서는 XY 디스플레이에서 다르다(전반적으로 커서에 대해서, 제 4 장, "측정 툴 선택하기 참조).

절대 진폭 커서는 화면의 위 아래로, 옆으로 옮길 수 있는 수평과 수직 bar 이다. XY 상대-진폭 커서는 같은 방식으로 움직이는 한쌍의 bar 이다.

절대- 와 상대-시간 커서는 표준 디스플레이에 있는 것처럼 XY 에서 움직인다.

진폭 값의 Combinations 은 위에서 아래의 순서로, 그리드의 왼쪽에 나타날 것이다.:

*"DY 값 / DX 값": **Ratio***

*"20 * log 10 (ratio)": **Ratio in dB units***

*"DY value * DX value": **Product***

*" = arc tan (DY / DX) range [–180° to +180°]": **Angle (polar)***

*"r = sqrt (DX * DX + DY * DY)": **Radius (distance to origin).***

DX 와 DY 의 정의는 당신이 이용하는 커서에 달려 있다. 아래의 표는DX 와DY 가 커서 측정의 각 형태마다 어떻게 정의되는지 보여준다.

XY CURSORS					
	A_{Abs}	A_{Rel}	T_{Abs}		T_{Rel}
			Org = (0,0)	**Org = $V_{XOffset}$ $V_{YOffset}$**	
DX	$V_{XRef} - 0$	$V_{XDif} - V_{XRef}$	$V_{XRef} - 0$	$V_{XRef} - V_{XOffset}$	$V_{XDif} - V_{XRef}$
DY	$V_{YRef} - 0$	$V_{YDif} - V_{YRef}$	$V_{YRef} - 0$	$V_{YRef} - V_{YOffset}$	$V_{YDif} - V_{YRef}$

용어는 다음을 나타낸다:

A_{Abs}: *절대 진폭 커서*

A_{Rel}: *상대 진폭 커서*

T_{Abs}: *절대 시간 커서*

T_{Rel}: *절대 시간 커서*

Org: *Origin*

V_{Xref}: *X trace 에 참고 커서의 전압*

V_{Yref}: *Y trace 에 참고 커서의 전압*

V_{Xdif}: *X trace 에 차이 커서의 전압*

V_{Ydif}: *Y trace 에 차이 커서의 전압*

제 10 장 : *진보된 MATH 툴 사용하기*

지금까지는 Waverunner MATH 툴을 이용하는 방법에 대해 살펴보았다. 이제 파형 처리에 대해 더 깊이 살펴보고, 스코프의 진전된 MATH 특성을 적용한다...

이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다.

- *extrema 파형 프로세스하기*
- *증진된 resolution filtering 하기*
- *파형을 rescale 하기*
- *FFT 로 더 많은 것 하기*
- *MATH 기능 이용하기*
- *파라메터 trend 를 plot 하기*

Extrema 파형 계산하기

다양한 스위프의 trace envelope 을 보기 위해 extrema 를 이용한다. Waverunner 스코프는 새로운 파형 값의 maxima (roof) and minima (floor)는 이미 축적된 extrema 의 값과 계속해서 비교한다. 새로운 파형의 주어진 데이터 포인트가 해당 roof-record value 보다 크거나, floor-record 값보다 적다는 것을 오실로스코프가 발견하면, 그 기록 값을 새로운 값으로 대체한다. 그러므로, Waverunner 는 모든 파형 레코드의 최대와 최소 envelope 를 축적한다.

1. 

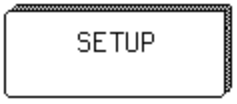
을 눌러서 채널 1 을 선택하고, Waverunner 의 기본 메뉴를 디스플레이한다.

2.  을 눌러서 

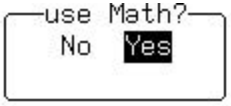
이 나오게 한다.

3. 

을 눌러서 Trace A 를 선택하고 설정한다.

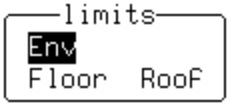
3. 

을 위해  을 누른다.

5.  을 눌러서 

을 선택하고, SETUP **A** 메뉴를 표시한다.

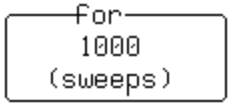
6. 그리고  을 눌러서 Math Type 메뉴로부터 "**Extrema**" 을 선택한다.

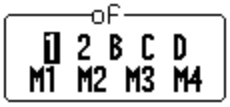
7.  을 눌러서 

를 선택한다.

요령: 축척된 데이터에 영향을 미치지 않고, envelope 의 view 를 바꿀 수 있다.

"Envelope" 를 누르면 전체 envelope 가 나타나는 반면, "Floor" 와 "Roof" 는 envelope 의 하부와 상부만을 보여준다. 이러한 제한을 바꾼다고 분석이 새로 시작되는 것은 아니다.

8. 상부  을 돌려서, 스위프의 수를 정한다: 

9.  을 눌러서 소스 trace 를 선택한다: 

EXTREMA 하기

선택된 최대 스위프 수에 달하면, Waverunner 스코프는 축척을 멈출 것이다. Normal 에서 Stop 으로 트리거 모드를 변경하거나, 기능 trace 를 꺼서 이 과정을 중지할 수도 있다(STOP 버튼을 눌러서)

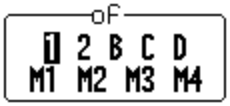
CLEAR SWEEPS 를 누르거나, gain, offset, coupling, trigger condition 와 같은 파라메터나, 타임베이스, 대역폭을 바꾸어서 현재 축척된 extrema 파형을 리셋한다. Waverunner 는 extrema 기능이 이행되는 zoom trace 의 trace 라벨에 현재 축척된 파형의 수를 디스플레이한다. roof 와 floor 레코드를 개별적으로나 같이 디스플레이할 수 있다.

스위프의 최대수가 도달되면, SETUP 에서 단순히 값을 바꿈으로서 더 큰수도 축척할 수 있다. 하지만, 다른 파라메터는 그대로 두어라, 그렇지 않으면 계산이 다시 시작될 것이다.

요령: Waverunner 은 그 기능의 trace 가 켜졌을때만, 특별한 MATH 기능을 계산함으로서 늦어지는 것을 피한다. 그럼에도 불구하고, 많은 데이터 포인트가 있는 경우, 파형 프로세싱은 시간이 상당히 걸릴 수 있다. 계산에 사용된 데이터 포인트 수를 제한함으로서 이 지연을 차단하라. Waverunner 는 모든 n 번째 포인트를 받음으로서 전체 파형을 프로세스한다. – n 은 타임베이스와 원하는 최대 포인트 수에 달려 있으며, 취해진 첫번째 포인트는 디스플레이의 왼쪽 에지에 있는 데이터 값이다.

단위를 Rescale 하고 할당하기

이 진보된 MATH 툴을 이용하면, 파형에 배수 곱하기 인수(multiplication factor (*a*)), 와 부가 상수(additive constant)를 적용할 수 있다. 어플리케이션의 형태에 따라, 선택한 단위에서 할 수 있다.

1. Trace A, B, C 또는 D 에 MATH 을 하기 위한 설정 절차를 따른다.
2.  을 눌러서 Math Type Menu 에서 "**Rescale**" 를 선택한다.
3. Math Type 아래의 다음 메뉴에서 "a" 또는 "b"를 선택한다.
4.  을 눌러서 가수(mantissa), 지수(exponent) 또는 자리수(number of digits)를 선택한다; 값을 정하려면  를 선택한다.
5. 원한다면, 되돌아 가서 "[units]"을 선택한다. 그러면 units = 인 새 메뉴가 나타나서, Amps, Celsius, Hertz, decibels, Kelvin, Ohms, Volts 과 Watts 를 포함하여 선택한 값의 단위 범위를 정의할 수 있다.
6.  을 눌러서 filtering 을 위해 소스 trace 를 선택한다: 

평균 내기: SUMMED VS CONTINUOUS (옵션)

Summed Averaging 는 같은 weight 로, 연속적인 소스 파형을 계속 더하는 것이다. 안정된 트리거가 있다면, 결과로 나온 평균은 single-shot 레코드보다 임의적인 노이즈 성분을 덜 갖게 될 것이다. 스위프의 최대 수에 도달하면, averaging 과정이 중단될 것이다.

메뉴에서 수를 바꾸기만 하면, 큰 수의 파형도 축적될 수 있다.하지만, 다른 파라메터는 그냥 두어야 한다. 그렇지 않으면, 새로운 평균 계산이 시작될 것이다. Normal 에서 Stop 으로 트리거 모드를 변경하거나, 기능 trace 를 꺼서 이 과정을 중지할 수도 있다. 이에 반대되는 기능을 수행할 때, Waverunner 는 averaging 을 다시 시작한다. CLEAR SWEEP 버튼을 누르거나, Input gain, offset, coupling, trigger condition, timebase, 또는 bandwidth limit 과 같은 acquisition 파라메터를 바꾸어서 축적된 평균을 리셋할 수 있다. 줌이나 기능의 현재 평균된 파형의 수는 표시된 trace 라벨에 나타날 것이다. summed averaging 가 수행되면, 디스플레이는 평균을 내는 속도를 가속화시키기 위해 (매 초당 포인트와 이벤트), 감소된 속도- 약 매 1.5 초마다-로 갱신될 것이다.

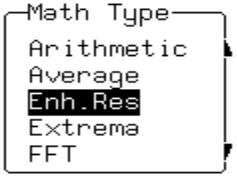
Continuous Averaging 은 같지 않은 weight 를 가지고 연속적인 소스 파형을 계속해서 더하는 것이다. 시간이나 진폭에서 매우 느리게 나오는 신호에 노이지를 감소시키는데 특히 유용하다. 가장 최근에 획득된 파형은 그 전에 획득된 파형보다 더 많은 weight 를 가진다: continuous average 는 가장 최근에 획득된 파형의 통계적 변동에 의해 지배된다. Continuous average 에 있는 'old' 파형의 weight 는 weight 가 증가함에 따라 점차적으로 감소하는 속도로 0 으로 가는 경향이 있다 (지수 법칙에 따라)

Resolution 을 개선하기

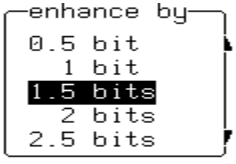
ERES (Enhanced Resolution) 필터링은 수직적 resolution 을 증가시켜서, 가까이에 있는 전압 레벨을 구별할 수 있게 된다. Waverunner ERES 는 간단하고, moving-average 필터로 신호를 smoothing 하는 것과 비슷하다. 하지만, 대역폭과 pass-band 의 측면에서 더 효과적이다. ERES 을 single-shot 파형, 또는 데이터 레코드가 천천히 반복되는 곳-averaging 을 이용할 수 없을 때-에 이용하라. 신호가 특히 noisy 할 때 노이즈를 줄이기 위해 사용한다. 하지만 노이즈 측정을 할 필요는 없다. 고 정밀 전압 측정을 할 때 이용할 수도 있다: 예를 들어 high vertical gain 으로 zooming 할 때.

1. Trace A, B, C 또는 D 에 MATH 을 하기 위한 설청 절차를 따른다.

2. 그리고  을 눌러서 Math Type 메뉴에서 "**Enh. Res**"를 선택한다:



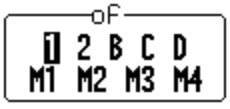
3.  을 눌러서



로부터 예를 들어, 1.5 bits 를 선택한다.

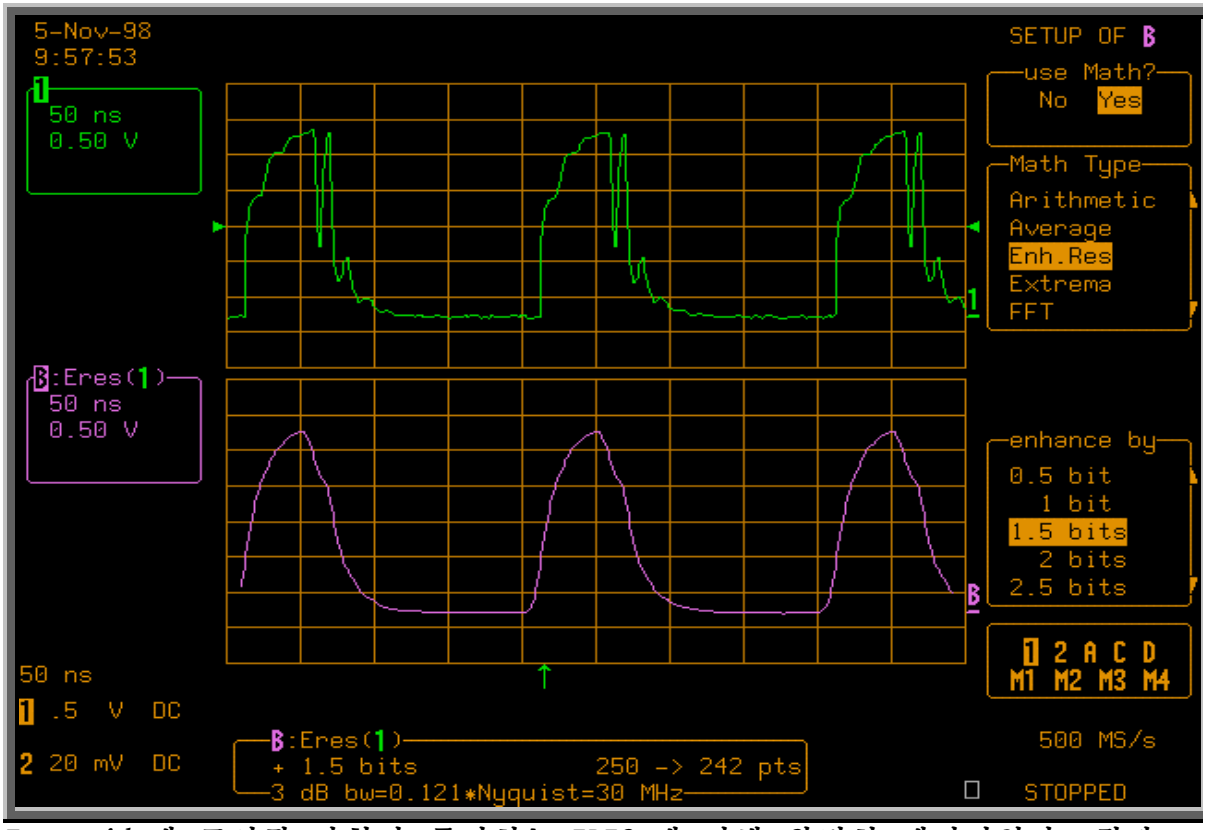
이 메뉴를 이용하면, 0.5 bits 의 절차에서 1 에서 3 비트로 표시된 신호의 resolution 을 개선시키는 필터를 선택할 수 있다.

4.  을 눌러서 필터링을 위한 소스 trace 를 선택한다:



결과: 다음 페이지의 예시를 참조.

> ***요령: 샘플 속도에 따라, Waverunner 디지털 필터는 대역폭에 영향을 미칠 수 있다. 느린 타임베이스로 대역폭이 필요하다면, 반복적인 샘플링으로 Averaging 를 이용하라.***



Top grid 에 표시된 파형의 글리치는 ERES 에 의해 완전히 제거되었다: 결과는 하부 그리드에 있는 파형이다. Trace B 의 레벨은 이것을 필터 된 파형으로 표시한다. 그리고 그리드 아래의 정보 필드는 Trace B 가 채널 1 의 ERES 기능이며, 파형은 1.5 bit 에 의해 증강되며, 필터링은 포인트의 수를 250 에서 242 까지, 대역폭은 30 MHz 로 감소시킨다.(125 페이지의 NOTE 를 참고하라).

WAVERUNNER 가 RESOLUTION 증강시키기

Waverunner 의 증강된 resolution 특징은 각 필터마다 고정된 양만큼 수직 resolution 을 증가시킨다. 신호가 noisy 하거나, single-shot 이나 연속적인지의 여부와 관계없이 이러한 실제적인 resolution 증가가 발생한다. 당신이 얻은 신호-노이즈 비율(SNR) 증가는 원 신호의 노이즈 형태에 달려 있다. 증강된 resolution 필터링은 신호의 대역폭을 감소시키고, 일부 노이즈를 filtering out 한다.

Waverunner 의 constant-phase, FIR (Finite Impulse-Response) 필터는 0.5 bit 로 빠른 계산과 훌륭한 step response, 0.3 과 3 bit 사이의 resolution 증가를 위한 최소 대역폭 감소를 준다. 각 단계는 factor of two 의 대역폭 감소에 해당하며, 대역폭-resolution trade-off 를 쉽게 컨트롤 할 수 있게 해준다. 필터 6 개의 파라메터는 다음의 표에 나와 있다.

RESOLUTION INCREASED BY	-3 DB 대역폭 (´ NYQUIST)	필터 길이 (샘플)
0.5	0.5	2
1.0	0.241	5
1.5	0.121	10
2.0	0.058	24
2.5	0.029	51
3.0	0.016	117

low-pass 필터를 이용하면, 어떤 특정 상황에서 얻은 실제 SNR 증가는 신호의 노이즈의 power 스펙트럼 밀도에 달려 있다.

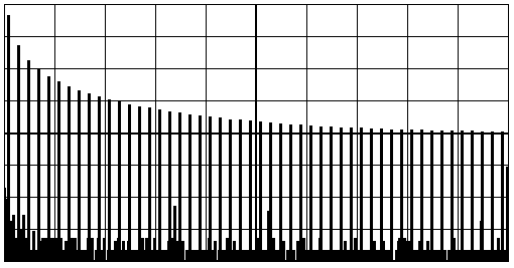
신호의 노이즈가 하얀색이라면-주파수 스펙트럼에 골고루 분포된-, SNR 의 개선은 resolution 의 개선에 해당한다.

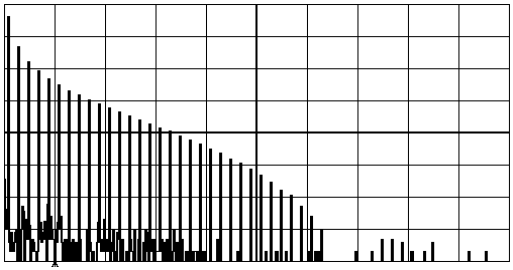
노이즈 파워가 고 주파수를 향하면, SNR 개선은 resolution 개선보다 더 좋을 것이다.

노이즈가 대개 낮은 주파수에 있다면, 반대도 사실일 것이다. 응집된 노이즈 신호의 제거로 인한,- 예를 들어, 클럭 신호의 feed-through-, SNR 개선은 passband 의 신호의 지배적인 주파수 요소의 fall 에 의해 결정된다. 스펙트럼 분석을 이용하면, 이것도 쉽게 확인될 것이다. 필터는 정확히 일정한 zero- phase response 을 가진다. 이것은 두 가지의 이득을 준다. 먼저, 이벤트 주파수내용이 다를지라도, 필터는 서로 다른 이벤트의 상대적인 위치를 왜곡시키지 않는다. 두번째, 파형이 저장되었기 때문에, 대개 필터링과 관련된 지연(Input 과 Output 파형사이)은 필터된 파형 계산시 정확하게 보정될 것이다.

필터는 낮은 주파수에서 정확한 unity gain 을 받았다. 그러므로, 소스 데이터가 overflow 되지 않더라도, 증강된 resolution 는 overflow 를 일으키지 않을 것이다. 만약 소스 trace 중 일부가 overflow 하면, 필터링은 허용되겠지만, overflowed 데이터 주변에서-필터 임펄스 response 길이- 결과는 정확하지 않을 것이다. 일부 상황에서 overflow 는 한두개 샘플의 spike 이고, 이 spike 에서의 에너지는 결과에 상당히 영향을 미칠만큼 충분치 않기 때문이다. 그러므로, 전체 trace 를 허락하지 않는 것은 바람직하지 않다.

다음 페이지에 나온 예는 Waverunner 의 증강된 resolution 기능을 어떻게 이용하는지 예시할 것이다.

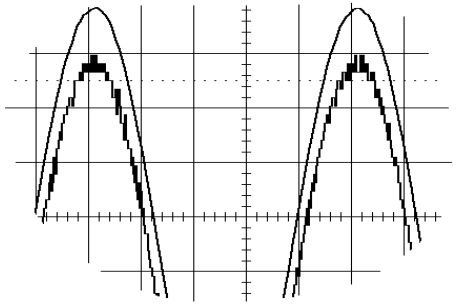


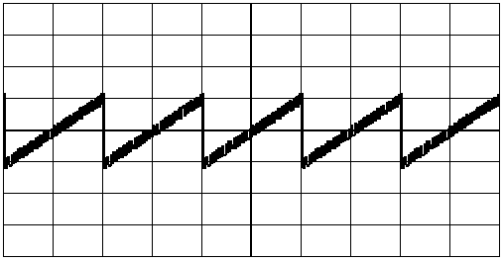


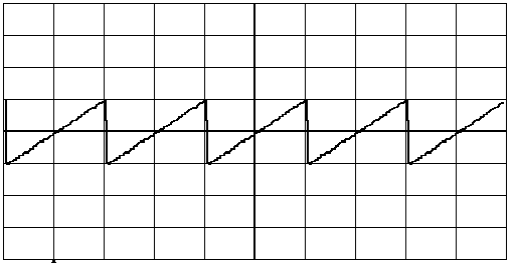
low-pass 필터링에서: 증강된 resolution 프로세싱 전(왼쪽)과 후(오른쪽)의 방형파 스펙트럼. 결과는 필터가 신호로부터의 고 주파수 성분을 어떻게 거부하는지 분명히 보여준다. bit-enhancement 가 높을수록, 결과로 생기는 대역폭은 더 낮다.

수직 resolution 증가시키기: 오른쪽의 예에서, 낮은("내부의") trace 는 3 bit 증강된 resolution 기능에 의해 상당히 증강된다.

노이즈 감소시키기: 아래의 예는 noisy 신호의 증강된 resolution 를 보여준다. 원 trace (아래 왼쪽) 는 2-bit 의 증강된 resolution 필터에 의해 처리되었다. 결과 (아래 오른쪽) 은 대부분의 노이즈가 제거된 "smooth" trace 를 보여준다.







주의: 증강된 resolution 는 trace 의 resolution 만 증가시킬 뿐이다; 원 quantization 의 정확성이나 linearity 는 개선되지 않는다. The pass-band 는 cut-off 주파수 근처의 신호에 신호 attenuation 을 초래한다. 지나간 가장 높은 주파수는 약간 약화될 것이다. 한정된 레코드 길이에서 필터링을 한다. 데이터는 파형의 처음과 끝에서 손실될 것이다: trace 는 필터링 후 조금 짧아질 것이다. 손실된 샘플의 수는 사용된 필터의 임펄스 response 길이와 정확히 같다. –2 개에서 117 개의 샘플. 일반적으로 이러한 손실- 50 000 포인트 trace 에서, 0.2% 에서 a 50 000 point trace –은 대개 인식되지 않는다. 하지만, 레코드를 짧게 필터해서 데이터 아웃풋이 없게 할 수 있다. 하지만 이러한 경우, Waverunner 에서는 ERES 특징을 사용할 수 없다.

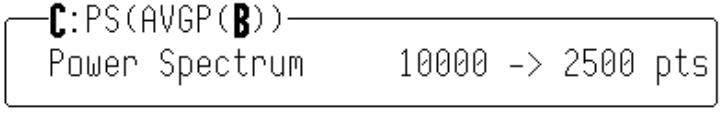
FFT 로 더 많은 것 하기

1 부에서(제 5 장, *MATH 툴 사용하기*), 주파수 도메인의 신호를 시각화하고 측정하기 위해 Fast Fourier Transform (FFT)를 어떻게 이용하는지 살펴보았다. 이제 옵션인 FFT Average feature 를 어떻게 이용하고, 분해능을 증진시키기 위해 어떻게 FFT span 을 이용하는지 살펴볼 것이다. 이 툴로부터 더 많은 것을 얻는 방법도 여기에 나와 있다...

FFT AVERAGE 하기

1. Trace A, B, C 또는 D 에서 MATH 을 하기 위한 설정 절차를 따른다.
2.  을 눌러서 Math Type 메뉴에서 "FFT AVG" 를 선택한다.
3.  을 눌러서 평균하기 위해 FFT 기능을 선택한다. 예를 들어 "Power Spect"을 선택하면, 다른 FFT 기능으로 계산된 FFT spectra 의 power average 로 기능을 정의할 수 있다.
4. CLEAR SWEEPS  을 눌러서 FFT 평균을 리셋하고, math trace 나 줌의 디스플레이된 trace 필드에 현재 축척된 파형의 수를 나타나게 한다.

FFT 나 FFT Averaging 가 사용되면, 그리드 밑의 메모리 상태 필드는 파형 descriptor 의 파라메터를 보여준다.



추가적인 PROCESSING 하기

FFT 전에, 평균, 산술과 같은 다른 MATH 와 파형 프로세싱 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어; 안정된 트리거를 이용할 수 있다면, 신호의 임의적 노이즈를 제거하기 위해 시간 영역 averaging 을 할 수 있다.

요령: FFT 주파수 범위- Nyquist 주파수-를 증가시키려면, 최대 포인트 수를 늘리거나, 더 빠른 타임베이스를 이용하여, 효과적인 샘플링 주파수는 올린다.

FFT 주파수 resolution 를 증가시키려면, 더 느린 타임베이스를 이용하여, 시간-도메인 파형 레코드의 길이를 늘린다.

FFT 와 커서 이용하기

데이터 포인트의 주파수와 진폭을 읽기 위해 절대 시간 커서를 주파수 도메인으로 옮긴다. 시간 도메인 파형의 오른쪽 에지를 넘어서 옮긴다. 그리고 나서, 동시에 각 주파수 도메인 trace 에 두개의 포인트 사이에 주파수 차이와 진폭을 나타내기 위해 상대 시간 커서를 주파

수 도메인으로 옮긴다. 적절한 단위로 된 스펙트럼에서 포인트의 절대값을 읽기 위해 절대 전압 커서를 이용한다. 그리고 각 trace 의 두 레벨 사이의 차이를 나타내기 위해 상대 전압 커서를 이용한다. 그리고 각 trace 의 두 레벨 사이의 차이를 나타내기 위해 상대 전압 커서를 조정한다.

주의: 화면의 맨 윗부분에, 다음의 FFT-관련된 에러 메시지가 뜰 것이다:

- *"Incompatible input record type": FFT 로 정의되지 않은 함수에서 시행된 FFT Average.*
- *"Horizontal units don't match": 주파수 도메인 파형의 FFT 를 이용할 수 없다.*
- *"FFT source data zero filled": 소스 파형에 무효한 데이터 포인트가 있다면(레코드의 처음에 또는 끝에), FFT 프로세싱 전에, zeros 로 교체된다.*
- *"FFT source data over/underflow": 소스 파형 데이터는 진폭, acquisition —gain too high or inappropriate offset —또는 이전 프로세싱에서 clip 된다. acquisition 또는 프로세싱을 정의하는 셋팅은 다른 함수 또는 확장을 통해 간접적으로 변경되어야 한다. 정의 중 하나는 over/underflow 상태를 제거하도록 바뀌어야 한다.*
- *"Circular computation": 함수 정의가 circular 이다 (예를 들어, 함수가 자신의 소스를 가지고 있다).*

FFT SPAN 과 분해능 설정하기

FFT 를 정확하게 정의하려면, 주파수 resolution 또는 Df 로 시작하라. 시간 도메인 신호의 시간 기간을 FFT 에 넣어서 Df 를 정한다. acquisition 채널(채널 1, 2, 3 또는 4) 이 소스라면, 파형 지속 기간은 포착 시간이다: TIME/DIV 셋팅에 10 을 곱한다. 소스 파형이 줌 trace 라면, 주파수 resolution 는 디스플레이된 파형의 지속기간에 역(reciprocal)이다. 포착 시간과 주파수 분해능 사이의 관계는 아래에 설명되어 있다.(그림. 1).

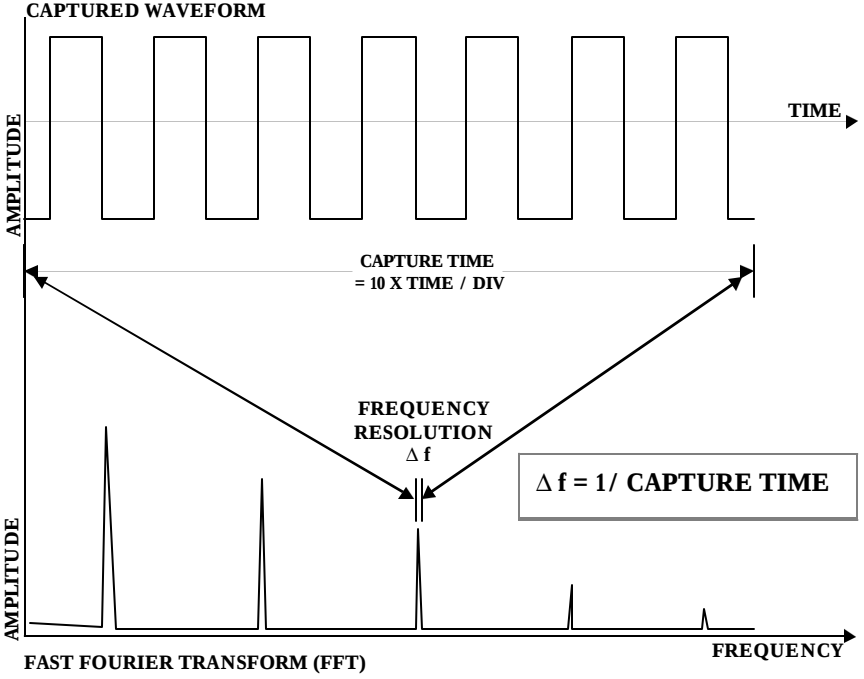


그림1. 포착 시간은 주파수 분해능을 결정한다..

FFT 의 주파수 span 은 Nyquist 주파수라고 불리며, 시간 도메인 파형의 샘플링 주파수와 관계된다. MATH 메모리 크기가 획득된 파형의 샘플수와 같다면, span 은 샘플링 주파수의 반이다. 하지만, 이 "MATH 을 위한 최대 포인트"가 포인트의 수보다 적다면, 파형과 FFT span 은 없어질 것이다. FFT span 과 샘플링 레이트와의 관계 (1/DT)는 다음 페이지에서 설명될 것이다. (그림. 2).

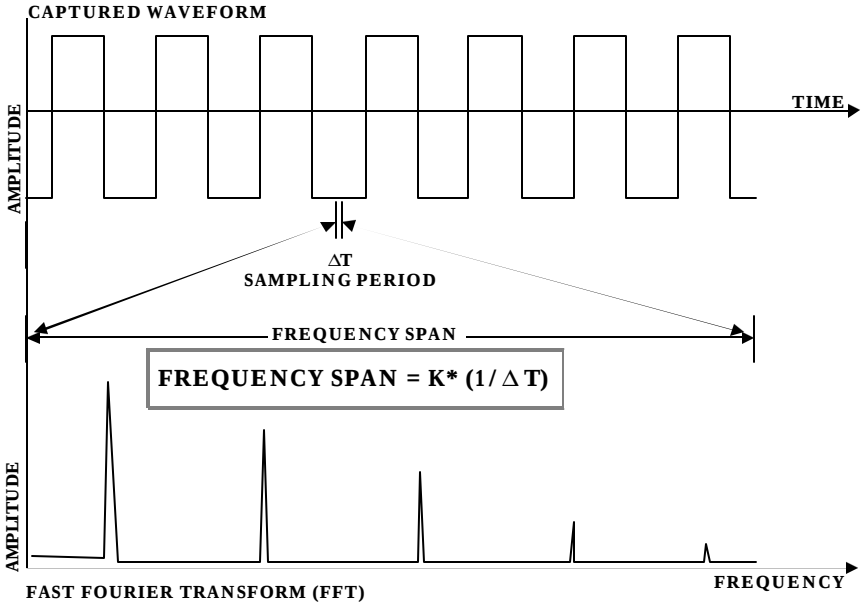
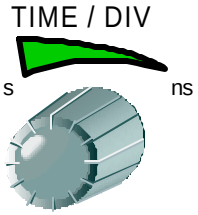


그림 2. FFT 의 span 은 샘플링 레이트와 관련된다.(1/DT).

Waverunner 는 선택한 "MATH 을 위한 최대 포인트"뿐만 아니라, 디스플레이 scaling 을 설명하기 위해, FFT transform 크기와 span 을 자동으로 조정한다. 스코프는 또한 디스플레이된 trace 길이를 조정할 수도 있다. FFT 로, Hz/div 의 수평 교정으로 디스플레이된 trace 라벨의 span 을 읽을 수 있다. 이것은 또한 FFT 를 설정할 때 화면의 바닥에 나타나는 정보 필드에서 Nyquist 주파수로 표시될 것이다.

FFT SPAN 설정하기

1. 원하는 FFT span 을 얻으려면, 먼저, 샘플링 레이트가 바라는 span 의 2 배 이상이 되도록 한다. 샘플링 레이트를 통제하고, acquisition 메모리 길이를 설정한다. 포인트의 숫자를 제한함으로서 샘플링 레이트를 더 조정할 수도 있다. 예를 들어, 계속적이고, 주기적인 파형을 분석하려면, 10 MHz 의 span 과 10 kHz 의 주파수 resolution 를 가져야 한다. 그 주파수 resolution 는 100 μs 의 포착 타임을 필요로 한다. 그러므로, 필요한 10MHz 의 Δf 을 얻으려면, division 마다 10 로 시간을 설정해야 한다. 필요한 10MHz span 을 얻으려면, 20MS/s 이상의 효과적인 샘플링 레이트를 필요로 한다. 500MS/s 의 샘플링 레이트와 50 000-샘플 디폴트 메모리 길이를 가진 Waverunner 스코프에서, 처음에 250 MHz span 을 얻기 위해 10 μs time/div 셋팅을 이용해야 한다.

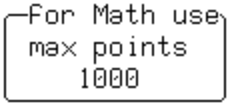
2. 

를 돌리고 10 µs 로 division 마다 시간을 설정한다.

요령: 아래의 절차 3 에서 제안된 두가지 방법중에서, 두번째 방법이 더 좋다. 두번재 방법은 높은 인풋 샘플링 레이트를 유지하고, 포착된 데이터를 aliasing 할 위험을 줄여준다..

그리고 나서 10 MHz span 을 얻기 위해, 2 가지 방법 중 하나로 샘플링 레이트를 감소시킨다.

3. TIMEBASE SETUP  을 누르고 "record up to" 메뉴를 25 MS/s 의 샘플 속도로 2500 으로 설정하여, 샘플의 수를 줄인다.

대안적으로 

을 이용하여, 포인트의 수를 2500 로 줄인다. 이러한 방법을 택하면, 샘플 레이트가 500 MS/s 가 되지만 FFT 전에 파형 데이터를 없애서 효과적인 샘플링 레이트를 25 MS/s 로 줄인다. 이렇게 하면 span 이 12.5 MHz 될 것이고, 가장 가까운 성취할 수 있는 span 은 > 10 MHz 가 된다.

25 MS/s 의 샘플링 레이트로 인해 full-scale 범위는 division 당 12.5 MHz, 또는 1.25 MHz 가 될 것이다. 디스플레이 scale factor 를 1, 2, 또는 5 로 유지하려면, Waverunner 스코프는 획득된 파형은 없앨 것이고, 2000-point transform 을 이용하여 FFT 를 계산할 것이다. 이렇게 하면, scale factor 가 2 MHz/Div 될 것이다. 그리고 디스플레이는 원 12.5 MHz span 을 얻기 위해 6.25 divisions 로 나누어질 것이다.

FFT WINDOW FILTER PARAMETERS

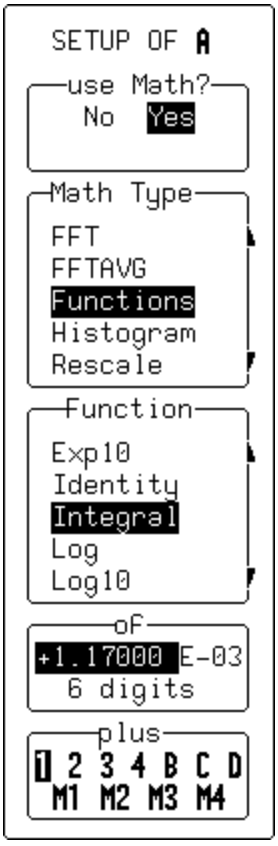
Window Type	Highest Side Lobe (dB)	Scallop Loss (dB)	ENBW (bins)	Coherent Gain (dB)
Rectangular	–13	3.92	1.0	0.0
von Hann	–32	1.42	1.5	–6.02
Hamming	–43	1.78	1.37	–5.35
Flat Top	–44	0.01	2.96	–11.05
Blackman–Harris	–67	1.13	1.71	–7.53

진보된 MATH 기능 이용하기

이 함수들을 이용하면, 신호에 대해 복잡한 계산을 자동으로 할 수 있다. 표준과 옵션 MATH 기능에 대해서는 제 5 장 MATH 이용하기를 참조하시오. 함수를 선택하고 이용하라....

1. Trace A, B, C 또는 D 에 MATH 를 하기 위한 셋업 절차를 따른다..
2. 그리고 나서, 이 메뉴들을 이용하여 진보된 MATH 기능을 선택하고 이용한다.

주의: Waverunner 는 파형의 절대값의 제곱근을 계산한다. 로그와 지수 함수를 위해서는, 단위 없이, 인풋 신호의 숫자 값을 이용한다.



MATH 를 선택한다.

"**Functions**"을 선택한다.

예를 들어 "**Integral**"를 선택한다.

주의: 적분을 이용할 때, 소스 신호는 신호 수직 단위 10^{16} 에서 10^{16} 배의 범위에서 additive constant 에 의해 offset 될 수 있다.

신호의 DC offset 을 보상하도록 신호 offset 을 설정한다.

소스 파형을 선택한다.

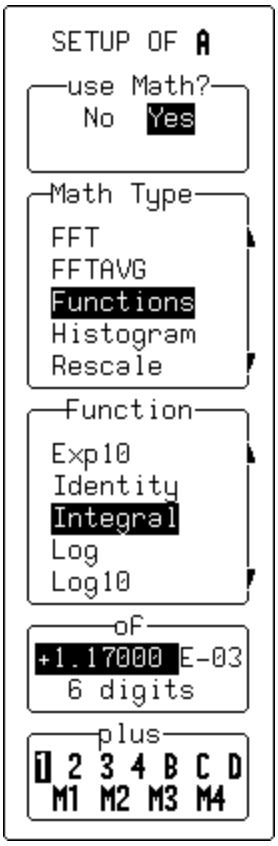
Resample to Deskew

신호 사이에 타이밍 불일치를 초래할 수 있는 다른 길이의 케이블, 프로브나 다른 것들을 보상할 필요가 있을 때마다 Deskew 한다. 한 채널에 있는 신호를 Resample 하고, 다른 채널의 신호에 대응하여 조정한다.

1. 두개의 서로 다른 채널에 신호를 디스플레이한다.

2. 

를 눌러서, 신호를 조정하고 싶은 채널을 줌한다.

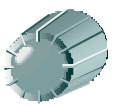


3. 이 메뉴들을 이용하여 신호를 deskew 한다.


MATH 을 하기 위해 선택한다.


"Resample"을 선택한다.


노브를 이용하여,± 2000 ns 의 범위에서 Trace A 의 신호를 조정하고, 다른 신호와의 타이밍 차이를 보상한다.


신호를 조정하고 싶은 채널을 선택한다.

Plot Trends

Plot 은 옵션인 Trend 특성을 이용하여, 시간 경과에 따른 파라메터의 전개 그래프이다 (EMM Option). 그리고, 많은 수의 개별적 측정과 기록의 필요를 없애준다. Trend plot 을 설정할 때, 스코프가 데이터를 얻을 때, 측정하고 값을 plot 하여, Waverunner 는 자동으로 이것을 생성할 것이다. 그래프의 수직축은 파라메터의 값이며, 수평축은 값이 포착되는 순서를 나타낸다. 이러한 방식으로, trend source 로서 이용할 수 있는 10 개 이상의 파라메터를 이용하여, 각 trace 에 20,000 개의 개별적인 파라메터 측정을 시각적으로 디스플레이 한다. XY 디스플레이에 두개의 trend 를 cross-plot 하고, 두 파라메터 사이의 기능적 관계를 알 수 있다.

1. trend 를 위해 custom parameter 를 설정한다. 다음장, *파라메터로 분석하기*, 을 참조.

2. Trace A, B, C, D 에 MATH 를 하는 설정 절차를 따른다.

오류! 연결이 잘못되었습니다.

3. 다음 페이지에 있는 메뉴와 이 메뉴들을 이용하여, trend 그래프를 만든다.

MATH 을 선택한다.

"**Trend**"을 선택한다.

파라메터를 선택하고, trend 를 설정한다(다음 페이지 참조).

계산된후 trend 를 자동으로 위치를 잡는다. 또한 줌과 위치 셋팅에 영향을 주지 않고, trend 를 중앙에 두고 scales 한다.

trend 에서 사용된 파라메터 라인을 선택한다.

버튼이나 노브를 이용하여, trend 의 값 수를 선택한다. 한 trend 마다 최대한 20 000 값을 선택할 수 있다. 이 최대값이 초과되면, 파라메터는 trend 를 scroll off 한다.

오류! 연결이 잘못되 었습니다.

요령: 다양한 어플리케이션중 trend plot 을 다루는 LeCroy Application Briefs (LABs) 을 참조하라. LeCroy 고객 서비스 센터에 문의하거나, LeCroy 의 웹 사이트 site: http://www.lecroy.com/Labs/default.asp 에서 이러한 정보와 다른 유용한 LABs 을 참고하라.

"**All**"를 선택한다: 각 파형에 대한 모든 파라메터 계산은 trend 에 위치할 것이다. 또는 "**Average**"를 선택한다: 계산된 모든 주어진 값의 평균만을 trend 하고, 포착당, trend 의 한 포인트를 얻기 위해.

CHANGE PARAM 메뉴에 엑세스하거나, 파라메터를 선택 또는 설정한다. 다음 장, *파라메터 분석*.을 참조한다.

한번 계산된 trend 를 자동으로 위치를 잡는다. 또한 줌과 위치 셋팅에 영향을 주지 않고, trend 를 중앙에 두고 scales 한다.

trend 의 중앙 값을 설정한다.

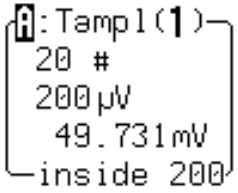
각 수직 디스플레이 division 의 값을 선택한다. division 당 가장 높은 값에, 수직 디스플레이 수를 곱한 것이 trend 를 만들기 위해 사용되는 "Center" 메뉴에서 수에 중심을 둔 파라메터 값 범위를 결정한다.

RETURN

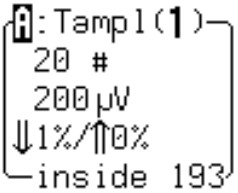
이전 메뉴 그룹으로 돌아간다.

TRENDS 읽기

trend plot 이 표시되면, 아래와 같은 trace labels 는—이 예에서는 Trace A 에 대해—수행된 trace 와 MATH 을 확인하고, 수평과 수직 정보를 제공하며, 화면의 일반적인 위치에 나타난다.



- ***수평 division 당 이벤트 수***
- ***측정되는 파라메터의 단위로, 수직 division 별 단위***
- ***커서를 이용할 때 커서 위치, trend, 포인트에서의 수직 값***
- ***unzoomed 수평 디스플레이 범위내에 있는 trend 의 이벤트 수***



- ***커서 측정 모드에 있지 않을 때, unzoomed 수직 범위를 넘어선 값의 비율.***

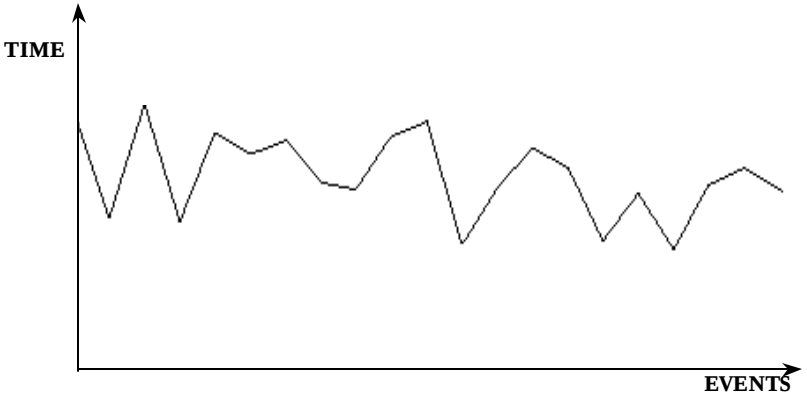


그림 3. trend 의 수평 축은 이벤트의 단위이며, 전 이벤트는 파형의 왼쪽 끝 부분에, 후 이벤트는 오른쪽에 있다. 수직 축은 trend 파라메터와 같은 단위로 되어 있다.

TRENDS 계산하기

trend 를 설정하면, 파라메터 값은 계산되어 다음의 각 포착에서 trend 된다.

trend 값은 포착 다음에 바로 계산될 것이다. 결과로 생긴 trend 는 다른 파형과 같은 방식으로 사용될 수 있는 데이터 포인트의 파형이다. 이에대해 파라메터가 계산될 수 있으며, 줌 될 수 있다; XY plot 에서 x 또는 y trace 로 역할을 하거나, 커서 측정에서 사용될 수 있다.

trend 데이터를 획득하는 순서는:

1. 트리거
2. 파형 포착
3. 파라메터 계산(들)
4. Trend 업데이트
5. Trigger re-arm.

시퀀스가 아닌 다른 모드로 타임베이스를 설정하면, single acquisition 은 파라메터 계산 전에 발생한다. 하지만, 시퀀스 모드에서, 각 segment 의 acquisition 은 파파라메터 계산전에 발생한다. Trend data 의 소스가 메모리라면, 새로운 데이터를 메모리에 저장할 때, 이것은 트리거와 acquisition 으로 작용한다. 화면을 업데이트시키는 것은 상당한 처리 시간이 소요되므로, 1 초에 한번만 발생해서, 트리거 dead time 을 감소시킬 수 있다(그리고 원격 조정하에서, 디스플레이는 측정 속도를 극대화 시키기 위해 꺼 놓을 수 있다).

Waverunner 오실로스코프는 설정한 trend 범위 외부에 속하는 값을 포함하여, 마지막 20 000 측정의 원형 파라메터 buffer 를 유지한다. 만약 trend 에서 사용될 이벤트의 최대 수가 20 000 이하의 "N" 이라면, trend 는 새로운 acquisition 이 발생할 때 마지막 "N" 이벤트로 계속해서 업데이트 될 것이다. 그리고 bin 이나 trend 범위가 수정된다면, 스코프는 trend 를 마지막 'N' 이나 획득된 20 000 값중 더 작은 값으로 trend 를 다시 그릴 파라메터 버퍼 값을 이용할 것이다. 이 파라메터는 trend 가 더 유용한 정보로 분포 모양을 만들수 있는 획득된 값과 셋팅을 이용하여 다시 디스플레이되게 한다. 버퍼에서는, 데이터를 다시 획득하지 않고도, 다른 scaling 범위에서 trend 를 디스플레이 할 수 있다.

많은 경우, 최적의 범위는 분명한 것이 아닐 수도 있다. 그러므로, 스코프는 강력한 범위 찾기 기능을 가지고 있다: FIND CENTER AND HEIGHT (134 페이지 참조). 획득된다면, 최적의 범위를 계산하고, 그것을 이용하여 trend 를 다

시 디스플레이 할 수 있는 파라메터 버퍼안의 값을 검사할 것이다. Waverunner 는 또한 그 범위내에, 아래에, 위에 해당하는 파라메터 값의 수를 계산할 수 있다. 범위 아래나 위에 해당된다면, range-finder 는 그러한 값이 버퍼 안에 있다면, 그 파라메터 값을 다시 계산할 수 있다.

파형 acquisition 또는 디스플레이 스위프당 포착된 이벤트의 수는 파라메터 형태에 달려 있다. 트리거 이벤트의 발생으로 acquisitions 이 시작된다. 스위프는 인풋 채널에서 포착되고 디스플레이된 파형과 같다. non-segmented 파형은 스위프와 같은 반면, segmented 파형의 경우, acquisition 은 각 segment 당 발생하며, 스위프는 모든 segment 를 위한 포착과 같다. 파라메터 커서 사이의 파형의 부분만이 파라메터 값과 이에 해당하는 trend 이벤트의 계산에 사용된다. 각 표준 파라메터와 파라메터 커서 사이의 파형 부분을 위해, 표는 acquisition 혹은 sweep 당 포착되는 trend 의 수에 대한 요약을 제공한다.

제 11 장 : *파라메터로 분석하기*

제 1 부는 Waverunner 측정 툴에 대해 소개하였다. 이제 파형의 문제점을 해결하고 분석하기 위해 진보된 측면을 이용하라...

이번 장에서는, 다음 사항을 참조하시오.

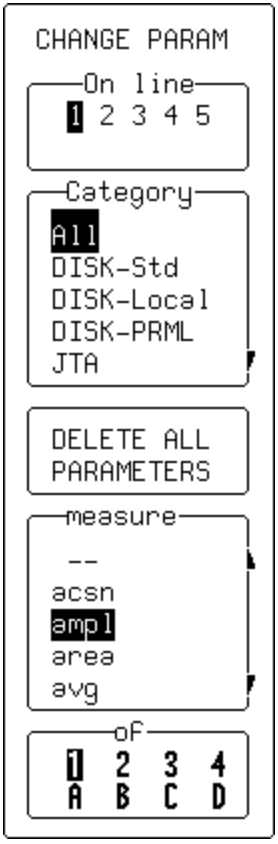
- *파라메터를 customize 하기*
- *Pass/Fail 테스트를 이행하기*
- *파라메터 work*
- *각 파라메터는 측정하는데 있어 특별한 역할을 한다.*

Custom 파라메터 이용하기

1. MEASURE TOOLS 을 눌러서 MEASURE 메뉴를 디스플레이한다. 1 부 4 장, *측정툴선택하기*참조.

2. 을 눌러서 "**Parameters**"를 선택하고, 를 눌러서 모드 메뉴에서 "**Custom**" 을 선택한다. 필요하면, 통계치를 이용하고, from and to 메뉴를 이용하여 파라메터 측정의 시작과 끝점을 설정한다.

3. 그런 후 을 누르고 CHANGE PARAMETERS 을 선택, CHANGE PARAM 메뉴를 엑세스.



4. 이들을 이용해서 파라메터를 바꾼다.

수정을 위해 선과, 그 선에 할당된 파라메터를 선택한다. 5 개의 독특한 파라메터를 가진 5 개의 선이 표시되어 수정될 수 있다.

파라메터 카테고리를 선택한다.

이 선으로부터 5 개의 할당된 파라메터 모두를 삭제한다.

상기 선택된 선에 측정을 위한 새로운 파라메터를 둔다. "--" 가 선택되면, 그 선은 사용되지 않는다.

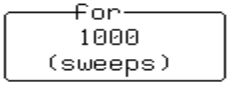
파라메터가 측정된 채널이나 trace 를 선택한다.

PARAMETER 를 사용자 설정한다.
특별한 요구를 충족시키기 위해 일정한 파라메터를 사용자 설정할 수 있다:

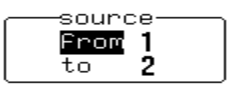
1. **예를 들어, 레벨에 Δtime 을 서로 다른 파형 레벨 사이, 또는 서로 다른 소스 사이의 변동을 계산할 파라메터로 한다.**

2.  **를 눌러서 "All" 카테고리를 선택하고**  **을 눌러 측정 메뉴로부터"Dt@lv" 를 선택한다.**

3. **상부**  **를 돌려서 스윕스 수를 설정한다:**



4.  **를 돌려서 채널 또는 메모리를 선택한다**



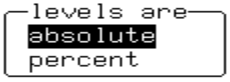
 **를 돌려서 "from" 과 "to"를 선택한다.**

5. **그리고**  **을 눌러서**

를 선택한다.

디스플레이 되는Δt@lv 메뉴의 SETUP 으로부터:

6.  **을 눌러서 절대 또는 피크-to-피크 % 신호 값에서 레벨을 설정한다:**



7.  **를 돌려서 division 당 hysteresis 을 설정한다. 이것은 선택된 레벨 위와 아래 같은 거리로 확대되는 전압이다. 신호가 노이즈가 아니라 유효하다고 간주되려면, 신호는 hysteresis-division 세팅의 반만큼, 이 밴드의 상부 혹은 하부 제한을 초과해야 한다.**

8.  **을 돌려서 전압 또는 진폭 % 레벨을 from menu 에서 설정한다.**

이렇게 하면, 언제 Waverunner 가 파형에서 타이밍 측정을 시작할 것인지 결정한다.

9.  **을 눌러서 positive (rising) 또는 negative (falling) 에지에 측정한다. 또는 "First"로, 두 에지중 하나에 측정한다.**

10. **마지막으로,**  **을 돌려서 "to"메뉴에 있는 진폭-비율 또는 전압을 설정한다.**

이렇게 하면, 타이밍이 끝나는 파형에 레벨을 결정할 것이다.

11.  **을 눌러서 positive (rising) 또는 negative (falling) 에지에 측정을 끝낸다. 또는 "First"로, 두 에지중 하나에 측정을 끝낸다.**

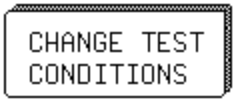
Pass/Fail 시험

Pass/Fail 시험을 하기 위해 파라메터를 이용할 수도 있다. 이를 위해서는 선택된 한계 내에서 측정 혼합이 필요하다. 당신이 무엇을 규정하느냐에 따라, 통과 또는 실패 시험을 하면, Waverunner 기능을 시작한다. 또한 tolerance mask 에 대해 신호를 테스트할 수도 있다. custom parameter 로, 5 개의 파라메터를 동시에 이용할 수도 있다. 시험이 통과하거나 실패했는지의 여부와 관계없이, 다음 중 어느 기능이 작동될 것이다:

- 추가적인 신호 포착을 중지한다
- 화면 이미지를 하드 카피 단위로 Dump 한다.
- 선택된 trace 를 내부 메모리, 메모리 카드(옵션), 도는 플로피에 저장한다.
- Sound the buzzer
- 뒤 BNC 커넥터를 이용하여 펄스를 방출한다.

디스플레이는 현재 파형, passing 이벤트의 수, 처리된 총 스위프 수, 당신이 취할 행동 등을 보여줄 것이다.

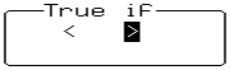
PASS/ FAIL 시험 설정

1. 제 4 장과 이전 페이지에 나온 것처럼, MEASURE 메뉴에서 파라메터를 설정한다.
2.  를 눌러서 mode 메뉴에서 "**Pass**" 또는 "**Fail**"를 선택한다. 원한다면, 통계치를 이용하고, from and to 메뉴를 이용하여 파라메터 측정의 시작과 끝 포인트를 설정한다.
3. 그리고 나서  을 눌러서 

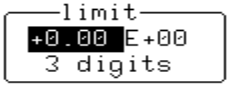
을 선택한다.

표시된 CHANGE TEST 메뉴로부터:

4.  을 눌러서, 다섯개의 파라메터 선을 정한다.
5.  을 눌러서 그 파라메터를 이용한 테스트를 위해 메뉴의 Test 로부터 "**Param**"을 선택한다. 테스트를 하지 않으려면, "**---**" 을 선택한다.
6.  을 눌러서 선택 메뉴로부터 "**Param**"를 선택한다.
7. 페이지139 에 나온 설명에 따라, 필요한대로 표시된 다른 메뉴를 설정한다.
8. 파라메터에서 Pass/Fail 테스트 한계를 바꾸기 원한다면,  를 눌러서 선택 메뉴로부터 "**Limit**" 을 선택한다.

9.  을 눌러서 

로부터 상관 관계- 적거나 큰-를 선택한다:

10. 그리고 나서  을 눌러 한계에 대한 3 가지 가능한 수정중 

를 선택한다.

이들은 한계의 mantissa, 지수와, mantissa 에서 표시될 자리수이다.

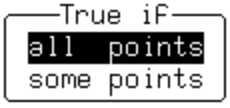
11.  를 돌려서 이를 위한 값을 정한다.

12. 마지막으로 바닥  을 눌러서, 최근에 측정된 값에 대한 한계를 정한다-마지막 수정을 위한 시작 값.

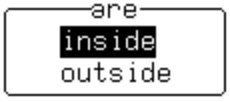
마스크에서 PASS/ FAIL 시험

1. 상기 명시된 CHANGE TEST 절차 1 에서 5 까지를 따른다.

2.  를 눌러서 그 파라메터를 이용하여 테스트하기 위해 메뉴의 Test 로부터 "**Mask**" 를 선택한다. 테스트를 하지 않으려면,"---" 를 선택한다.

3.  을 눌러서 

로부터 mask 시험 상태를 선택한다.

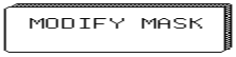
4. 그리고  을 눌러서 

로부터 mask 시험 상태를 선택한다.

5.  을 눌러서 메뉴로부터 시험을 위한 채널이나 trace 를 선택하고,  을 눌러서 mask 메뉴로부터 mask 가 놓여질 trace 를 선택한다.

주의: mask 에 대한 Pass/Fail 시험은 mask trace 의 수평과 수직 줌에 의해 영향을 받는다. 시험은 파라메터 커서에 의해 경계가 되는 영역 내에서 이루어진다. test 내의 trace 와 mask 의 타임베이스는 같다. 시각적인 mask testing 을 위해서, single trace 에 mask test 를 시행할 때 single grid 를 이용한다; 두개의 trace 에 테스트 하려면, 이중 그리드 디스플레이를 이용한다.

파형 MASK 만들기

1.  를 이용하여 위의 mask CHANGE TEST 메뉴로부터 

를 선택한다.

오류! 연결이 잘못되 었습니다.

2. 이 메뉴들을 이용하여, 당신의 파형으로부터 mask 를 만든다.


디스플레이된 파형으로부터 mask 를 만들기 위해 "**W'form**" 를 선택한다; PC 카드 슬롯에 옵션 장치에 저장될 mask 를 불러오기 위한 메뉴를 표시할 때 "**Card**"를; 플로피 디스크로부터 저장된 mask 를 불러올때 "**Floppy**" 를 선택한다.


만약 mask 가 화면에 자동으로 나온다면, "**D=M4**" 를 선택한다. 그렇지 않으면, "**M1**", "**M2**", "**M3**", 또는 "**M4**"를 선택한다. Trace 에 메모리를 불러오고 디스플레이할 RECALL W'FORM 메뉴를 선택한다.


반전된 마스크를 만든다.


참고로서 사용될 파형을 선택한다. Waverunner 은 이 주변에 mask 를 만든다.


mask 를 만든다.

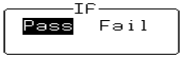


노브를 이용하여, 진폭의 tolerance 를 선택한다.



노브를 이용하여, 시간의 tolerance 를 선택한다.

시험 ACTION 을 바꾸기

1. CHANGE TEST 메뉴로부터,  을 눌러서 On line 에 있는 "Action" 을 선택한다.
2.  을 눌러서 Pass 또는 Fail 에 action 이 취해질 것인지 확인한다: 

3.  를 눌러서, Then menu 에 있는 action 을 선택한다. 그리고, 최종 메뉴에서 이 action 을 활성화하거나("Yes") 또는 비활성화("No") 를 위해  을 누른다. 이러한 yes 또는 no 는 이제 "Then"에 나올 것이다.

WAVERUNNER 파라메터가 어떻게 작용하는지

Top 과 base 참조선의 적절한 결정은 정확한 파라메터 계산을 보장하기 위해 기본적이다. 분석은 왼쪽과 오른쪽 시간 커서 사이의 시간 간격에 파형 데이터의 히스토그램을 계산하는 Waverunner 로 시작한다.

예를 들어, 두 상태(state)에서 변동하는 파형 히스토그램은 두개의 피크를 포함한다.(그림. 1). 분석은 가장 큰 데이터 밀도를 포함하는 두개의 클러스터를 확인하려고 하는 것이다.그러면, 이러한 두개의 클러스터와 관련된 가장 가능성 있는 상태(centroid)는 top 과 base 참고 레벨을 결정하기 위해 계산될 것이다: top line 은 bottom centroid 에 대한 top 과 base line 에 해당한다. top 과 base 선이 평가되면, Waverunner 는 rise 와 fall 시간을 쉽게 계산한다. 오실로스코프는 진폭 파라메터를 이용하여 90%와 10% 한계 레벨을 자동으로 결정한다. (히스토그램은 WaveAnalyzer 옵션의 일부분이다)

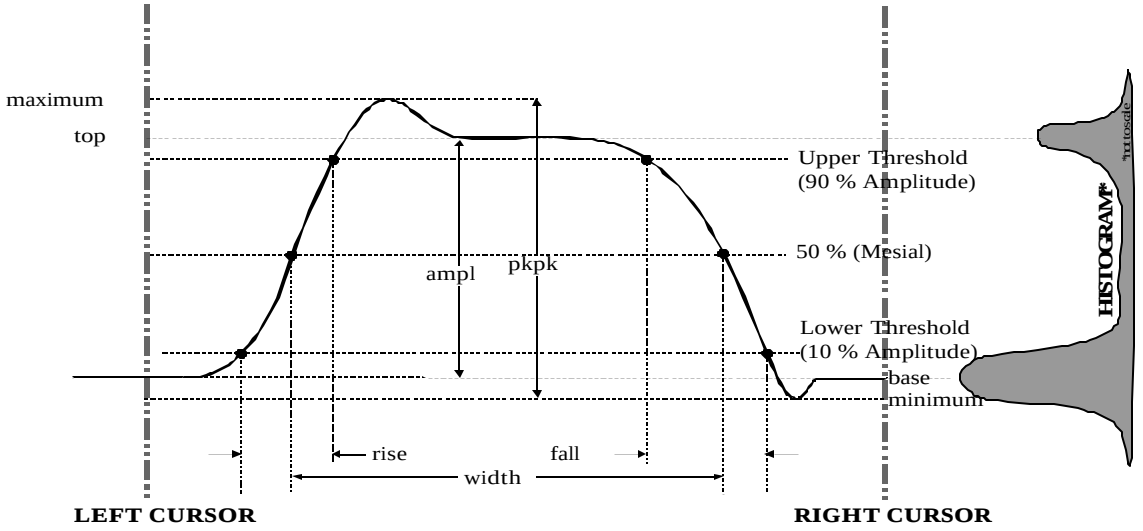


그림 1.

rise 또는 fall time 을 위한 한계 레벨은 절대 혹은 상대 세팅 (r@level, f@level)을 이용하여 선택될 수 있다. 만약 절대 세팅이 선택되면, rise 또는 fall time 은 rising 또는 falling 에지에 두개의 크로싱 포인트를 구별하는 시간 인터벌로서 측정될 것이다. 하지만, 상대적인 세팅이 선택되면, base 와 top line 사이에 수직 간격은 크로싱 포인트의 수직 위치를 결정하기 위해 percentile scale 로 구분된다 (base = 0 %, top = 100 %).

Rising Edge Duration	$\frac{1}{Mr}\sum_{i=1}^{Mr}\left(Tr_i^{90}-Tr_i^{10}\right)$
Falling Edge Duration	$\frac{1}{Mf}\sum_{i=1}^{Mf}\left(Tf_i^{10}-Tf_i^{90}\right)$

여기에서 Mr 는 발견된 주요 에지의 수이다. Mf 는 발견된 trailing 의 수이다. Tr_i^x 는 rising 에지 i 가 x % 레벨을 넘을 때의 시간이고, Tf_i^x 는 falling 에지 i 가 x % 레벨을 넘을 때의 시간이다.

Rising 또는 falling 에지의 포인트를 구별하는 시간 인터벌은 rise 또는 fall 시간을 산출하기 위해 평가되었다. 그러한 결과는 관측 윈도우내에서 발생하는 변동 에지의 수에 대해 평균될 것이다.

폭, 기간과 지연과 같은 시간 파라메터 측정은 top 과 base 참고 선사이의 중간에(50%) 위치한 mesial 측정 레벨과 관련하여 시행될 것이다(그림. 2), 타임 파라메터 예측은 관측 윈도우 내에 포함된 사이클의 수에 달려 있다. 사이클의 수는 정수가 아니며, rms 또는 mean 과 같은 파라메터 측정은 biased 될 것이다.

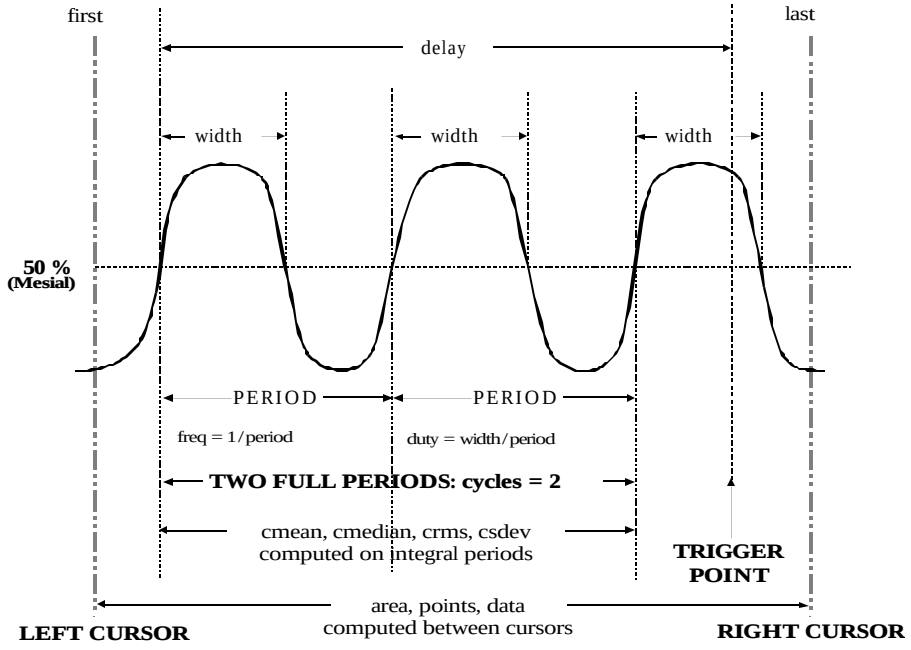


그림 2.

이러한 bias 효과를 피하기 위해, 계측기는 crms 과 cmean 를 포함하여, 계산의 사이클의 정수로 제한하는 주기적인 파라메터를 이용한다. Waverunner 는 trace 사이의 정확한 differential time measurements 을 가능하게 해준다. 예를 들어, propagation, 셋업과 hold delays (그림. 3).Dc2d 와 같은 파라메터는 특정화된 클럭과 데이터 신호의 transition polarity 를 필요로 한다.

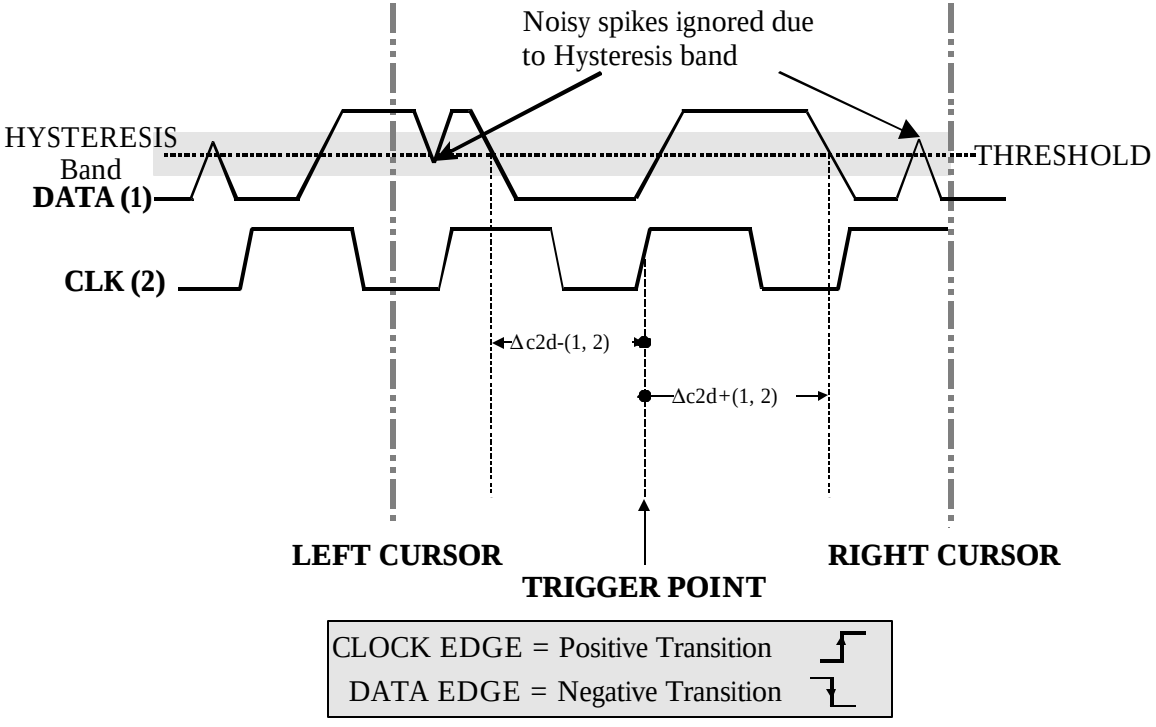


그림 3.

또한, hysteresis 범위는 hystersis 간격의 경계를 넘지않는 가짜 변동을 무시하도록 규정된다. 그림 3 에서, Dc2d - (1, 2)는 데이터 신호의 첫번째 negative 변동으로부터 클럭(트리거)의 rising 에지를 분리하는 시간 간격을 측정한다. 비슷하게, Dc2d+(1, 2) 는 데이터 신호의 다음 변동과 트리거 사이의 시간 인터벌을 측정한다.

파라메터 선택하기

다음의 표 리스트는 Waverunner 파라메터를 설명하고 정의한다.  심볼로 나타내지는 파라메터는 Extended Math 와 WaveAnalyzer 옵션(제 5 장, *MATH 툴 이용하기* 를 참조하라). 여기에 리스트 된 모든 다른 파라메터는 Waverunner 에서 표준이다.

파라메터	설명	정의	주의
ampl	진폭: 두 레벨의 신호에서 상부와 하부 레벨 사이의 차이를 측정한다. 노이즈, overshoot, overshoot, undershoot 와 ringing 이 측정에 영향을 미치지 않는다는 점에서 *pkpk* 와 다르다.	*top* *base* (그림. 1 참조)	*두개의 주요 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어 triangle 또는 saw-tooth waves)*, pkpk 와 같은 값으로 돌아간다.
area	데이터의 적분: 제로 레벨에 대한 커서 사이의 파형 부분을 계산한다. 영보다 큰 값은 부분에 양수로; 영 보다 작은 값은 음수로 영향을 미친다;	포인트 사이의 수평 시간을 곱한 데이터의 *first* 부터 *last* 까지의 총합 (그림. 2 참조)	
base	두개의 가장 probable 상태중 낮은 것 (높은 것은 *top*). 두-레벨 신호에서 낮은 레벨을 측정한다. 노이즈, overshoot, overshoot, undershoot 와 ringing 이 측정에 영향을 미치지 않는다는 점에서 *min* 와 다르다.	가장 probable lower 상태의 값 (그림. 1 참고)	*두개의 주요 레벨을 가지지 않는 신호에서 (예를 들어 triangle 또는 saw-tooth waves)*, min 과 같은 값으로 돌아간다.
cycles	커서 사이에 높인 주기적인 파형의 사이클 수를 결정한다. 첫번째 사이클은 왼쪽 커서 뒤 첫번째 transition 에서 시작한다. Transition 은 positive- 또는 negative-going.	주기적인 파형의 서클 수 (그림. 2 참고)	
cmean	Cyclic mean: 파형 데이터의 평균을 계산한다. *mean* 과 반대로, 분수로 fractional 정수에 의해 초래된 bias 를 제거하며, 사이클의 정수에 대한 평균을 계산한다.	주기 정수의 데이터 값 평균	
cmedian 	Cyclic median: fractional 정수에 의해 초래된 bias 를 제거하며, 사이클 정수에 대한 base 값과 top 값	값의 50% 가 위이고, 나머지 50% 가 아래인 데이터 값	

파라메터	설명	정의	주의
crms	Cyclic root mean square: 포인트 수에 의해 분리된 데이터 값 제곱의 합의 제곱근. *rms*,과 반대로, 계산은 fractional 간격에 의해 초래된 bias를 제거하며, 사이클의 정수에 대해 계산이 수행된다.	$\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(v_i)^2}$	*여기에서 v_i 는 측정된 샘플 값을 나타내고, N = 는 최대 100 기간내에서 찾을 수 있는 기간내의 데이터 포인트 수를 나타낸다.*
csdev	Cyclic standard deviation: 정수의 기간에 대한 평균값으로부터의 데이터 값 표준 편차. *sdev* 과는 반대로, fractional 간격에 의해 초래되는 bias 을 제거하며, 사이클의 정수에 대해 계산이 수행된다.	$\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(v_i - mean)^2}$	*여기에서: v_i 는 측정된 샘플 값을 나타내고 N = 는 최대 100 기간내에서 찾을 수 있는 기간내의 데이터 포인트 수를 나타낸다.*
delay	Time from trigger to transition: 왼쪽 커서후 첫번째 50% 크로싱과 트리거 사이의 시간을 측정한다. 한 신호에 트리거하고 다른 신호에 지연을 결정함으로서, 두 신호 사이의 propagation 지연을 측정할 수 있다.	왼쪽 커서후 첫번째 50% 크로싱과 트리거 사이의 시간 (그림. 2 참조)	
D **dly**	Δdelay: 두 소스의 50 % 레벨 사이의 시간을 측정한다.	두 소스의 중간지점 transition 사이의 시간	
D **t@lv**	Δt at level: 선택된 레벨 또는 소스사이의 transition 을 계산한다.	두 소스의 transition 레벨 사이의 시간, 또는 트리거에서 신호 소스의 transition 레벨까지의 시간	*참고 레벨과 edge-transition polarity 가 선택될 수 있다. Hysteresis 논쟁은 데이터의 노이즈로부터 레벨을 분별하기 위해 사용되었다.*
D **c2d**±	Δclock to data ±: 클럭 임계점에서 다음 (Δc2d+) 또는 이전 (Δc2d–) 데이터 임계점 크로싱까지의 시간 차이를 계산한다.	클럭 임계점 크로싱에서 다음 또는 이전 에지까지의 시간 (그림. 3 참조)	*클럭과 데이터 신호의 임계점 레벨, 에지-transition polarity 가 선택될 수 있다. Hysteresis 논쟁은 데이터의 노이즈로부터 피크를 구별하기 위해서 사용된다. 신호의 피크에서 피크까지의 예측값의 반과, 노이즈의 피크에서 피크까지의 예측값의 두배사이의 hysteresis*

파라메터	설명	정의	주의
dur	single 스위프 파형의 경우, *dur* 는 0 이다; 시퀀스 파형 : 첫번째부터 마지막 segment 의 트리거까지의 시간; 시퀀스 파형의 single segments: 이전 segment 에서 현재 segment 의 트리거까지의 시간; 역사 기능에 의해 만들어진 파형: 처음부터 마지막으로 축척된 파형의 트리거까지의 시간.	처음부터 마지막 acquisition 까지의 시간: 평균, 히스토그램 또는 시퀀스 파형	
duty	Duty cycle: 기간의 비율로서의 폭.	*width/period* (그림 2 참조)	
f80–20%	Fall 80–20 %: 커서 사이의 falling transition 을 위해 평균된, 80 % to 20 %까지의 펄스 파형의 falling transition 지속 기간.	80–20 % transition 의 평균 지속기간	*두개의 주요 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle 또는 saw-tooth waves), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 덜 예측 가능한 결과*
f@level	Fall at level: 주어진 두 레벨사이에서의 falling 에지의 지속시간	Transition 레벨 사이의 falling 에지 지속기간	*두개의 주요한 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle or saw-tooth waves), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 예측하기 어렵다.*
fall	Fall time: 파형의 falling 에지에 두개의 규정된 값 사이의 시간을 측정한다. 각 에지를 위한 Fall time 은 최종 결과를 내기 위해 평균화되었다. **ARGUMENTS** Threshold / Remote / Lower Limit / Upper Limit / Default Lower / Low / 1 % / 45 % / 10 % Upper / High / 55 % / 99 % / 90 % 임계점 논쟁은 fall 시간을 계산하기 위해 사용된 각 에지에 두개의 수직 값을 규정한다: 상부와 하부 값을 위한 공식 $\text{lower value} = \text{lower threshold} \times \frac{amp}{100} + base$ $\text{upper value} = \text{upper threshold} \times \frac{amp}{100} + base$	각 falling 에지에 대해 평균된 낮은 임계점에서의 시간-높은 임계점에서의 시간 (그림 1 참조)	*두개의 주요한 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle or saw-tooth waves),), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 덜 예측 가능한 결과.*

파라메터	설명	정의	주의
first 	왼쪽 커서에 수평 축의 값을 나타낸다.	왼쪽 커서의 수평 축 값 (그림. 2 참조)	*왼쪽 커서의 위치를 나타낸다. 커서는 교환 가능하다: 예를 들어, 왼쪽의 커서는 오른쪽 커서의 오른쪽으로 옮길 수 있으며, 첫번째는 전에는 오른쪽, 이제는 왼쪽에 커서의 위치를 준다.*
freq	Frequency: 모든 50% 크로싱 쌍 사이의 시간으로서 측정된 주기적인 신호의 기간. 왼쪽 커서후 첫번째 transition 으로 시작함. 값은 평균화되고 주파수를 내기 위해 역수가 이용된다.	1/*period* (그림 2 참조)	
last 	트리거부터 마지막(가장 오른쪽) 커서까지의 시간.	트리거부터 마지막 커서까지의 시간 (그림. 2 참조)	*오른쪽 커서의 위치를 나타낸다. 커서의 위치는 자유롭게 교환할 수 있다: 예를 들어, 왼쪽의 커서는 오른쪽 커서의 오른쪽으로 옮길 수 있으며, 첫번째는 전에는 오른쪽, 이제는 왼쪽에 커서의 위치를 준다.*
maximum	파형에서의 가장 높은 포인트를 측정한다. *top,*과 다르게, 파형이 두개의 레벨을 가지고 있다고 가정하지 않는다.	커서 사이의 파형에서의 가장 높은 값 (그림. 1 참조)	*시간 도메인 파형이나, 같은 파형 데이터 히스토그램에 적용되면, 비슷한 결과를 낳는다. 하지만 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 acquisition 으로부터 온 기여가 포함된다. 히스토그램의 가장 오른쪽에 있는 non-zero bin 의 수평 축 위치를 계산한다.* maxp.*와 혼동되어서는 안된다.*
mean	타임 도메인 파형을 위한 데이터의 평균. 히스토그램을 위한 분포의 centroid 로 계산된다.	Average of *data* (그림 2 참조)	*시간 도메인 파형이나, 같은 파형 데이터 히스토그램에 적용되면, 비슷한 결과를 낳는다. 하지만 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 획득으로부터 온 기여가 포함된다.*
median 	Base 와 top 값의 평균.	*base* 와 *top* 의 평균(그림. 2 를 참조하라)	

파라메터	설명	정의	주의
minimum	파형에서 가장 낮은 포인트를 측정하라. *base* 와 다르게, 파형이 두 레벨을 가지고 있다고 가정하지 않는다.	커서 사이의 파형에서 가장 낮은 값 (그림 1. 참조)	*시간 도메인 파형 또는 같은 파형의 데이터 히스토그램 또는 시간 도메인의 파형에 적용될 때 비슷한 결과를 낸다. 하지만, 히스토그램으로, 결과는 한 acquisition 이상으로부터 기여를 포함한다.*
over-	Overshoot negative: 진폭의 비율로서, falling 에지를 따르는 overshoot 양.	$\frac{(base - minimum)}{ampl} \times 100$ (그림. 2 참조)	*파형은 적어도 한 개 이상의 falling 에지를 포함해야 한다. 두개의 주요한 레벨(예를 들어, triangle 또는 saw-tooth waves),는 예측 가능한 결과를 주지 않을 것이다.*
over+	Overshoot positive: 진폭의 비율로 명시된 rising 에지를 따르는 overshoot 의 양.	$\frac{(maximum - top)}{ampl} \times 100$ (그림. 1 참조)	*파형은 적어도 한 개 이상의 rising 에지를 포함해야 한다. 두개의 주요한 레벨(예를 들어, triangle 또는 saw-tooth waves),는 예측 가능한 결과를 주지 않을 것이다.*
period	50 % 크로싱 쌍 사이의 시간으로 측정된 주기적인 신호의 기간. 왼쪽 커서 후 첫번째 transition 으로 시작되며, 기간은 최종 결과를 내기 평균화된 값과 함께, 각 transition pair 로 측정된다.	$\frac{1}{Mr}\sum_{i=1}^{Mr}\left(Tr_i^{50} - Tr_i^{50}\right)$ (그림 2 참조)	*여기에서, Mr 은 발견된 주요 에지의 수이다. Mf 는 발견된 trailing 에지의 수이다. Tr_i^x 은 rising 에지 i 가 x % 레벨을 넘을 때의 시간이다. Tf_i^x 은 falling 에지 i 가 x % 레벨을 넘을 때의 시간이다.*
pkpk	Peak-to-peak: 파형에서 가장 높고 가장 낮은 포인트 사이의 차이. Ampl 와는 다르게, 파형이 두 레벨을 가진다고 가정하지 않는다.	*maximum* - *minimum* (그림. 1 참조)	*타임 도메인 파형 또는 같은 파형의 데이터 히스토그램에 적용될 때 비슷한 결과를 낳는다. 하지만, 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 acquisition 으로부터 기여를 포함한다.*
phase	기준신호와 사용된 신호와 분석된 신호 사이의 위상차	신호와 기준신호 사이의 위상차	

<table>
<tr><th>파라메터</th><th>설명</th><th>정의</th><th>주의</th></tr>
<tr><td>points</td><td>커서 사이의 파형에서의 포인트 수</td><td>커서 사이의 포인트 수
(그림 2 참조)</td><td></td></tr>
<tr><td>r20–80%</td><td>Rise 20 % to 80 %: 커서 사이의 rising transition 을 위해 평균된, 80 % to 20 %까지의 펄스 파형의 falling transition 지속 기간</td><td>20–80 % transition 의 평균 지속기간</td><td>두개의 주요한 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle or saw-tooth waves),), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 덜 예측 가능한 결과.</td></tr>
<tr><td>r@level</td><td>Rise at level: transition 레벨 사이의 펄스 파형의 rising 에지 지속 기간</td><td>Transition level 사이의 rising 에지 지속기간</td><td>두개의 주요한 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle or saw-tooth waves),), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 덜 예측 가능한 결과.</td></tr>
<tr><td>rise</td><td>Rise time: 파형의 rising 에지에 두개의 명시된 값 사이의 시간을 측정한다.(10–90 %). 최종 결과를 내기 위해 평가된 각 에지를 위한 Rise times.
<table>
<tr><th colspan="5">ARGUMENTS</th></tr>
<tr><td>Threshold</td><td>Remote</td><td>Lower Limit</td><td>Upper Limit</td><td>Default</td></tr>
<tr><td>Lower</td><td>Low</td><td>1 %</td><td>45 %</td><td>10 %</td></tr>
<tr><td>Upper</td><td>High</td><td>55 %</td><td>99 %</td><td>90 %</td></tr>
</table>
임계점은 rise time 을 계산하기 위해 사용된 각 에지에 두개의 수직 값을 명시한다.
상부와 하부값을 위한 공식:
$\text{lower value} = \text{lower threshold} \times \frac{amp}{100} + base$
$\text{upper value} = \text{upper threshold} \times \frac{amp}{100} + base$</td><td>각 rising 에지에 대해 평균된 상부 임계점에서의 시간- 낮은 임계점에서의 시간
(그림. 1 참조)</td><td>두개의 주요한 레벨을 가지지 않은 신호에서 (예를 들어, triangle or saw-tooth waves),), top 과 base 는 최대와 최소에 디폴트가 될 수 있다. 단 덜 예측 가능한 결과.</td></tr>
</table>

파라메터	설명	정의	주의
rms	커서간 데이터의 Root Mean Square - zero-mean 파형을 위한 *sdev* 와 비슷함	$\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(v_i)^2}$ (그림. 2 참조)	*시간 도메인 파형이나, 같은 파형 데이터 히스토그램에 적용되면, 비슷한 결과를 낳는다. 하지만 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 acquisition 으로부터 온 기여가 포함된다. 여기에서 v_i 은 측정된 샘플 값을 나타내며, N = 은 최대 100 기간까지 에서 발견된 기간내의 데이터 포인트 수.*
sdev	커서간 데이터의 표준 편차- zero-mean 파형을 위한 *rms* 와 거의 같음.	$\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(v_i - mean)^2}$ (그림. 2 참조)	*시간 도메인 파형이나, 같은 파형 데이터 히스토그램에 적용되면, 비슷한 결과를 낳는다. 하지만 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 acquisition 으로부터 온 기여가 포함된다. 여기에서 v_i 은 측정된 샘플 값을 나타내며, N = 은 최대 100 기간까지 에서 발견된 기간내의 데이터 포인트 수.*
t@level	Time at level: 트리거부터(t=0) 명시된 레벨에서의 크로싱까지.	트리거로부터 크로싱 레벨까지의 시간	
top	두개의 가장 probable 한 상태중 높은 것, 낮은 것은 *base;* . 직각 파형의 특성이며, 파형의 데이터 포인트 수의 통계적 분포로부터 결정된 가장 probable 한 상태를 나타냄.	가장 probable 한 높은 상태의 값 (그림. 1 참조)	*시간 도메인 파형이나, 같은 파형 데이터 히스토그램에 적용되면, 비슷한 결과를 낳는다. 하지만 히스토그램을 이용하면, 결과는 한 개 이상의 acquisition 으로부터 온 기여가 포함된다.*
width	데이터 입력에서 50% 크로싱을 점검함으로서 결정된 주기적 신호 폭. 만약 왼쪽 커서 뒤의 첫번째 전송이 rising 에지라면, 파형은 positive 펄스로 구성된 것으로 간주되며, *width* 는 근접 rising 과 falling 사이의 시간이다. 두 경우에서, 모든 파형 펄스의 진폭은 최종 결과를 위해 평균화된다.	모든 비슷한 펄스를 위해 평균된 첫번째 positive 또는 negative 펄스. (그림 1, 2 참조)	*하지만 폭과 다르게, 파라메터가 히스토그램에만 적용된* fwhm 과 비슷함.

제 12 장 . *PC 와 Waverunner 이용하기*

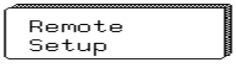
퍼스널 컴퓨터를 이용하여 Waverunner 스코프를 운영할 수 있다.

이번 장에서는, 다음 사항을 다룰 것이다.

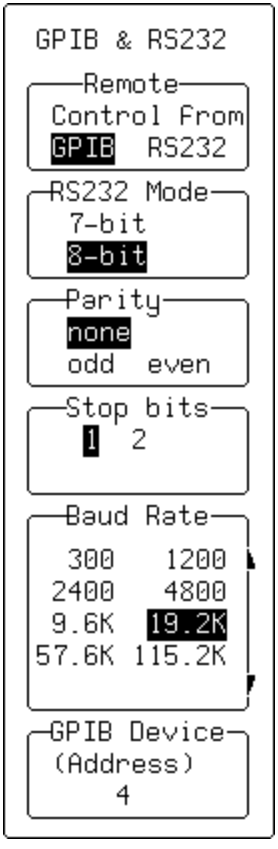
- *스코프로부터 컴퓨터로 파형과 데이터를 전송하기*
- *Waverunner 리모트 컨트롤 운영을 모니터하기*
- *ASCII 로 저장하기*
- *Spreadsheet, MathCad 와 MATLAB 로 Waverunner 이용하기.*

데이터와 이미지를 PC 에 전송하기

오실로스코프의 뒷면에 위치하고 있는 GPIB 나 RS-232-C port 를 이용하여, Waverunner 를 퍼스널 컴퓨터(PC)에 연결한다. 그리고 나서, LeCroy 의 handy ScopeExplorer software(다음 페이지 참조)를 이용하여, 데이터와 이미지를 PC 의 하드 디스크에 저장한다. 동시에, Waverunner 의 원격 조정 도움(Remote Control Assistant)은 모든 원격 조정 커뮤니케이션을 모니터하고 디버그 할 수 있다. (페이지 157를 참조하라). 하지만, 먼저 PC 와의 통신을 위한 스코프를 셋업하기 위해 아래의 절차에 따른다.

1. UTILITIES  를 누르고, 

를 위해  을 누른다.



2. 이러한 메뉴를 이용해서 GPIB 또는 RS232 를 통해 PC 와 통신을 위한 셋업을 한다.

 "**GPIB**" 또는 "**RS232**' 을 선택한다. 이에 따라 다른 메뉴로부터 선택한다.

 **RS232: :** RS232 을 위해 7 또는 8 비트를 선택한다. 위에서 선택된 "**RS232**" 로, GPIB 인터페이스는 "talk-only" 이다. 명령에 의해 스코프는 곧바로 동작한다.

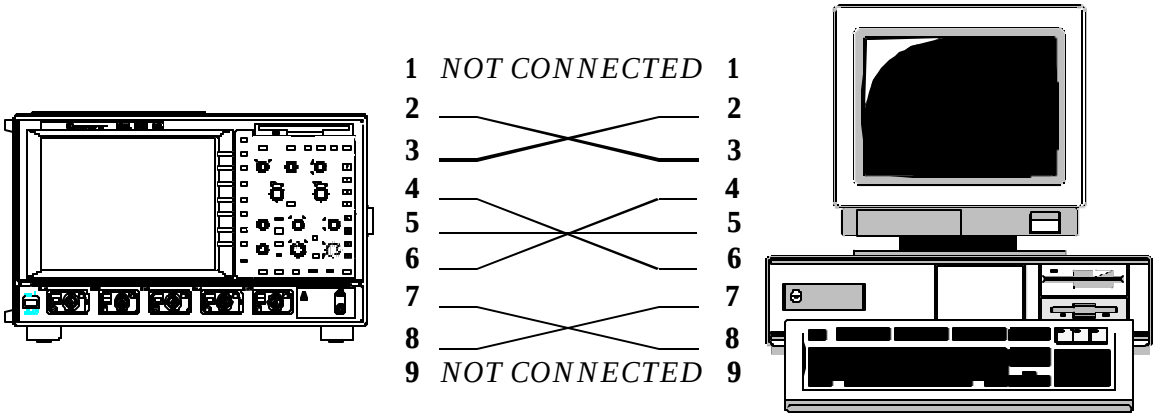
 **RS232:** 적절한 RS232 parity 를 선택한다.

 **RS232:** RS232 을 위해 stop bit 수를 선택한다.

 **RS232:** 노브를 돌려서 RS232 를 위한 Baud Rate 를 설정한다.



 **GPIB:** 누르거나 돌려서 GPIB address 를 선택한다.



Waverunner 를 PC 로 연결하는 RS-232 nine-pin communication 케이블링.

EXPLORE YOUR SCOPE

ScopeExplorer 는 Waverunner oscilloscope 를 윈도우를 운영하는 컴퓨터와 인터페이스하는 실용적이고 사용하기 쉬운 소프트웨어 툴이다. (*먼저 할일 참조*)

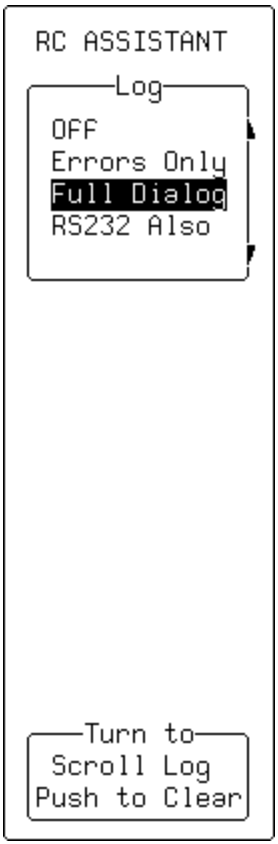
1. 스코프의 rear 패널에 GPIB – GPIB 카드가 설치된 PC 가 필요함- 또는 PC-standard RS-232-C 포트를 이용해서 스코프를 PC 에 연결한다.
2. http://www.lecroy.com/scopeexplorer.에서 무료로 ScopeExplorer 을 다운 받거나, LeCroy 고객 서비스 센터에 문의하라.
3. ScopeExplorer 을 설치하고, Windows 프로그램을 연다. 온라인 help 를 이용하라...
   - Teletype-like 터미널을 이용하여, 컴퓨터로부터 오실로스코프로 표준 원격 조정 명령을 보낸다. 그리고 PC 에 Waverunner 반응을 디스플레이한다.
   - interactive, virtual scope front-panel 를 이용하여 스코프를 컨트롤한다.
   - 명령어의 시퀀스를 파일에서 스코프로 Pipe 하고, 스코프의 response 를 다른 파일로 보낸다. (명령어에 대해서는 *원격 조정 메뉴얼* 참조.)
   - Waverunner 디스플레이의 pixel-for-pixel 사본 PC 로 전송하고, 컴퓨터로부터 보고 인쇄한다. 버튼이나 키를 한번 눌러서, 비트맵(bitmap) 파형 이미지를 모든 윈도우 어플리케이션에 붙일 수 있는, 윈도우 클립 보드(Windows Clipboard)
   - Waverunner 전면판 셋업을 포착하고, 파일이름을 주어 컴퓨터에 저장한다. 그리고 나서 같은 셋업을 복제하기 위해 스코프로 다시 전송할 수 있다.
   - 또한 파형을 PC 로 전송하고, compact LeCroy Binary 포맷 또는 Microsoft 의 Excel 또는 Mathsoft's MathCad 와 같은 PC-기반의 분석 제품과 호환 가능한 ASCII 버전으로 저장한다. (페이지 168 참조).

REMOTE CONTROL 운영을 모니터하기

GPIB 와 RS232 를 통해 받은 remote 명령어를 자동으로 모니터할 수 있는 Waverunner Remote Control (RC) Assistant 을 이용한다. RC Assistant 는 PC 와의 통신을 디버그하는데 도움을 준다. 활성화 시키면, 오실로스코프와 PC 사이의 대화 상자를 표시한다. 통신 에러가 발생하면, "Remote Control: problem detected and logged" 추가 메시지가 나온다..

1. UTILITIES  을 눌러 UTILITIES 메뉴가 화면에 보이게 한다.

2. Special Modes 을 위해  을 누르고, Remote Ctrl. Assistant 를 위해  을 누른다.



다음의 메뉴가 나타날 것이다.

3. 다음 중 하나를 선택하기 위해 top two 메뉴 버튼 중 하나를 누른다:

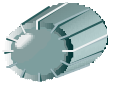
"**Off**" - RC Assistant 는 모든 remote 명령어를 포착하지 않는다.

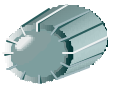
"**Errors Only**" – 리모트 컨트롤 포트로부터 받은 잘못된 또는 불완전한 명령어만 디스플레이한다. (power-on 뒤에 디폴트).

"**Full Dialog**" – 리모트 컨트롤 포트로부터 받은 모든 리모트 명령어를 포착하고, 선이 "선입 선출(first–in, first–out") 에 근거하여 덮어 쓰여진 후, dialog 의 100 선을 보여준다.

"**RS232 Also**" – full dialog 를 log 하고, RS-232 포트에 연결된 기록 장치로 이것을 보낸다. 이것이 사용되면, 명령어는 GPIB 포트를 통해서만 받을 수 있다.

(*원격 조정 메뉴얼에서*, 명령어 `COMM_HELP` and `COMM_HELP_LOG` 도 참조.)





4. 이 노브를 돌려서, log scrolling 을 작동시킨다; 이 버튼을 눌러서 log 를 완전히 깨끗이 한다.

ASCII 타입으로 파형 저장하기

파형을 Waverunner 내부 메모리(M1, M2, M3 or M4)에 저장할 때, LeCroy 의 특별한 바이너리 포맷으로 저장한다. 하지만, 플로피 디스크, PC 메모리 카드 또는 하드 디스크 카드와 같은 휴대용 저장 장치에 ASCII 에 파형을 저장할 수도 있다. 그리고 나서 스프레드 시트나 MATH 소프트웨어를 위해 데이터를 PC 에 전송할 수도 있다.

이렇게 하면서, LeCroy 바이너리 파일 디스크 공간의 10 배에서 20 배를 필요로 하는 아웃풋 파일을 만들 수 있다. ASCII 로 저장될 때, 메가바이트의 레코드는 대략 13–15 MB 를 차지한다. 그리고 ASCII 파형은 스코프로 다시 불러올 수 없다.

WaveRunner 는 파형을 다음의 세가지 ASCII 포맷 중 한가지로 저장한다: Spreadsheet, MathCad 와 MATLAB. 다음의 표는 세가지 포맷의 기본적 레이아웃에 대해 요약하였다. 다음 페이지에서는 각 포맷의 이용법에 대한 각각의 예들에 이어, ASCII 타입으로 어떻게 저장할 것인지 알게 될 것이다.

FORMAT	HEADER *포맷에는 데이터 전에 일부 형태의 header 를 포함한다*	TIME VALUES *포맷은 각 진폭값과 함께 시간값을 저장한다.*	AMPLITUDE VALUES *포맷은 진폭값을 저장한다.*	SEQUENCE TIMES *Header 는 각 시퀀스 segment 각각의 시퀀스 시간 정보를 포함한다.*	MULTI-SEGMENT *포맷은 시퀀스 파형의 다중 segment 를 연결한다.*	DUAL ARRAY *포맷은 저장 될 dual-array 데이터를 허용한다. (Extrema 또는 complex FFT)*
Spreadsheet	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
MathCad	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
MATLAB	No	No	Yes	No	Yes	No

오류! 연결이 잘못되었습니다.

3. **그리고 나서 이들 메뉴와 다음 페이지에 나오는 메뉴를 이용하여 표시된 파형을** ASCII **데이터 포맷으로 저장장치에 저장한다.**

"ASCII"를 선택한다.

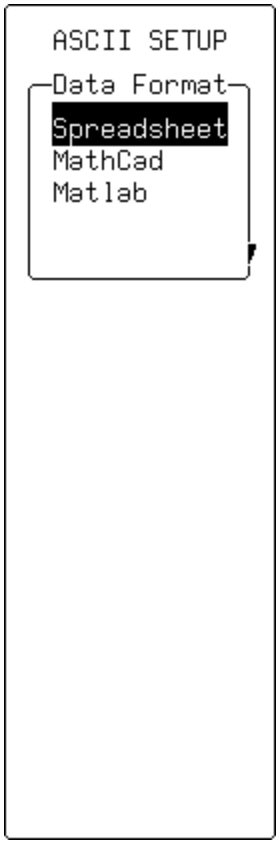
다음 페이지에 나온 메뉴들에 엑세스해서 원하는 ASCII **포맷을 위한 셋업을 한다.**

자동 저장 특성을 선택하거나 끈다: "Wrap" 을 누르면, 선입 선출 기반으로 가장 오래된 파일을 버리면서, 계속 저장한다. "Fill" 을 누르면, 저장 장치가 찰 때까지 저장한다.

마지막으로, 아래의 메뉴를 이용하여 휴대용 저장에 파형을 저장한다.

디스플레이 할 파형이 저장될 메모리를 선택한다.

파형이 저장될 저장 장치를 선택한다: 플로피 디스크 ("Flpy") 는 모든 Waverunner **모델에서 디폴트로 되어 있으며, 뒷면의** PC **카드 슬롯에 있는** PC **메모리 카드 또는 하드 디스크("Card") 는 옵션이다.**



전 페이지에 나온 메뉴에서 Setup ASCII Format **을 선택하면 이 메뉴가 나타난다**.

ASCII **포맷을 선택한다**.

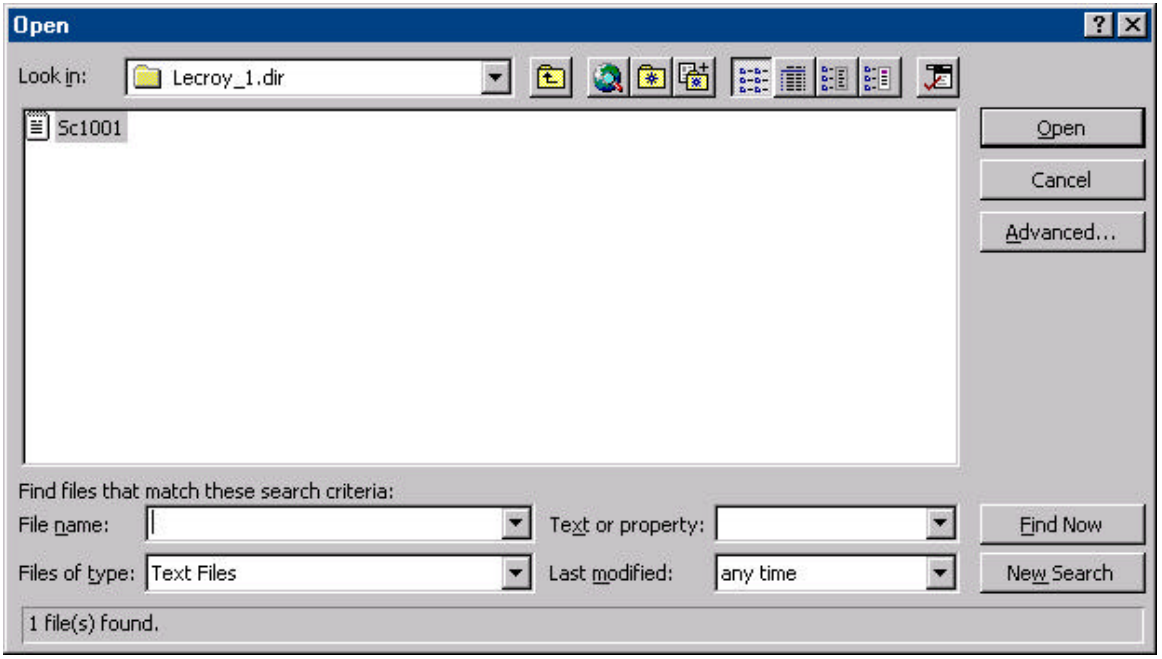
RETURN

STORE W'FORM **메뉴로 돌아가서 다른 선택을 한다**.

ASCII 포맷을 이용하기

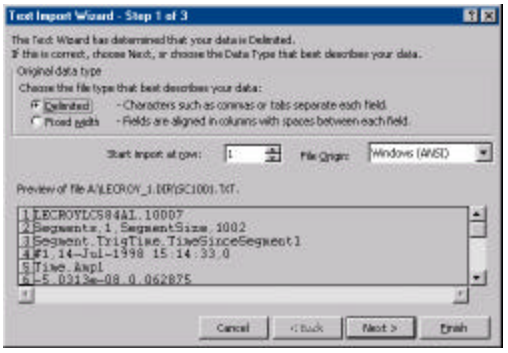
스프레드 시트에 저장하기

Spreadsheet 포맷으로 Microsoft Excel 에 저장된 파형을 읽기 위해, : File -> Open dialog 을 이용한다...

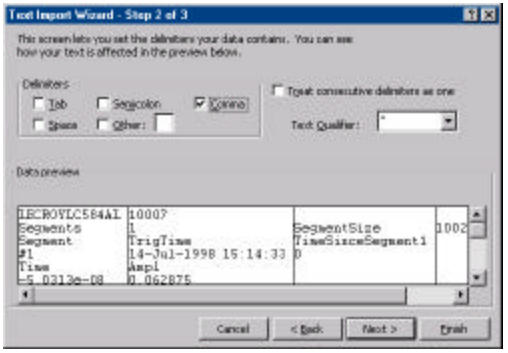


Excel 의 Text Import Wizard 가 파일을 열기 위한 기본적인 방법을 제시할 것이다.

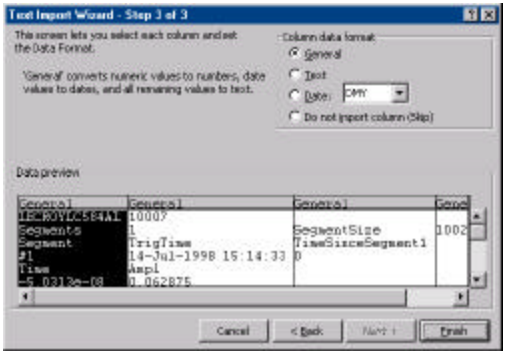
1. **Delimited**를 선택한다.



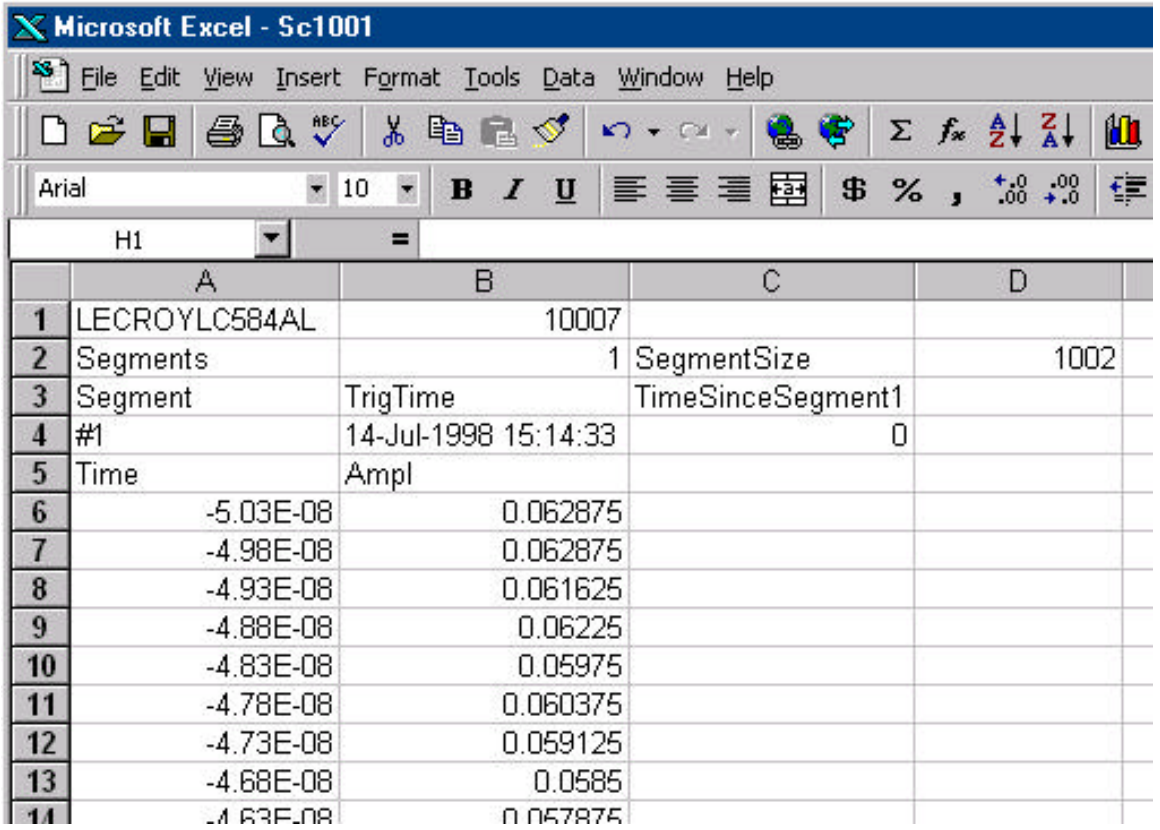
2. **열의** data **를 구분할 수 있도록**, WaveRunner **에서 만들어진** Spreadsheet **포맷**. delimiter **로** **Comma** **을 선택한다**.



3. **세번째와 마지막 절차는** column **의 포맷을 규정하도록 해준다.** **General** Column **데이터 포맷을 이용한다** (**디폴트**).



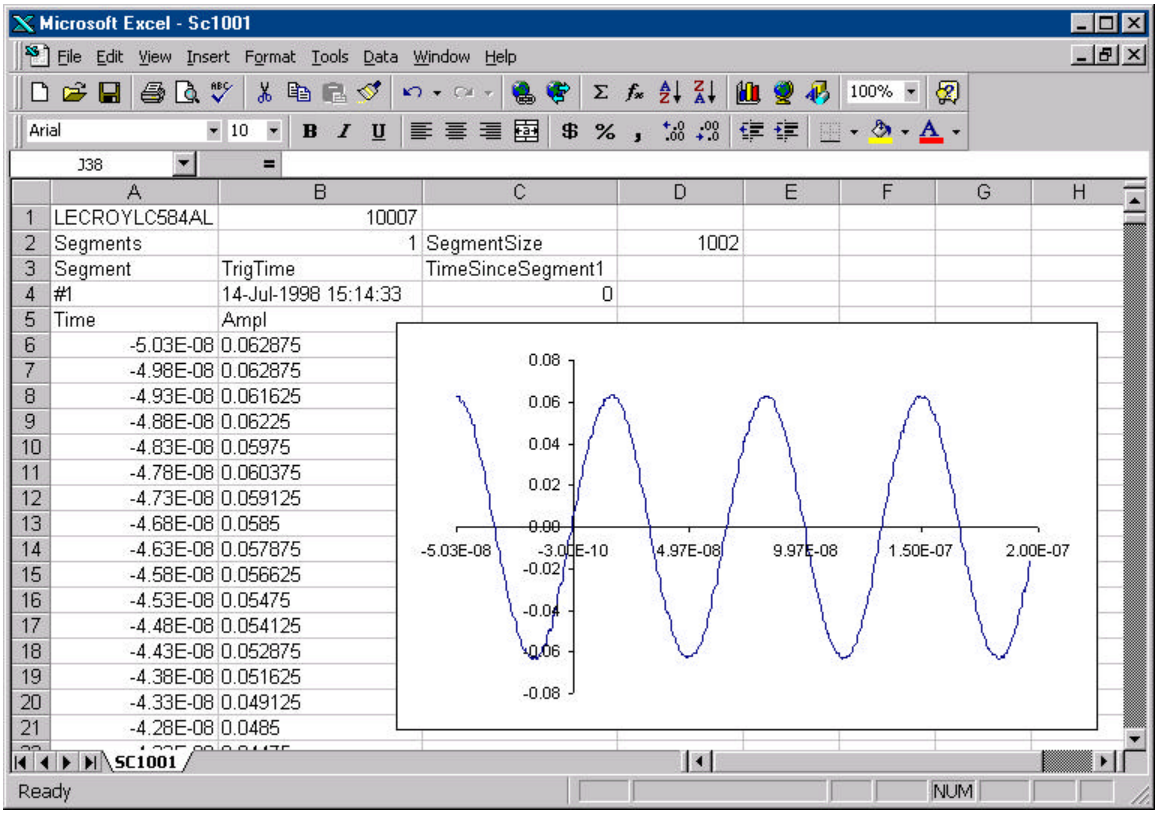
4. **Finish**버튼을 클릭한다: 이것과 비슷한 디스플레이가 나타나야 한다:



	A	B	C	D
1	LECROYLC584AL	10007		
2	Segments	1	SegmentSize	1002
3	Segment	TrigTime	TimeSinceSegment1	
4	#1	14-Jul-1998 15:14:33	0	
5	Time	Ampl		
6	-5.03E-08	0.062875		
7	-4.98E-08	0.062875		
8	-4.93E-08	0.061625		
9	-4.88E-08	0.06225		
10	-4.83E-08	0.05975		
11	-4.78E-08	0.060375		
12	-4.73E-08	0.059125		
13	-4.68E-08	0.0585		
14	-4.63E-08	0.057875		

SPREADSHEET 에서 파형 PLOT 하기

파형으로부터의 데이터를 plot 하려면 처음 두 번째 column 의 데이터에 기반한 scatter plot 을 필요로 하며, 이때 첫번째 column 은 X 값으로 사용된다(본 예에서 줄 6 으로부터):



	A	B	C	D
1	LECROYLC584AL	10007		
2	Segments	1	SegmentSize	1002
3	Segment	TrigTime	TimeSinceSegment1	
4	#1	14-Jul-1998 15:14:33	0	
5	Time	Ampl		
6	-5.03E-08	0.062875		
7	-4.98E-08	0.062875		
8	-4.93E-08	0.061625		
9	-4.88E-08	0.06225		
10	-4.83E-08	0.05975		
11	-4.78E-08	0.060375		
12	-4.73E-08	0.059125		
13	-4.68E-08	0.0585		
14	-4.63E-08	0.057875		
15	-4.58E-08	0.056625		
16	-4.53E-08	0.05475		
17	-4.48E-08	0.054125		
18	-4.43E-08	0.052875		
19	-4.38E-08	0.051625		
20	-4.33E-08	0.049125		
21	-4.28E-08	0.0485		

스프레드시트를 위해 만들어진 헤더(header)는 시퀀스 파형으로부터 다양한 요소를 추출하기 위해 필요한 모든 정보를 포함하고 있다. 다음의 식을 이용하여 주어진 segment 의 데이터 start row 와 end row, 또는 주어진 segment 의 트리거 시간과 같은 정보를 추출한다:

SegmentStartRow := (*DesiredSegment* * D2) + B2 + 5

SegmentEndRow := *SegmentStartRow* + D2 -1

TrigTime = INDIRECT(ADDRESS(*DesiredSegment* +3;2;4))

TimeSinceFirstTrig = INDIRECT(ADDRESS(*DesiredSegment* +3;3;4))

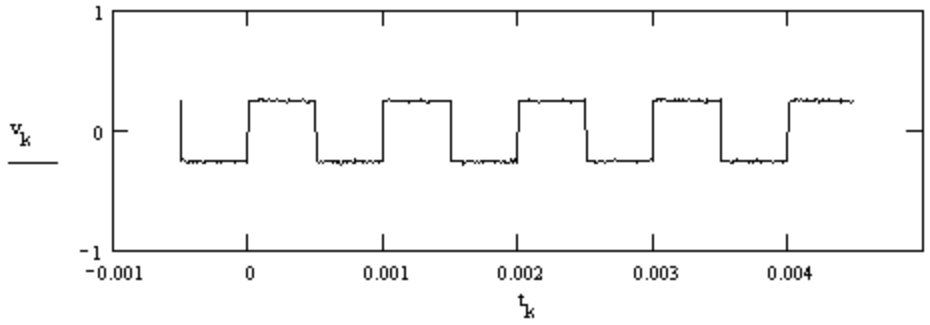
Scatter plot 을 이용하여 모든 segment 로부터 데이터를 Plot 하면 시퀀스 trace 의 WaveRunner 의 persistence 디스플레이처럼, 모든 segment 가 덮여질 것이다.

MATHCAD 이용하기

윈도우를 위한 MathSoft 의 MathCad 를 이용하여 이러한 예가 만들어진다. 본 페이지에 나온 것은 single segment 를 위해 파일을 읽고 그리는 절차이다; 168 페이지에 나온 예는 multiple segments 상태에서 포착한 예이다.

이 **single-segment** 예 는 MathCad 버전 3.1 에서 7 까지 적용된다:

```
A := READPRN(file)
K := last(A^<0>)
A := submatrix(A, 2, K, 0, 1)      Create a submatrix containing data but no header
t := A^<0>                         Extract time vector
v := A^<1>                         Extract amplitude vector
K := last(t)                       Determine index of last point
k := 0 .. K – 1                    Create a ramp
```



이 multi-segment MathCad 예 는 주어진 segment **에서 데이터를 어떻게 추출하는지 보여준다. 데이터는 각각 세가지 샘플들의 두가지** segment **로 구성되어 있으며, 불러온 전체 메트릭스**(matrix)**가 다음과 같이 보여지게 한다.**:

Read data from file

$a := READPRN(sc1000)$

$$a = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 0 \\ 2 & 999 \\ 1 & 1 \\ 1.1 & 2 \\ 1.2 & 3 \\ 1 & 1.1 \\ 1.1 & 2.1 \\ 1.2 & 3.1 \end{bmatrix}$$

Extracting the first segment only (or only segment if not sequence trace)

$n := \langle 1 + a_{0,0} \rangle .. \langle a_{0,0} + a_{0,1} \rangle$

$m := 0 .. 1$

$firstseg_{n-1-a_{0,0},m} := a_{n,m}$

n

3
4
5

$$firstseg = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1.1 & 2 \\ 1.2 & 3 \end{pmatrix}$$

Extracting a given segment

$numsegments := a_{0,0}$ Total number of segments in trace

$seglen := a_{0,1}$ Number of samples in each segment

$segment := 0$ Desired segment number

$segstart := 1 + numsegments + segment \cdot seglen$ Index of first point in segment

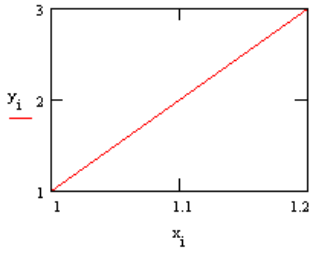
$segend := segstart + seglen - 1$ Index of last point in segment

$segtime := a_{segment+1,1}$ Segment trigger time

$x := a^{\langle 0 \rangle}$

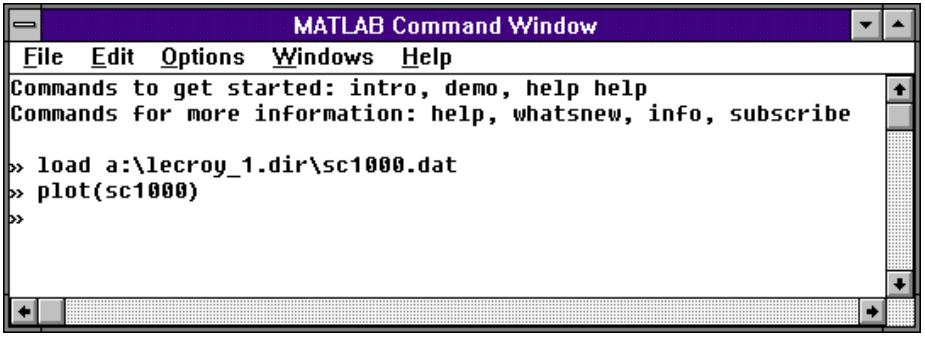
$y := a^{\langle 1 \rangle}$

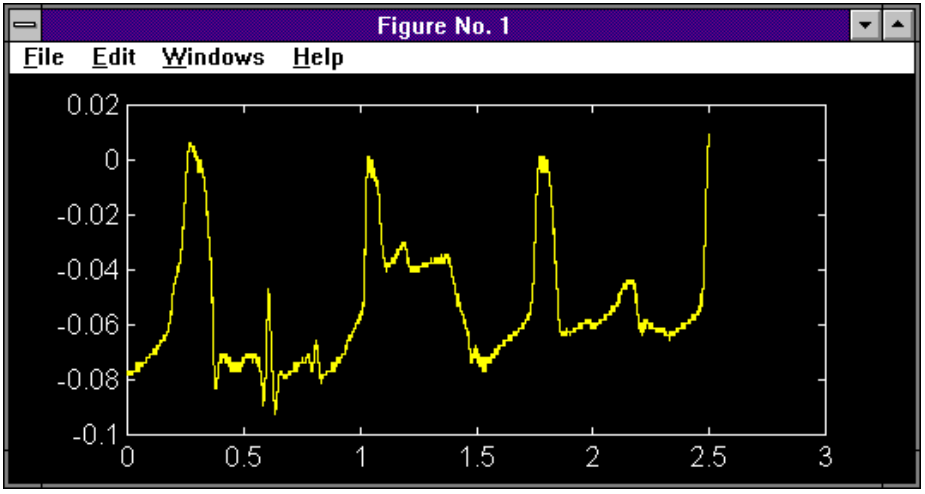
$i := segstart .. segend$



MATLAB 이용하기

이 예는 윈도우를 위한 MathWork **의** MATLAB **버전** 4.2c.1 **를 이용해서 만들어졌다. 두개의 간단한 명령어를 이용해서,** MATLAB **에서 파형을 읽고 그릴 수 있다: 첫번째 명령어는, 파일 뒤 자동으로 이름 지어진 메트릭스로 파일을 로드한다(명령창); 두번째는 이 메트릭스를** plot **한다** ("Figure No. 1"):





MATLAB **포맷은 간단하다**: **헤더**(header) **정보를 가지고 있지 않으며, 진폭값만 가지고 있다.** Multiple segments **는** separator **없이 붙여질 것이다.** dual-array **에 나타난 진폭 값 한쌍으로부터의 한 값만 저장될 것이다.**.

계기 구성 개요(Instrument Architecture Overview)

PROCESSORS
Waverunner 중앙처리장치(CPU)로 사용되는 PowerPC™ 마이크로프로세서는 오실로스코프의 계산과 작동을 통제한다. 다양한 주변 장치 인터페이스를 이용하여, 원격으로 통제하고, 파형과 여타의 데이터를 저장하고, 하드 카피를 만들 수 있다. 지원 프로세서는 계속해서 전면판 컨트롤을 모니터한다. Waverunner 는 직접적인 파형 디스플레이를 위해 데이터를 전송하거나, 빠른 데이터 프로세싱을 위해 이것을 참조 메모리에 저장할 수 있다.

ADCS
각 Waverunner 채널은 8 비트 아날로그-디지털 컨버터(ADC)를 가지고 있다. 계기의 ADC 구성은 최고의 진폭과 위상 관계, 최대 아날로그-디지털 전환 기능, 긴 레코드 길이와 월등한 시간 resolution 을 제공하도록 고안되었다.

메모리(MEMORIES)
Waverunner acquisition 메모리는 큰 시간 간격에 대해 자세한 분석을 할 수 있게 해주는 파형 레코드를 생성함으로서 신호 포착을 쉽게 해준다. 임시 저장용으로 4 개의 메모리가 있고, 파형 zooming 과 프로세싱에 사용되는 메모리가 4 개 더 있다.

RIS
Waverunner 오실로스코프는 25 GS/s 의 최대 Random Interleaved Sampling (RIS) 속도로 반복적인 신호를 포착하고 저장한다. 이러한 진보된 디지털 기술로 인해 100 ps 의 유효 샘플링 간격을 가진 반복 신호를 측정할 수 있게 해주며, 10ps 까지의 측정 resolution 도 가능케 한다.

트리거 시스템(TRIGGER SYSTEM)
파형의 특성과 선택된 트리거 상태에 따라, Waverunner 트리거링을 매우 전문화된 수준으로 컨트롤 할 수 있다. 트리거 소스는 입력 채널, 선(스코프의 주요 입력 서플라이로 동조된), 또는 외부에서 입력되는 클럭이 될 수 있다. 커플링은 AC, LF REJect, HF REJect, HF 와 DC 에서 선택할 수 있다; positive 와 negative 로부터의 슬로프. Waverunner SMART 트리거는 특별한 트리거 상태와 여러 상태에 맞추어진 다양한 범위의 전문화된 트리거 모드를 제공한다.

자동 교정(AUTOMATIC CALIBRATION)

Waverunner 자동 교정은 대개 full scale 의 1 % 의 총 수직 정확성을 보장한다. 수직 gain 과 offset 교정과 수평(시간) 해상도는 당신이 전압을 division 세팅 마다 변경할 때 발생한다. 주기적이고, 온도-dependent 자동-교정은 현재 세팅에서 장기적인 안정성을 보장한다.

디스플레이 시스템

푸시 버튼과 노브를 이용해서 디스플레이의 인터렉티브, 사용자-친화적인 인터페이스를 컨트롤 할 수 있다. 8 개의 개별적인 그리드에 한번에 8 개까지의 다른 파형을 디스플레이한다. 신호 포착을 제어하는 파라메터도 동시에 보고 된다. Waverunner 디스플레이는 내부 상태와, 측정 결과 뿐만이 아니라 운영적인, 측정과 파형-분석 메뉴를 보여준다.

8.4-인치 칼라 평판(flat-panel) TFT-LCD 스크린은 진보된 색 관리를 이용하여, 파형과 데이터를 보여준다. Overlap-mixing 과 contrast-enhancement 기능으로 인해, 겹쳐진 파형은 항상 뚜렸하다. 르크로이에서 설정한 색상을 사용하거나, 사용자가 임의의 색상을 각 채널과 바탕에 사용할 수 있다.

Analog Persistence 기능은 디지털 기술의 모든 이점을 가지고, 아날로그 계측기의 디스플레이 특성도 제공해준다. Full Screen 기능은 파형 그리드를 확장시켜 전체 화면을 채운다.

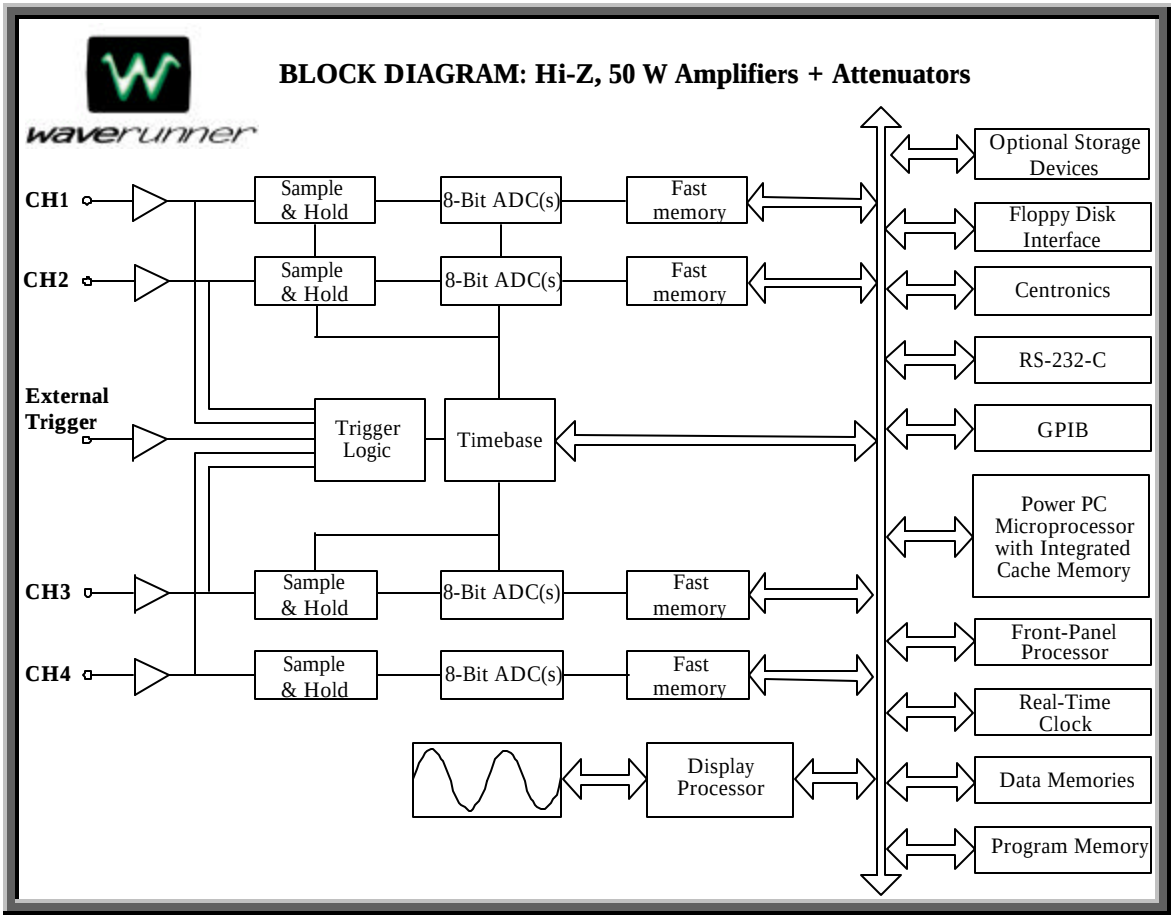
전면판 PRINT SCREEN 버튼을 눌러서 스크린의 하드카피를 쉽게 사용할 수 있다.

인터페이스와 패널 셋업

Waverunner 는 진정한 디지털 계측기이지만, 전면판 레이아웃과 컨트롤은 아날로그 오실로스코프와 비슷하다. 고 해상도의 화면에 파형의 즉각적인 표시와 빠른 응답은 이러한 인상을 더해준다. 4 개의 전면판 셋업을 내부적으로 저장하여 직접 또는 원격 조정으로 불러올 수 있으므로, 빠른 전면판 설정을 보장한다. 파워를 끄면, 현재의 전면판 셋업은 다음에 파워 넣을 때 불러올 수 있도록 자동적으로 저장된다.

원격 조정(REMOTE CONTROL)

Waverunner 는 또한 자동화된 테스팅과 컴퓨터-지원되는 측정 어플리케이션에 원격 컨트롤 작동을 위해 고안되었다. 장비 뒷면에 위치한 공업 표준 GPIB (IEEE-488) 와 표준 RS-232-C 포트를 통해, 커서와 펄스 파라메터 세팅, 전면판 세팅의 실시간 수정과 디스플레이 조직을 포함하여 전체 측정 과정을 조정할 수 있다. 본 메뉴얼의 제 12 장 *PC 와 Waverunner 이용하기와 원격 조정 메뉴얼(Remote Control Manual)*을 참조.


BLOCK DIAGRAM: Hi-Z, 50 W Amplifiers + Attenuators
waverunner
CH1
CH2
CH3
CH4
External Trigger
Sample & Hold
8-Bit ADC(s)
Fast memory
Trigger Logic
Timebase
Display Processor
Optional Storage Devices
Floppy Disk Interface
Centronics
RS-232-C
GPIB
Power PC Microprocessor with Integrated Cache Memory
Front-Panel Processor
Real-Time Clock
Data Memories
Program Memory

사양

주의: 사양은 공지 없이 변경될수도 있다. 가장 최근의 정보를 얻으려면, LeCroy 사무실에서 구할 수 있는 최근의 데이터 시트(data sheets)를 참조하시오,

모델

Waverunner LT342/LT322 Series: Two channels

Waverunner LT344/LT244 Series: Four channels

ACQUISITION SYSTEM

Bandwidth (-3dB): LT342/LT344/LT322: 500 MHz; LT224: 200 MHz. Bandwidth @ 50 Ω and at probe tip with PP006. Bandwidth Limiter at 25 MHz (LT224), and 25 MHz and 200 MHz (other models), can be selected for each channel

Input Impedance: 50 Ω ± 1.0 %; 1 MΩ ± 1.0 % // 12 pF typical (using PP006 probe)

Input Coupling: 1 MΩ: AC, DC, GND; 50 Ω: DC, GND

Max Input: 50 Ω: 5 V rms; 1 MΩ: 400 V max (peak AC ≤ 5 kHz + DC)

Single Shot Sampling Rate: LT342/LT344: 500 MS/s; LT224/LT322: 200 MS/s

Acquisition Memory: LT342/LT344: 250 000 points per channel; LT224/LT322: 100 000 points per channel; 1 M points per channel on L models

Vertical Resolution: 8 bits

Sensitivity: 2 mV–5 V/div fully variable; 10 V/div

DC Accuracy: ± 1.5 % (0.5 % of full scale)

Offset Range:

- 2 mV–50 mV/div: ± 1 V
- 100 mV–500 mV/div: ± 10 V
- 1 V–10 V/div: ± 100 V

ACQUISITION 모드			
모드	TIMEBASE 셋팅	최대 속도	설명
Single Shot	10 ns to 1000 s/div	500 MS/s	One ADC per channel
	20 ns to 1000 s/div (LT224)	200 MS/s (LT224)	
Repetitive	1 ns to 5 µsec/div	25 GS/s	Random Interleaved Sampling (RIS)
	1 ns to 10 µsec/div (LT224)		

Sequence			
LT342/LT344	2–1000 segments	500 MS/s	Segmented acquisition 메모리의 time stamp 로 Multiple Events 를 저장한다.
LT224/LT322	2–400 segments	500 MS/s 200 MS/s (LT224)	Segmented acquisition 메모리의 time stamp 로 Multiple Events 를 저장한다.
LT342L/LT344L	2–4000 segments	500 MS/s	Segmented acquisition 메모리의 time stamp 로 Multiple Events 를 저장한다.
Roll	≤ 500 000 pts: 500 ms–1000s/div	100 ks/s	Slow 타임 베이스와 사용될 때 파형은 디스플레이를 천천히 가로지른다.
	≥ 500 000 pts: 1 s–1000 s/div		

TIMEBASE 시스템
Timebases: Main and up to four zoom traces simultaneously
Time/Div Range: 1 ns/div to 1000 s/div
Clock Accuracy: ≤ 10 ppm
Interpolator Resolution: 5 ps
External Clock: LT342/LT344/LT322: ≤500 MHz; LT224: ≤ 200 MHz; 50 Ω, or 1 MΩ impedance

TRIGGERING 시스템
Modes: NORMAL, AUTO, SINGLE and STOP
Sources: Any input channel, External, EXT 10 or line; slope, level, coupling unique to each except line.
Coupling Modes: DC, AC, HF, HFREJ, LFREJ (reject frequency 50 kHz typical)
Pre-Trigger Recording: 0–100 % of horizontal time scale
Post Trigger Delay: 0–10 000 divisions
Holdoff by Time or Events: Up to 20 s or from 1 to 99 999 999 events
Internal Trigger Range: ± 5 div
Maximum Trigger Frequency: Up to 500 MHz with HF coupling

 External Trigger Input: ±0.5 V, ±5 V with Ext 10; max input 은 input channels 과 같다.

SMART TRIGGER 형태

Signal 또는 pulse width: 2 ns 까지 글리치 트리거. 펄스 폭은 < 2.5 ns 에서 20 s 사이에서 선택할 수 있다.

Signal interval: 인터벌의 트리거는 10 ns 에서 20 s 사이에서 선택할 수 있다.

TV: Triggers on line (up to 1500) and field 1 or 2 (odd or even) for PAL (SECAM), NTSC, or non-standard video.

State/Edge qualified: 주어진 상태(또는 transition)이 다른 소스에 발생하면, 인풋 소스에만 트리거한다. 소스 사이의 연기는 이벤트의 수 또는 시간에 의해 선택할 수 있다.

Dropout: 입력 신호가 25 ns 에서 20 s 사이에 선택된 time 에서 신호가 입력되지 않을 때 트리거한다.

AUTOSETUP

다양한 범위의 반복적인 신호를 디스플레이하기 위해 timebase, trigger 와 sensitivity 를 자동으로 설정한다.

Vertical Find: 선택된 Input 신호를 위해 sensitivity 를 자동으로 설정한다.

PROBES

Model PP006: PP006 with auto-detect: 10:1, 10 MΩ; one probe per channel

Probe System: ProBus Intelligent Probe System 은 active, high-voltage, current 와 differential probes, differential amplifiers 를 지원한다.

COLOR WAVEFORM DISPLAY

Type: Color 8.4-inch flat-panel TFT-LCD with VGA, 640 x 480 resolution

Screen Saver: Display blanks after 10 minutes

Real Time Clock: Date, hours, minutes, and seconds displayed with waveform

Number of Traces: Maximum eight on LT344, LT224 Series, six on LT342, LT322 Series; simultaneously display channel, zoom, memory, and math traces

Grid Styles: Single, Dual, Quad, Octal, XY, Single+XY, Dual+XY; Full Screen gives enlarged view of each style

Waveform Display Styles: Sample dots joined or dots only —regular or bold

아날로그 PERSISTENCE 디스플레이

Analog Persistence and Color Graded Persistence: Variable saturation levels; 각 trace

의 persistence 데이터를 메모리에 저장한다.
Trace Display: Opaque or transparent overlap

ZOOM EXPANSION TRACES
Style: 4 zoom trace 까지 디스플레이
Vertical Zoom: Up to 5x expansion, 50x with averaging
Horizontal Zoom: Expand to 2 pts/div, magnify to 50 000x
Autoscroll: 포착된 신호를 자동으로 스캔하고 디스플레이한다.

빠른 신호 프로세싱
Processor: 96 MHz Power PC

LT342/LT322	LT344/LT224	LT342L	LT344L
16 MBYTES	16 MBYTES	32 MBYTES	32 MBYTES
모든 모델에 64 MBYTE 시스템 메모리 옵션			

내부 파형 메모리
파형: M1, M2, M3, M4; acquisition memory 와 같은 메모리 길이
Zoom and Math: A, B, C, D; acquisition memory 와 같은 메모리 길이
Memories M1–4 and A–D store full-length waveforms with 16 bits/data point

SETUP STORAGE
For front panel and instrument status: 4 개의 비휘발성 메모리와 플로피 드라이브가 표준; 하드 드라이브와 메모리 카드는 선택적임

MATH TOOLS
4 개까지의 MATH 프로세싱 기능을 동시에 수행함; trace 는 MATH 를 수행하기 위해 서로 연결될 수 있음. 표준 기능: add, subtract, multiply, divide, negate, identity, summation, averaging to 1000 sweeps, ERES low-pass digital filters for 11-bit vertical resolution, FFT of 50 kpoint waveforms, Extrema for displaying envelope roof and floor, physical units, rescale (with units), sin x/x, resample (deskew).

측정 툴(MEASURE TOOLS)

커서 측정(Cursor Measurements):

- **상대 시간(Relative Time: 두개의 화살표 모양 커서는 ± 0.05 % full scale 의 해상도로 서로에 대한 시간과 전압 차이를 측정한다.**
- **Relative Amplitude (Voltage): 두개의 수평 bar 는 ± 0.2 % fs 해상도에서 전압차이를 측정한다.**
- **Absolute Time: 조준용 십자선(cross-hair) 표시기는 그라운드에 대해 트리거와 전압에 대한 시간을 측정한다.**
- **Absolute Amplitude (Voltage): 수평 참조 선 커서는 그라운드에 대한전압을 측정한다.**

Automated Measurements: 5 **개의 파라메터를 평균**, **최고값**, **최저값과 표준 편차와 함께 디스플레이한다**.

Pass/Fail: 선택한 임계점에 대해 5 **개의 파라메터를 테스트한다**. **한계 테스팅은 스코프나** PC **에 만들어진** mask **를 이용하여 수행된다**. **하드카피 출력**, **메모리** GPIB SRO **에 파형 저장하기**, **또는** pulse out **과 같은 기능을 시작하기 위해** pass/fail **상태를 셋업한다**.

확대된 MATH 와 측정 옵션(EXTENDED MATH AND MEASUREMENTS OPTION)

범용의 어플리케이션을 위해 MATH **와 진전된 측정을 더한다**. MATH **툴을 확장되어**, **모든 기본적인** MATH, integration, derivative, log **와 지수(밑이** e **이거나** 10), square, square root, absolute value, trend **기능과 이용할 때** data log **를 포함한다**.

WAVEANALYZER OPTION

MATH **프로세싱을 더하여** FFTs of 1 Mpoint waveforms, power spectrum density, spectrum averaging, waveform averaging to one million sweeps, continuous averaging, waveform histograms **과** histogram parameters **를 포함한다**. Extended Math **와** Measurement option **을 포함한다**.

특별한 어플리케이션 솔루션(SPECIAL APPLICATION SOLUTIONS)

Jitter and Timing Analysis (JTA): 증가된 정확성으로 Precision cycle-to-cycle **타이밍 측정**, persistence traces **에 히스토그램**, persistence to waveform tracing and full statistical analysis.

PowerMeasureä **: 전원 변환 엔지니어를 위한 완벽한 솔루션**. **전압과 전류의** timing deskew **과 전기단위에의** rescale **을 포함한다**.

INTERFACE

Remote Control: Full control via GPIB and RS-232-C*

Floppy Drive: Internal, DOS-format, 3.5" high-density

PC Card Slot: 메모리와 하드 드라이브 카드 지원함

External Monitor Port: 15-pin D-Type VGA-compatible*

Centronics Port: Parallel printer interface*

Internal graphics printer (optional): 25 mm/s max, 112 mm paper width; provides hardcopy output in <10 seconds

 * 3 m **이하의** Shielded cables **은** EMC Directive 89/336/EEC **에 부합해야 함**.

OUTPUTS

Calibrator signal: 500 Hz–1 MHz square wave, –1.0 to +1.0, test point, and ground lug on front panel

Control signals: Choice of trigger ready, trigger out, or Pass/Fail status; TTL levels into 1 MΩ at rear panel BNC (output resistance 300 Ω ± 10 %)

 **GENERAL**

작동 상태: 온도: 5-40° C; **습도** 80% RH max (non-condensing) at 40° C; **높이** ≤ 2000 m

충격과 진동: 3 **등급** MIL-PRF-28800F **의 선택된 부분에 맞춤**

전원 요건(Requirements): 90–132 V AC and 180–250 V AC; 45–66 Hz; automatic AC voltage selection; Power dissipation: 230 VA max

치수(HWD): 210 mm x 350 mm x 300 mm (8.3" x 13.8" x 11.8"); **높이는 스코프의** feet **를 배제함**.

무게: 8 kg (18 lbs)

보증과 교정: 3 **년**; **매년 교정할 것을 권함**

증명서: CE, UL **와** cUL

CE 의 적합성 선언: 오실로스코프는 전자기 호환성을 위한 EMC Directive 89/336/EEC **와**, **상품 안전을 위한** Low Voltage Directive 73/23/EEC **의 규정을 준수하였다**.

- EMC Directive — EN61326-1: 1997
  측정, **제어와 실험실 사용을 위한 전기 기기의** EMC **요건**

➢ **전자기 방출**:

EN55011: 1991, Class A	Radiated and conducted emissions
EN61000-3-2: 1995	Harmonic Current Emissions
EN61000-3-3: 1995	Voltage Fluctuations and Flickers

경고: 이것은 A 등급 제품이다. 가정 환경 내에서, 이 제품은 라디오 간섭을 초래할 수도 있으며, 이러한 경우 사용자는 적절한 대책을 취해야 함.

➢ **전자기 면역**:

ENV 50204: 1995	900 MHz Keyed Carrier RF Field
EN 61000-4-2: 1995	Electrostatic Discharge
EN 61000-4-3: 1996*	RF Radiated Electromagnetic Field
EN 61000-4-4: 1995*	Electrical Fast Transient/Burst
EN 61000-4-5: 1995*	Surges
EN 61000-4-6: 1996*	RF Conducted Electromagnetic Field
EN 61000-4-8: 1994	Power Frequency Magnetic Field
EN 61000-4-11: 1994**	Mains Dips and Interruptions

*** 성능 기준(Performance Criteria) "B" limits 을 충족시킴 — 어떤 테스트 레벨에서, 교란 중, 제품은 임시적인 품질 저하 혹은 성능의 손실을 받을 수 있으며, 이것은 자가 복구 가능하다.**

**** 성능 기준(Performance Criteria) "C" limits 을 충족시킴 — 어떤 테스트 레벨에서, 교란 중, 제품은 임시적인 품질 저하 혹은 성능의 손실을 받을 수 있으며, 이 경우 작동 중지나 시스템 리셋이 필요하다.**

➢ Low Voltage Directive: EN61010-1: 1993 + Amd.2: 1995

측정, 제어와 실험실 사용을 위한 전기 기기를 위한 안전요건

오실로스코프는 다음의 EN61010-1 카테고리에 적합하다: 설치(Overvoltage) 카테고리 II. 오염 정도 2

➢ UL and cUL Certifcations: UL **표준**: UL 3111-1

캐나다 표준: CSA-C22.2 No. 1010.1-92

Acquisition Time: sample-and-hold 또는 track-and-hold 회로에서, 샘플 또는 track 명령어 다음, 출력이 full-scale 전압 변화를 통해 slew 하고 규정된 에러 band 내에서 최종 값으로 정착하는데 걸리는 시간.

ADC: 아날로그 –디지털 컨버터.

Aliasing: 역동적인 신호가 동기로 샘플될 때, 주파수 범위를 잘못 이해할 가능성이 존재한다. 이러한 어려움은 "aliasing"이라고 불리며, 샘플링 속도가, 측정된 신호의 주파수 요소의 두배 보다 적을 때마다 발생한다.

AND: 모든 Input 은 TRUE Output 을 위한 TRUE 상태에 있어야 한다는 것을 의미하는 논리적인 지정(Logical designation) 또는 회로 기능

Aperture Jitter: sample-hold 또는 ADC 에서, 샘플(또는 convert) 명령어 펄스와 Input 신호가 실제 샘플링되는 시간사이의 지터(jitter). 이 지터는 대게 열 노이즈(thermal noise) 때문이다. 이것은 delta t*dV/dt 와 같은 샘플된 진폭의 불확실성으로 이어지며, 여기에서 delta t 는 aperture jitter 이고, dV/dt 는 샘플링 시간에 입력전압의 변화율이다. "aperture jitter"와 "aperture uncertainty"이라는 용어는 종종 서로 교환하여 쓰인다.

Aperture Uncertainty: sample-hold 또는 ADC 에서, 노이즈, 신호 진폭-의존 지연 변동(flash ADC 에서처럼), 온도 등을 포함한 모든 이유로 인하여, 샘플(또는 convert) 명령어 펄스와 입력 신호가 실제 샘플링 되는 시간의 총 불확실성. 종종 "aperture jitter 와 교환되어 쓰이기도 하지만, "aperture uncertainty" 가 더 포괄적인 용어이다.

Area: 시간 도메인 DSO 파형 측정에서, 면적은 커서 시간과 샘플 과 샘플 지속 기간 사이의 샘플된 값의 총합.

Artifact Rejection: 기록 시스템의 역동적 범위를 초과하는 파형을 배제하는 summed averaging 에서 사용됨.

Automatic Setup: 오실로스코프에서, sensitivity 셋팅, 트리거, 타임베이스의 자동 scaling. 반복적인 입력 신호의 안정적인 디스플레이를 제공한다.

Average: Mean Value, Summed Averaging 와 Continuous Averaging 를 참조.

Bandwidth: 일반적 사용시, amplifier 또는 다른 회로의 gain 이 3 dB 이상 변하지 않는 주파수 범위.

BER: Bit Error Rate 를 참조.

Binning: 디스플레이 장치의 해상도와 호환 가능한 히스토그램의 포인트를 누적하는 기술.

Bit: "binary digit,"의 약자로서, 0 과 1 두 수중의 하나로, 테이터를 암호화하는데 사용됨. 비트는 종종 높은 또는 낮은 전기 전압에 의해 표현됨.

Bit Error Rate: 받은 총수에 대해, 부정확하게 받은 메시지 비트 수의 비율.

CCD: 전하 결합 소자(Charge Coupled Device). 일련의 sell 을 통해 다양한 양의 전하의 전송을 허용하는 집적 회로: 아날로그; 아날로그 변환 레지스터(analog shift register).

Channel: 신호가 보내지는, 소자의 배치를 통한 경로 (모듈과 전기 또는 광 케이블링).

Clamping: 포화 트랜지스터, FET, forward-biased 다이오드, 릴레이 등과 같은 낮은 임피던스를 통해 회로 포인트를 참조 레벨(대개 그라운드)에 유지하는 것

Coherent Gain: 각 윈도우 기능에 해당하는 필터의 normalized coherent gain 은 rectangular 윈도우의 경우 1.0 (0 dB)이고, 다른 윈도우의 경우 1.0 보다 작다. 윈도우 기능의 곱셈으로 인한 신호 에너지의 손실을 정의한다.

Common Mode Range: 정확성의 손실 없이 differential Input 이 작동할 수 있는 최대 범위(대개 전압)

Common Mode Rejection Ratio: dB 로 표현된 common-모드 입력 전압과 출력 전압의 비. 같은 신호가 두 Input 에 적용될 때, differential amplifier 가 출력 전압을 제공하지 않는 범위.

Common Mode Signal (Noise): 똑같이 보이며, 그라운드에 대해 각 differential 신호 컨덕터에 phase 인 신호(대개 노이즈). Differential Input 을 참조하라.

Continuous Averaging: 종종 "exponential averaging,"라고도 불리며, 같지 않은 weight 로 연속적인 소스 파형의 연속적인 가산으로 구성된 기술. 각 새로운 파형은 공식에 따라 축척된 평균에 더해짐: S(i,new) = N/(N+1) * [S(i,old) + 1/(N+1) * W(i)] 여기에서 i = index over all data points of the waveforms; W(i) = newly acquired wave form;S(i,old) = old accumulated average; S(i,new) = new accumulated average; N = weighting factor (1,3,7...).

Conversion Cycle: 데이터를 한 형태에서 다른 형태로 바꾸는 것과 관련된 전체 시퀀스, 예를 들어, 아날로그 수량 디지털화하기, 바이너리 데이터를 BCD 로 바꾸기 등.

Crosstalk: 한 채널에서 다른 채널로 신호의 원하지 않는 커플링.

Cursor: 오실로스코프 디스플레이에서 수평과 수직 위치를 확인해주는 알아볼 수 있는 표시기. LeCroy DSOs 는 선택할 필요 없이 수평과 수직값을 편안하게 주는 "waveform riding" 커서를 제공한다.

DAC: 디지털-아날로그 변환기.

Data Logger: Input 신호(대개 늦은 아날로그)를 받고, 디지털화해서, 후에 읽을 수 잇도록 그 결과를 메모리에 저장하는 계기. Strip-chart 레코드의 디지털 형태.

DC: 직류. 대개 일정하게 유지되는 전압이나 전류를 의미한다.

DC Level Shift: 회로에서 nominal DC 전압 레벨의 변화.

DC Offset: DC Level Shift 참조. 이 용어는 shift 가 의도적인 것이라는 사실을 의미함. 예를 들어, 제어 노브에 의해 조정 가능한 것.

DC Overload: 정상 입력 펄스 폭 또는 회로의 duty 비율에 비교한 긴 지속기간의 과부하 신호.

Dead Time: 디지털 오실로스코프에서, dead time 은 데이터의 한 acquisition 끝으로부터 다음 acquisition 의 시작까지의 시간.

Decimation: (n 이 정수일때) n 번째마다의 데이터 포인트를 이용함으로서, 감소된 데이터 포인트를 가진 소스 파형을 재구축하는 과정.

Differential Input: 둘 사이의 대수학적 차이에 민감한 두개의 Input 을 가진 회로.

Differential Linearity: differential non-linearity 을 의미하기 위해 잘못 사용된 용어.

Differential Non-Linearity: **1.** 출력 plot 의 슬로프 평균으로부터 참조선의 슬로프로부터 Input 의 percentage departure; **2.** 모든 single 디지털 절차의 아나로그 폭(혹은 시간)의 평균으로부터 ADCs 또는 TDCs 의 변동 비율. 많은 Random 진폭 펄스를 가진 Input 을 구동하고 각 디지털 bin 에서 이벤트의 상대적인 수를 측정하여 대개 측정됨.

Differential Output: 출력 신호의 한 개의 정상적인 레벨과 한 개의 보조적인 레벨을 공급하는 두개의 Output 을 가진 회로.

Differential Pulses: 시간이 같은 두개의 반대 극성(polarity) 펄스.

Dithering: 수직 해상도를 증진시키고 ADC 의 non-linearities 효과를 감소시키기 위한 신호(낮은 노이즈 content 를 가진것)를 평균 낼 때 대개 사용됨. 이 기술은 신호가 항상 ADC 의 같은 부분에 의해서 디지털화 되지 않도록 하기 위해 각 incoming 파형에 서로 다른 offset 을 적용한다. Summed average 에 포함되기 전에, offsets 은 기록된 신호로부터 빼야 한다.

Digital Filtering: 데이터의 원하는 측면을 증강시키고 원하지 않는 측면을 제거하기 위한 디지털 데이터의 조작.

Dropout Trigger: 입력 신호가 미리 설정된 시간(LeCroy DSOs 에서 약 25 ns 에서 20 s)보다 더 오랜 기간동안 drop out 될 때 발생하는 트리거. 이것은 마이크로프로세서 crash, 네트워크 hangups , bus contention 문제 또는 신호 발생이 중지되는 다른 현상에 트리거 하는데 매우 유용하다.

Duty Cycle: midpoint 값 이상의 평균 지속기간을 시간 도메인 파형을 위한 기간의 비율로 나타낸, 디지털 스코프의 계산된 값.

Dynamic Range: 모듈에 의해 정확하게 처리될 수 있는 가장 큰 신호에서 가장 작은 신호의 비율.

Dynamic RAM (DRAM): 내부 메모리가 주기적으로 refreshed 되어야 하는 random access 메모리.

ECL: Emitter-coupled logic, emitter-coupled transistors 에 의해 수행되는 비포화된 로직. 대개, ECL LOGICAL 1 = −1.6 V 와 LOGICAL 0 = −0.8 V.

EMI: 전자기 장에 의해 신호 컨덕터로 유도된 전압이나 전류에 의해 초래된 전자기장 인터페이스.

ENBW (Equivalent Noise Bandwidth): 각 주파수 bin 으로 관련된 필터에 대해, ENBW 은 흰 노이즈 신호로부터 같은 power 를 모으는 같은 사각형 필터의 대역폭이다 (중앙 주파수에서 같은 gain 을 가짐).

Enhanced Resolution (ERES): single-shot 파형 계측의 진폭 해상도를 증가시키기 위한 LeCroy DSOs 내의 시설. 감소된 대역폭으로 해상도 증강을 획득하기 위해 디지털 필터링을 적용하는 이 기술은 계측기의 샘플링 속도가 입력 신호 대역폭을 위해 필요한 것을 초과할 때 가장 최적이다. 반복적인 신호에 있어, ERES 또는 Signal Averaging 은 single-shot 신호를 위한 것보다 훨씬 더 적은 손실을 가진, 더 높은 해상도를 획득할 수 있을 때 사용된다.

Envelope: 측정된 파형의 최대, 최소 혹은 최대와 최소값. LeCroy DSOs 에서, 수는 1 to 10^6 까지 프로그램할 수 있다.

EPROM: 소거식, 프로그램 가능한 read-only 메모리. 모든 논리적인 제로의 패턴으로 만들어진 집적 회로로서, 특별한 하드웨어 프로그램에 의해 사용자가 쓸 수 있는 패턴을 가지고 있는 집적 회로 메모리 배열을 가지고 있다.

Equivalent Time Sampling (EQT): (ETS 로도 알려져 있음) 최대 single-shot 샘플보다 더 빠르게 샘플할 것처럼 보이게 만듦으로서 digitizer 의 사용 가능한 대역폭을 증가시키는 반복적인 신호의 다중 acquisition 을 exploiting 하는 방법. 안정되고, 반복적인 신호로만 작업함.

Extrema: 연속적인 파형의 반복된 비교로, 모든 최대 포인트(roof)와 최소 포인트(floor)의 파형 envelope 를 계산하는 것. 새로운 파형의 주어진 데이터 포인트가 roof 레코드의 최대값을 초과할 때마다, 이전의 값을 대체하기 위해 사용된다. 새로운 파형의 주어진 데이터 포인트가 해당하는 floor 값보다 작다면, 이전의 값을 대체하기 위해 사용된다.

Falltime: 달리 정의되지 않는 한, 펄스가 전체 진폭의 90 %에서 10 %로 하강하는데 이르는 시간.

Fast Fourier Transform (FFT): 신호 프로세싱 어플리케이션에서, FFT 는 n 포인트에 대해 정의되는 구분된 소스 파형을 갖고, n complex Fourier coefficients 를 계산하며, 이것은 Input 신호의 harmonic component 로 해석된다. "real" 소스 파형(imaginary part equals 0)에 대해, n/2 독립적인 harmonic components 가 있다..

Feedthrough: 데이터 수집장치의 샘플홀드회로에서 홀드동작모드에서의 입력신호의 출력단으로 흐르는 누설 또는 관통혈상.

FFT: Fast Fourier Transform 를 참조하시오.

FFT Frequency Bins: Fast Fourier Transform (FFT) 은 n/2 필터의 bank 와 입력 신호를 분석하는 것에 해당하며, 이 필터들은 모두 같은 모양과 폭을 가지고 있고 n/2 discrete 주파수에 모여 있다. 각 필터는 중앙 주파수의 바로 옆에 해당하는 신호 에너지를 가지고 있으며, 그러므로, n/2 "주파수 bins"이 있다고 말할 수 있다. 두개의 인접한 bin 의 중앙 주파수들의 거리(Hz)는 항상: delta f = 1/T 이며, 여기에서 T 는 초로 표시되는 시간 도메인의 레코드 지속 기간이다. bin 의 nominal 폭은 delta f 와 같다.

FFT 주파수 범위: FFT 에 계산되고 표시되는 주파수의 범위는 0 Hz 에서 Nyquist 주파수까지이다.

FFT Frequency Resolution: 좁은 의미에서, 주파수 해상도는 bin 폭인 delta f 와 같다. 즉, 입력신호가 delta f 로 주파수를 바꾸면, 해당하는 스펙트럼 피크는 delta f 로 표시된다는 것이다. 주파수의 작은 변화의 경우, 피크의 모양만이 변할 것이다. 하지만, 유효 주파수해상도(즉, 주파수가 거의 같은 두개의 신호를 분해하는 능력)는 윈도우 기능의 사용으로 더 제한된다. 사각형이 아닌 다른 윈도우의 ENBW 값은 delta f 보다 크다 (즉, bin 폭 보다 크다).

FFT Number of Points: FFT 는 상부 bound 가 포인트의 소스 수인 포인트의 수(Transform Size) 에 대해 계산된다. FFT 는 n/2 아웃풋을 가진 spectra 를 만든다.

FFT Total Power: 주파수 도메인 측정에서, power 밀도 스펙트럼 밑의 영역.

FIFO: 선입 선출(First-in, first-out) 시프트 레지스터 (종종 선입선출 메모리라고도 불림).

Filter: 아날로그 파형이나 이 파형의 디지털 표시의 원하는 부분을 증강시키고, 바람직하지 않은 부분을 제거하는 전기 회로 또는 디지털 데이터 조작 루틴. 필터는 특정한 주파수 요소가 회로를 통해 지나가는 것을 방지하고, 그렇지 않으면 같은 메모리 회로에 사용되는 요소들(예를 들어, CCD)을 파형 integration, differentiation 또는 smoothing 등을 수행한다.

Flash ADC: 매우 빠른 아날로그-디지털 컨버터로서, 대개 빠른 comparator 의 큰 세트와 이와 관련된 로직으로 구성되었으며, 여기에서 아날로그 신호는 동시에 2n-1 다른 참조 전압과 비교된다. 여기에서 n 은 ADC 해상도이다. 또한 병렬 컨버터라고도 불린다.

Floor: 파형의 연속으로부터 만들어진 envelope 의 바닥값(또는 최소)을 만드는 포인트의 레코드.

FWHM: Full-Width Half Maximum. 신호의 지속기간을 측정하기 위해 사용되는 50% 진폭에서 파형 또는 펄스의 폭.

Gate: **1.** 논리적인 기능을 제공하기 위해 사용되는 회로 요소(예를 들어, AND, OR); **2.** 다른 신호의 통과를 가능케 하는 Input 컨트롤 신호 또는 펄스.

Glitch: 대개 더 점진적인 진폭 변화의 특징을 갖는 평평한 파형에 생기는 스파이크(spike) 또는 짧은 시간의 구조적인 변이. 테스트하의 회로가 내부 클럭을 이용하는 디지털 전자에서 글리치는 클럭 폭보다 적은 모든 펄스로 간주될 수 있다.

Glitch Trigger: 주어진 값보다 적은 펄스 폭에서 신호를 포착하는 기술

Ground Loop: 과중한 회로 전류 또는 내부 pick-up 로 인해 전압 폭락이 발생하는 긴 그라운드로서, 이를 따라 서로 다른 포인트로 참조되는 회로 요소가 서로 다른 유효 그라운드 참조에서 운영되는 결과를 낳는다.

HF Sync: 트리거 경로에서 주파수 divider 를 포함하여 트리거 속도를 감소시켜서, 입력 트리거 속도가 반복적인 신호를 위한 최대값을 초과하도록 해준다.

Histogram: 데이터의 그래픽적인 표시로서, 데이터는 간격이나 bin 으로 구분된다. 간격 또는 bin 은 높이가, 각 간격이나 bin 에 포함된 데이터 포인트 수에 비례하는 bar 차트로 plot 된다.

Holdoff by Events: 트리거 사이에 최소의 이벤트 수를 선택한다. 트리거 소스가 트리거 상태를 만족시킬 때, 이벤트가 발생한다. 마지막 트리거로부터 선택된 이벤트 수 후 트리거 상태가 충족되면 트리거가 발생한다. hold-off by events 는 각 트리거에서 초기화되고 다시 시작된다.

Holdoff by Time: 트리거 사이의 최소 시간을 선택한다. 마지막 트리거로부터 선택된 지연 후 트리거 상태가 충족되면 트리거가 발생한다. 지연을 위한 타이밍은 각 트리거에서 초기화되어 다시 시작된다.

HPGL: 휴렛 팩커드 그래픽 언어 포맷: 휴렛팩커드사.

Hybrid Circuit: 화면에 표시되거나 저장된 컨틱터, 절연 부분 등으로 구성된, 작고, 독립식, 고밀도 회로로서. 개별 회로 요소와 집적 회로 칩의 접합되거나 결합된 조합.

IC: 집적 회로. 단일체 또는 혼성형과 같은 작고 독립식의 multiple-element 회로.

Integral Linearity: integral non-linearity 를 잘못 나타낸 용어.

Integral Non-Linearity: 적절한 직선 fit 으로부터의 ADC 반응의 편차. 사양은 종종 Full scale 의 분수로 표시되는, 최대 편차로 정의된다. 최근의 ADC 은 reading plus a constant 의 퍼센트로 표시되는 사양을 가졌다.

Interleaved Clocking: 시스템의 샘플 속도를 증가시키기 위해, 같은 주파수지만 다른 회로나 계기의 클럭 펄스를 공급하는 것. 예를 들어, single unit 의 최대 속도의 두배로 작동할 수 있게 해주는 보조 클럭과, 병렬 Input 을 가진 두개의 transient 레코더를 사용하는 것.

Interval Trigger: 같은 슬로프의 두개의 에지 사이의 간격을 선택한다. 선택된 간격 내에서 또는 선택된 간격 후에 발생한다면, 트리거는 두번째 에지에도 발생될 수 있다. 선택된 에지가 발생할 때마다 간격의 타이밍은 초기화되고 다시 시작된다.

Jitter: Input 과 독립적인 회로나 계기의 출력에서의 단기적인 동요.

Leakage: 시간 윈도우에서 정수의 기간을 가진 사인 파형의 파워 스펙트럼을 사각 윈도우를 이용하여 관찰할 때, leakage 는 소스 파형의 진폭을 정확하게 나타내는 피크 스펙트럼 요소 기저의 확장이다.

Limiter: Input 의 진폭을 제한하는 회로 요소. (Input 보호와 표준화 등을 위해 사용됨.).

Logical 1: TRUE 상태를 나타내는 신호 레벨; 설정된 단위에 해당함 (만약 interrogate 되면, 답은 yes).

Logical 0: FALSE 상태를 나타내는 신호 레벨; 설정되지 않은 단위에 해당함 (만약 interrogate 되면, 답은 no).

Long-Term Stability: 여러 날이나 여러 달과 같은 긴 시간동안의 안정성을 나타냄.

MCA: Multichannel Analyzer (예를 들어, 펄스 높이 analyzer).

Mean Value: 파형에서 선택된 모든 데이터 포인트의 평균 또는 DC 레벨.

Median Value: 위 아래에 데이터 포인트 수가 같은 파형의 데이터 값.

Mode Value: 가장 자주 발생하는 파형의 데이터 값.

Monolithic IC: 요소가 반도체 기판에 혹은 기판 내에 형성되는 집적 회로 (트렌지스터, 다이오드, 레지스터, 적은 축전기)

Monotonic: sign 을 바꾸지 않는 미분(derivative) 의 기능.

Multiplexer: 여러 개의 신호 경로를 한 개의 Input 이나 Output 에 선택적으로 스위치 하는 장치

NAND: 보조(negative true) Output 을 가지지 않은 AND 회로.

Negation: 모든 negative 값을 positives 로, 모든 positive 값을 negatives 로 전치하는 과정.

Noise Equivalent Power: NEP (W); unity RMS signal-to-noise ratio 을 만들어내기 위해 필요한 optical power 의 RMS 값 .

NOR: 보조(negative true) Output 을 가지지 않은 OR 회로.

Nyquist Frequency: Nyquist 주파수(f/2)는 (f)의 속도로 샘플링하는 digitizer 에 의해 정확하게 측정될 수 잇는 최대 주파수. 즉, (f)의 속도로 샘플링하는 digitizer 는 "aliasing" 부정확성을 경험하지 않고는 f/2 를 초과하는 대역 요소를 가진 입력 신호를 측정할 수 없다.

Offset: 아날로그나 디지털 아웃풋 또는 Input baseline 이 특정한 참조값(대개 0)과 관련하여 전환되는 값.

OR: 적어도 한 개의 Input 이 사실이라면, 아웃풋이 사실인 속성을 가진 논리회로.

Overshoot, Negative: 파형의 기저 값에서 최소 샘플값을 뺀 것과 같은, 진폭의 비율로 표시되는 파형 측정에서의 시간 도메인 파라메터.

Overshoot, Positive: 파형의 최대 값에서 top 값을 뺀 것과 같은, 진폭의 비율로 표시되는 파형 측정에서의 시간 도메인 파라메터. top 값은 파형에서 데이터 포인트 값의 통계적 분포로부터 결정되는 가장 probable 한 상태이다.

Parallel Converter: 아날로그-디지털 전환 기술. 아날로그 신호가 2n-1 다른 참조 전압과 동시에 비교되는 아날로그 신호이며, 여기에서 n 은 ADC 해상도이다.

Pass/Fail Testing: 참조 mask 에 대한 파형의 Post-acquisition 테스팅이나 참조값에 대한 파형 파라메터의 테스팅

PCMCIA: PC 메모리 카드를 위한 퍼스널 컴퓨터 메모리 카드 공업 협회 표준. 일본에서는 JEIDA 로 알려져 있음.

PCX: T 그래픽 이미지를 위한 PC Paintbrush 포맷; ZSoft Corporation, Marietta, GA.

Peak Spectral Amplitude: 주파수 도메인 분석에서 파형에서의 가장 큰 주파수 요소의 진폭.

Period: 완전한 기간은 첫번째와 세번째 50 % 크로싱(mesial 포인트) 사이에 측정된 시간.

Persistence: 사용자가 결정한 측정된 trace 의 수가 지워지거나 덮여 쓰여지지 않고 디스플레이에 남아 있는 DSO 의 디스플레이 운영 모드.

PHA (Pulse Height Analyzer): Input 에 적용된 신호의 진폭 측정을 하는 기기.

Picket Fence Effect: FFT 에서, 사인 파형이 시간 도메인 기록에서 정수의 기간을 갖고 있다면, 주기를 갖고 있다면, 사각 윈도우에서 획득된 Power Spectrum 은 날카로운 피크를 가질 것이고, 이것은 사인파의 주파수와 진폭과 정확히 같을 것이다. 그렇지 않다면, 얻어진 스펙트럼은 더 낮고 넓을 것이다. 파워 스펙트럼에서 가장 높은 포인트는 소스 주파수가 두개의 분리된 bin 주파수의 중간에 있을 때 3.92 dB 낮을 수 있다 (1.57 배). 스펙트럼 강도의 이러한 변동은 Picket Fence Effect 라고 불린다(손실은 Scallop Loss 라고 불린다). 모든 윈도우 기능은 이러한 손실을 어느 정도 보상하지만, Flat Top 윈도우에서 가장 좋은 보상을 얻을 수 있다.

Power Spectrum: 강도 스펙트럼의 제곱 (V^2). 파워 스펙트럼은 0dBm 이 V^2_{ref} = (0.316 V peak)^2 에 해당하는 0dBm 으로 표시된다. 여기에서 V_{ref} 는 into 50 (omega)의 1mW 와 같은 사인곡선의 전압의 피크 값이다.

Power Density Spectrum: Hz 로 필터(V^2/Hz)의 같은 노이즈 대역폭에 의해 구분된 파워 스펙트럼. 파워 밀도 스펙트럼은 dBm 스케일로 표시되며, 여기에서 0 dBm 는 (V^2_{ref}/Hz)에 해당한다.

Pre-trigger Sampling: transient 레코딩에 사용된 설계 개념으로, stop 트리거 전에 취해진 미리 결정된 샘플 수가 보존된다.

Pulse Width: 펄스 파형의 Pulse Start (mesial point, 즉 leading 에지에서 50 % 강도 변환 포인트)와 Pulse Stop (trailing 에지의 mesial point) 사이의 기간을 결정한다.

Pulse Start: 펄스 파형의 leading 에지에 50 % 강도 변환 포인트(mesial 포인트).

Pulse Stop: 펄스 파형의 trailing 에지에 50 % 강도 변환 포인트(mesial 포인트).

Pulse Trigger: 최대 혹은 최소의 펄스 진폭을 선택한다. 펄스가 선택된 폭보다 크거나 작을 때, 트리거는 선택된 에지에서 발생된다. 폭의 타이밍은 선택된 에지의 반대편 에지에서 초기화되어 다시 시작된다.

RAM: 각 데이터 어드레스가 항상 쓰거나 읽혀질 수 있는 메모리.

Random Interleaved Sampling (RIS): EQT (또는 ETS)의 한가지 방법. 안정되고, 반복적인 신호에서 작용하며, 각각의 스위프가 single-shot 속도보다 조금 더 높은 유효 샘플링 속도를 얻기 위해 다른 스위프로부터 조금 offset 될 때, DSO 나 digitizer 시스템에서 서로 다른 full 샘플링 스위프를 저장하는 과정을 나타냄. 다른 EST 기술에 비해 RIS 가 갖는 주요한 이점은 "pretrigger viewing"이다.

Real Time: 내부적인 변환이나 참조를 위해 잠시 중단할 필요 없이 발생하는 과정. 실제 시간은 대개 고유한 dead time 을 가지지 않으며, 입력에서 출력까지 거의 동시적인 변환을 허용하는 속도로 진행한다.

Reciprocal: 처리된 데이터 값에 의해 unity 의 division.

Reflection Coefficient: 원래의 입력신호에 대한 퍼센트로 표시되며, 입력신호로부터 반사되는 신호 진폭의 양.

Resolution: ADC 의 일 비트 레벨과 같은, 최소 측정 가능 증가분.

Reverse Termination: 시스템의 나머지로부터 다시 반영된 펄스가 조화되는 임피던스를 충족하고 흡수되도록 구성된 출력.

RF (Radio Frequency): 대개 메가 헤르츠 범위로.

RFI (Radio Frequency Interference): 유도된 신호를 초래하는 필드가 전자기 스펙트럼의 무선 부분에 해당하는 EMI 의 특별한 케이스.

Risetime: 달리 정의되지 않는 한, 펄스가 총 진폭의 10%에서 90%로 올라가는데 소요되는 시간. 일반적으로 펄스의 leading 에지를 나타내기도 함.

RMS (Root Mean Square): 상기 설명된 모든 데이터에 대해, 크기의 제곱평균의 제곱근으로부터 나옴. 시간 도메인 파형의 경우, 제곱의 합의 제곱근을 커서사이의 측정된 파형의 부분을 위한 포인트 수로 나눈 것. 히스토그램 파형의 경우, 제곱의 합의 제곱근을 분포에서 계산된 수로 나눈 것.

ROM: Read-only 메모리는 쉽게 다시 쓸 수 없는 메모리 형태이다. 정보는 영구적인 기반으로 저장되며, 반복적으로 사용된다. 대개 randomly accessible.

Roof: 파형의 연속으로부터 만들어진 envelop 의 top(또는 maximum)를 만드는 포인트의 레코드.

Sample and Hold: 명령으로 입력 신호의 즉각적인 진폭을 축전기에 저장하는 회로.

Sampling Frequency: DOS 또는 digitizer 에서 아날로그 신호를 디지털화하는 동안 샘플이 취해진 클럭 속도.

Scallop Loss: picket fence 효과와 관련된 손실.

Sensitivity: **1.** 출력 신호에 원하는 특성을 초래할 수 있는 최소 신호 입력.
2. 입력크기에 대한 계기 응답 크기의 비율(예를 들어, 전압 ADC 는 대개 count/mV 로 측정되는 sensitivity 를 가지고 있다). 종종 sensitivity 는 Input 을 나타내며 그러므로, 역으로 표시된다.

Shot Noise: 현재 변동에 의해 초래된 노이즈. 전하 carrier 의 독특한 성질과 emitter 로부터 전하를 가진 입자의 임의적 방출에 의한 것임. 노이즈 파워(watts) 보다는 Mean square shot 노이즈 current(amps) 에 대해 말할 때는 shot noise loosely 를 말함.

SMART Trigger: SMART 트리거는 트리거가 발생되기 이전에 추가적인 조건을 설정할 수 있게 해준다. 이러한 조건은 글리치나 스파이크, 특정한 논리 상태나 missing bit 과 같은 드문 상황을 포착하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어 한가지 조건은 명시된 것보다 더 넓거나 더 좁은 펄스에만 트리거를 생성하는 것도 포함한다.

Smoothing, N-Point: 각각에 더해진 "N" 근접 데이터 포인터의 움직이는 평균을 디스플레이 함으로서, 파형의 디스플레이를 고르게 하는 과정.

SNR: 신호-노이즈 비율은 신호의 크기와 노이즈 크기의 비율이다.

Square: 스스로 값을 배가 시키는 과정.

Stage Delay: Input 과 아웃풋사이의 회로의 시간 지연으로서, 대개 각각 신호들의 front 에지들(최대의 반) 사이에서 측정된다.

Standard Deviation: 평균으로부터, 측정된 포인트의 표준 편차. 다음의 공식을 이용하여 계산됨:

Standard Trigger: 표준 트리거는 선택된 트리거 소스가 트리거 레벨, 커플링, 고주파수 sync 와 상태에 의해 정의되는 상황을 충족시킬 때 트리거가 발생하게 만든다. 에지 트리거는 Waverunner 의 표준 트리거 형태이다.

State Qualified: State-Qualified 트리거링은 트리거가 선택된 패턴 중에 조건을 만족시키면 트리거를 발생시킨다. 패턴은 트리거 상태의 논리적인 AND 조합으로 정의된다. 트리거 소스는 높거나 낮다- 트리거 레벨보다 크면 높고, 트리거 레벨보다 낮으면 낮다-.

Stop Trigger: transident 레코딩이나 비슷한 시퀀스를 정지하기 위해 사용되는 펄스.

Summed, or Summation, Averaging: 연속적인 파형의 연속 무게를 계속 더하고, 획득된 파형의 총 수로 나눔.

TDC: 시간-디지털 컨버터.

Terminate: 대개, 반사를 방지하기 위해 동축 케이블의 끝에서 조화되는 임피던스를 제공하는 것.

Test Template: 파형의 각 측정된 포인트에서 임의적인 한계(또는 비-균일 저항)을 정의하는, 파형 모양 한계 테스트의 일반적인 형태.

Threshold: 회로가 신호 입력에서 신호에 대응하는 전압 또는 전류 레벨. 또한 트리거 레벨로도 간주됨.

TIFF (Tagged Image File Format): 비트맵된(bit-mapped) 그래픽 파일의 공업 표준.

Time Between Patterns: 한 패턴에 들어가고 다른 패턴에 들어가는 것 중에서 최소 또는 최대의 지연을 선택한다. 트리거는 선택된 시간 내에서 혹은 선택된 최소 시간 후에 두번째 패턴으로 들어갈 때 발생된다.

Timeout: 보호적인 타이머가 예측된 이벤트 발생 없이, 할당된 시간을 완성할 때 타임아웃이 발생한다. 타임아웃은 시스템이 에러나 고장 났을 경우 시스템이 무한정으로 기다리는 것을 방지해준다.

Time Qualified: 트리거 소스가 패턴에 들어가거나 나온 후 트리거 상태를 만족시킬 때 Time-Qualified 트리거링이 트리거를 발생한다. 트리거가 트리거 상태를 만족시키기 전에 패턴이 사라지더라도 트리거는 발생한다.

Tolerance Mask: 파형의 각 측정된 포인트에 균일한 tolerance 와 같은 최대 편차를 정의하는 파형 모양 한계 테스트의 한 형태.

Track and Hold: 빠르게 변하는 아날로그 신호의 즉각적인 값을 저장할 능력을 가진 아날로그-디지털 변환기를 수행하는 회로. ADC 는 tighter 시간 도메인 안으로 정확하게 암호화되게 해준다.

Transient Recorder: Waveform Digitizer 을 참조하라.

TTL (Transistor-Transistor Logic): 다음과 같이 정의된 신호 레벨: LOGICAL 0 = 0 to 0.8 V 이고 LOGICAL 1 = 2.0 to 5.0 V.

Trend: 시간의 기간에 대한 측정의 다른 특성이나 파라메터 값의 Plot.

Waveform Digitizer: 특정한 간격에서 입력 파형을 샘플하고 샘플된 포인트에서 아날로그 값을 디지털화하고, 결과를 디지털 메모리에 저장하는 계기.

Window Functions: Fourier analysis 전에 잘라진 파형의 스펙트럼을 수정하기 위해 사용됨. 대안적으로, 윈도우 기능은 Fourier transform spectrum analyzer 에서 selectivity (필터 모양)을 결정한다. LeCroy 스코프에서, 모든 윈도우 기능은 1 에서 3 개의 non-zero 코사인 조항 [$W = \ldots^{a}_{m} \cos(2¼k/N)$ 을 가진 코사인 계의 합에 속한다. 여기에서 N 은 없어진 소스 파형에서의 포인트 수이며, k 는 시간 인덱스이다].

X-Y Display: 다른 trace 에 대한 한 trace 의 plot. 이 기술은 대개 두개의 파형의 진폭 정보를 비교하기 위해 사용된다. 리사쥬 곡선(Lissajous figures)이라고 불리는 패턴 분석을 통해 위상과 주파수 정보를 밝혀준다.