

파형 분석을 단순화해주는 Wave Inspector™



소개

오실로스코프는 수십년 동안 연구 및 설계 분야에서 절대적으로 필요한 도구의 역할을 해오면서 수도 없이 다양한 산업에서 꾸준한 혁신을 이룰 수 있는 기반이 되어 왔습니다. 오실로스코프의 주요 사양 중 하나는 레코드 길이입니다. 레코드 길이는 오실로스코프가 단 한 차례의 획득에서 디지털화하여 저장할 수 있는 샘플 수를 말합니다.

레코드 길이가 길수록 오실로스코프가 높은 타이밍 해상도(높은 샘플 속도로 캡처할 수 있는 시간이 더 길어집니다. 최초의 디지털 오실로스코프는 500개의 포인트만 캡처 및 저장할 수 있었기 때문에 검사 대상인 이벤트 주변의 모든 관련 정보를 획득하기가 매우 어려웠습니다. 설계자들은 긴 캡처 시간과 높은 해상도를 모두 원했지만 낮은 해상도로 더 오랜 시간 동안 획득하거나 높은 해상도에서 짧은 시간 동안 획득하는 것 중 한 가지를 선택할 수밖에 없었습니다.

파형 분석을 단순화 해주는 Wave Inspector™

▶ 응용자료

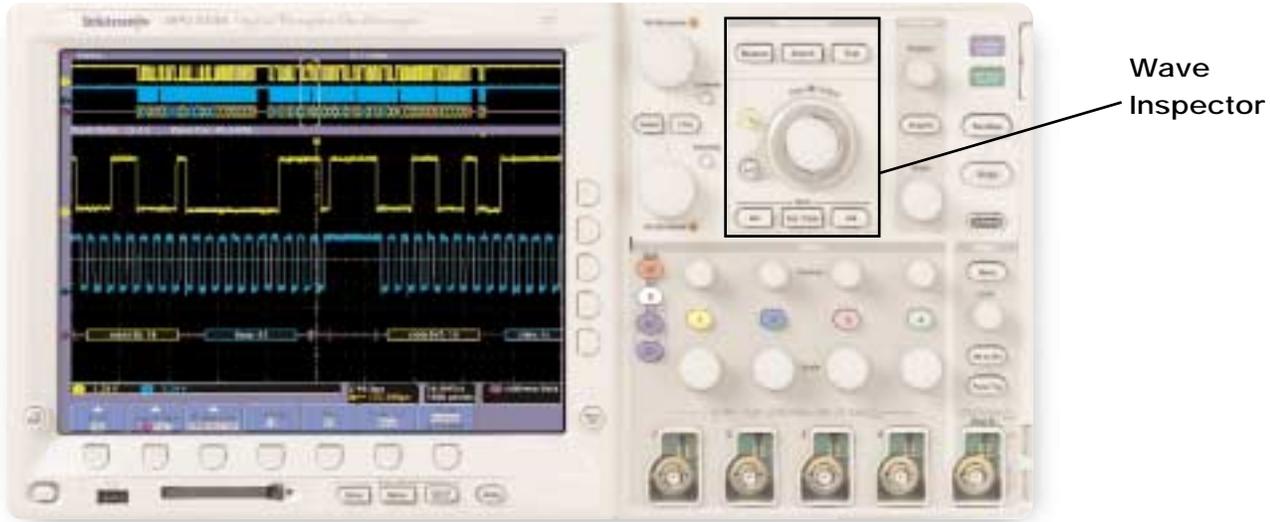
시간이 흐르고 기술이 발전하면서 보다 자세한 정보를 디지털화하는 속도, 용이성 및 비용 여건이 보다 좋아졌습니다. 하지만 이와 동시에 클럭 속도가 상승하고 버스 토폴로지가 보다 폭 넓고 빠른 병렬 설계 뿐만 아니라 직렬 버스로의 전환을 통해 진화했으며 전체적인 시스템 설계 복잡성이 급속히 증가했습니다. 이로 인해 높은 해상도와 보다 긴 캡처 시간에 대한 설계자의 요구는 스코프 제조업체가 레코드 길이를 늘리는 능력만큼 또는 그보다 훨씬 더 빠르게 계속 증가했습니다. 이런 추세는 멈추지 않을 것입니다. 무어의 법칙에 따라 앞으로도 계속해서 전자 기술의 발전 속도는 점점 더 빨라지고 시스템 설계는 점점 더 복잡해지고 그에 따라 시스템을 설계, 제작 및 문제해결 과정을 수행하고 시스템이 고장났을 때 이를 고치기가 점점 더 어려워질 것입니다. 그렇다면 이런 사실이 첨단 스코프에는 어떤 의미가 있는 것일까요? 설계가 점점 더 빨라지고 복잡해짐에 따라 긴 레코드, 더 많은 대역폭 그리고 더 높은 샘플 속도에 대한 필요성도 증가할 것입니다. 이런 핵심 사양 간의 관계는 그다지 복잡하지 않습니다. 대역폭이 높아지면 샘플링 속도는 약 5배 더 높아져 신호의 고주파 정보를 정확히 캡처하게 됩니다.

샘플링 속도가 빨라지면 지정된 신호 획득 시간에 더 많은 샘플이 필요합니다. 예를 들어 5GS/s에서 2ms의 100MHz 신호를 캡처하려면 1,000만 포인트의 레코드가 필요합니다. (2ms를 200ps의 샘플 간격으로 나눕니다.) 더 낮은 주파수에서도 긴 레코드가 필요한 애플리케이션이 많이 있습니다. NTSC 비디오 프레임 하나(모든 발광 정보를 분석하기 위해 100MS/s에서 1초 간격의 1/30에 있는 두 필드)를 캡처하는 데만도 300만 개 이상의 포인트(33ms를 10ns로 나눔)가 필요합니다.

전자 기계 시스템에서 문제를 진단하기 위해 1Mb/s CAN 버스에서 수 초 분량의 버스 트래픽을 적당한 해상도로 캡처하려면 1,000만 개의 포인트가 필요할 수도 있습니다. 이와 같이 다양한 애플리케이션이 더 길고 더 상세한 데이터 캡처 윈도우에 대한 필요성을 높여왔고 앞으로도 계속 높아갈 것입니다

캡처된 모든 데이터 분석

앞서 언급한 바와 같이, 최초의 디지털 오실로스코프는 레코드 길이가 무척 짧았습니다. 그래서 한 번에 화면 상에 모든 것이 나타났기 때문에 오실로스코프가 캡처한 모든 것을 쉽게 볼 수 있었습니다. 레코드가 길어짐에 따라 가로 방향 스크롤 기능을 사용하여 모든 데이터를 보았습니다. 이는 한 화면 분량의 정보에서 두 화면, 그 다음에는 네 화면, 여덟 화면, 스무 화면 등으로 이동하면 되는 간단한 문제로 큰 문제는 아니었습니다. 하지만 오실로스코프가 점점 발달하여 레코드가 훨씬 더 길어짐에 따라 단일 획득에서 캡처된 모든 데이터를 조사하는 데 걸리는 시간이 점점 더 길어졌습니다. 현재는 수천 화면 분량의 신호 활동을 나타내는 수백만 개의 포인트로 이루어진 레코드 길이는 다루는 수준에 와 있습니다. 비교해보자면, 즐겨 이용하는 검색 엔진, 웹 브라우저 또는 북마크 기능의 도움을 받지 않고 인터넷에서 찾으려 하는 정보를 찾는다고 상상해 보십시오. 마치 건초 더미에서 바늘을 찾는 격일 것입니다. 지금까지는 이것이 레코드 길이가 긴 오실로스코프를 이용할 때 오실로스코프 사용자가 겪을 수밖에 없었던 문제입니다. 분명한 점은 이런 구식 솔루션은 이제 더 이상 효과가 없을 것이라는 사실입니다.



▶ 그림 1. DPO4000 Series Wave Inspector에는 효율적인 파형 분석을 위한 전용 전면 패널 컨트롤이 있습니다.

Wave Inspector

DPO4000 Series Wave Inspector 컨트롤은 긴 레코드에 대한 분석 작업을 하여 분석 대상 파형을 간단하고 효율적으로 처리하여 사용자가 원하는 정보를 추출해냅니다.

Zoom / Pan

현재 시중에 나와 있는 대부분의 디지털 오실로스코프는 어떤 형태로든 확대/축소(zoom) 기능을 제공합니다. 하지만 확대/축소 뷰와 관련된 컨트롤 (확대/축소 배율과 위치)은 종종 메뉴에 감추어져 있거나 다른 전면 패널 컨트롤과 다중화되어 있습니다. 예를 들어 확대/축소 윈도우의 수평 위치는 일반적으로 전면 패널 상의 수평 위치 노브로 제어합니다. 관심 있는 이벤트를 확대한 경우 확대/축소 윈도우를 획득에서의 다른 위치로 이동하려면 이는 일반적으로 수평 위치 노브를 계속 돌려 윈도우를 새 위치로 천천히 움직이거나 다시 축소하여 윈도우 위치를 조정한 다음 다시 확대하는 것을 의미합니다.

어떤 접근 방식도 효율적이거나 직관적이지 않습니다. 단지 이런 기본적인 확대/축소 컨트롤에 액세스하기 위해 메뉴를 이동해야 하는 경우 이런 방법은 훨씬 덜 효율적입니다.

Wave Inspector에는 효율적인 파형 이동을 위해 전용 2단 전면 패널 Zoom/Pan 컨트롤이 있습니다. 안쪽 노브는 확대/축소 배율을 제어하기 위한 것입니다.

시계 방향으로 돌릴수록 더 크게 확대되고 시계 반대 방향으로 돌릴수록 축소되며 끝까지 돌리면 확대/축소 기능이 꺼집니다.

파형 분석을 단순화 해주는 Wave Inspector™

▶ 응용자료

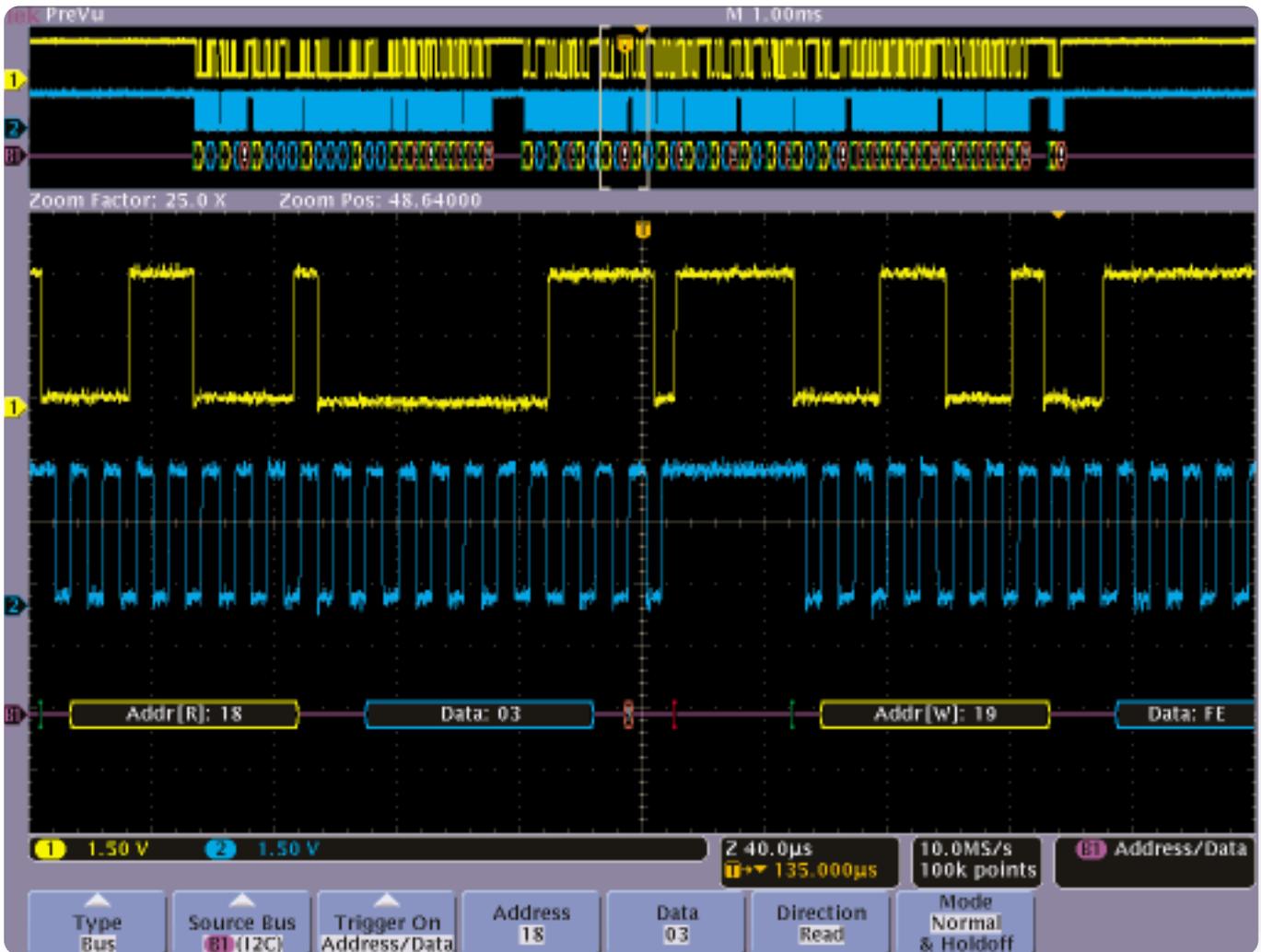
그림 1A에서 I2C 버스를 검사해봅니다. 전체 획득은 위쪽 윈도우에 표시되어 있고 확대/축소 위치는 아래쪽의 더 큰 윈도우에 있습니다. 이 경우 2개의 특정 패킷에 대해 디코딩된 주소와 데이터 값을 볼 수 있도록 확대했습니다.

바깥쪽 링은 힘/속도에 민감한 팬(pan) 컨트롤입니다.

이 컨트롤을 시계 방향으로 돌리면 파형 위에 표시된 확대/축소 윈도우가 오른쪽으로 이동하고 시계 반대 방향으로 돌리면 왼쪽으로 이동합니다. 컨트롤을 많이 돌릴수록 확대/축소 윈도우가 파형을 거쳐 더 빨리 움직입니다. 그림 2에서 팬 컨트롤을 원하는 방향으로 돌리기만 하면 한 패킷에서 다음 패킷으로 빠르게 이동할 수 있습니다. 1,000만 개의 포인트를 획득하는 작업에서도 배율을 바꿀 필요조차 없이 단 2, 3초 만에 레코드의 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝으로 확대/축소 윈도우를 빠르게 이동할 수 있습니다.



▶ 그림 1A. Wave Inspector에는 전용 전면 패널 확대/축소 (zoom) 및 팬(pan) 컨트롤이 있습니다.



▶ 그림 2. I2C 버스의 긴 획득을 통해 이동

파형 분석을 단순화 해주는 Wave Inspector™

▶ 응용자료

Play / Pause

수많은 문제를 디버깅하면서도 정작 문제를 일으킨 원인이 무엇인지 모르기 때문에 획득한 파형에서 무엇을 살펴봐야 할지 확실히 모르기 일쑤입니다. 하지만 특정 문제가 포함된 시간 윈도우를 캡처했다는 것은 알고 있고 이제는 그 문제를 발견할 수 있을지 알아보기 위해 캡처한 데이터를 검사할 필요가 있습니다. 대부분의 첨단 스크로프에서 이 작업을 하려면 수평 위치 노브를 계속 수동으로 돌려 획득한 파형을 검사함으로써 의심스러운 활동을 간파하는 수밖에 없습니다. 하지만 Wave Inspector는 이 영역에서도 차별화된 기능을 제공합니다. 전면 패널에 있는 Play(재생) 버튼만 누르면 확대/축소 윈도우가 자동으로 파형을 따라 이동합니다. 재생 속도와 방향은 직관적 인터페이스인 팬 컨트롤을 사용하여 조정할 수 있습니다. 팬 컨트롤을 많이 돌릴수록 파형이 재생되는 속도가 빨라집니다. 핸드프리 방식의 재생이 가능하므로 중요한 것, 즉 파형 그 자체에 집중할 수 있습니다. I2C의 예(그림 2)에서는 파형을 재생하면서 디코딩된 주소와 데이터 값을 관찰하여 버스 상에서 일어나는 활동을 모니터링할 수 있습니다. 찾고 있는 이벤트를 발견했을 때 Play/Pause(재생/일시 정지) 버튼을 다시 한번 누르면 파형이 멈춥니다.



▶ 그림 2A. 자동 파형 재생을 위한 전용 전면

Play/Pause

Mark

문제의 원인을 찾는 동안에 보다 깊은 조사가 필요하거나 나머지 분석 작업 중에 대상장치에서 발생하는 것을 기준으로 사용하고자 하는 수많은 영역을 발견할 수도 있습니다.

예를 들어 운전자가 운전석 도어 패널에 있는 승객석 차창 내림 스위치를 누르는 시점부터 승객석 차창이 실제로 움직이기 시작하는 시점까지의 지연 시간과 관련된 타이밍 계측을 수행해야 한다고 해봅시다. 획득된 데이터에서 찾으려는 첫 번째 이벤트는 스위치를 누른 시점입니다.

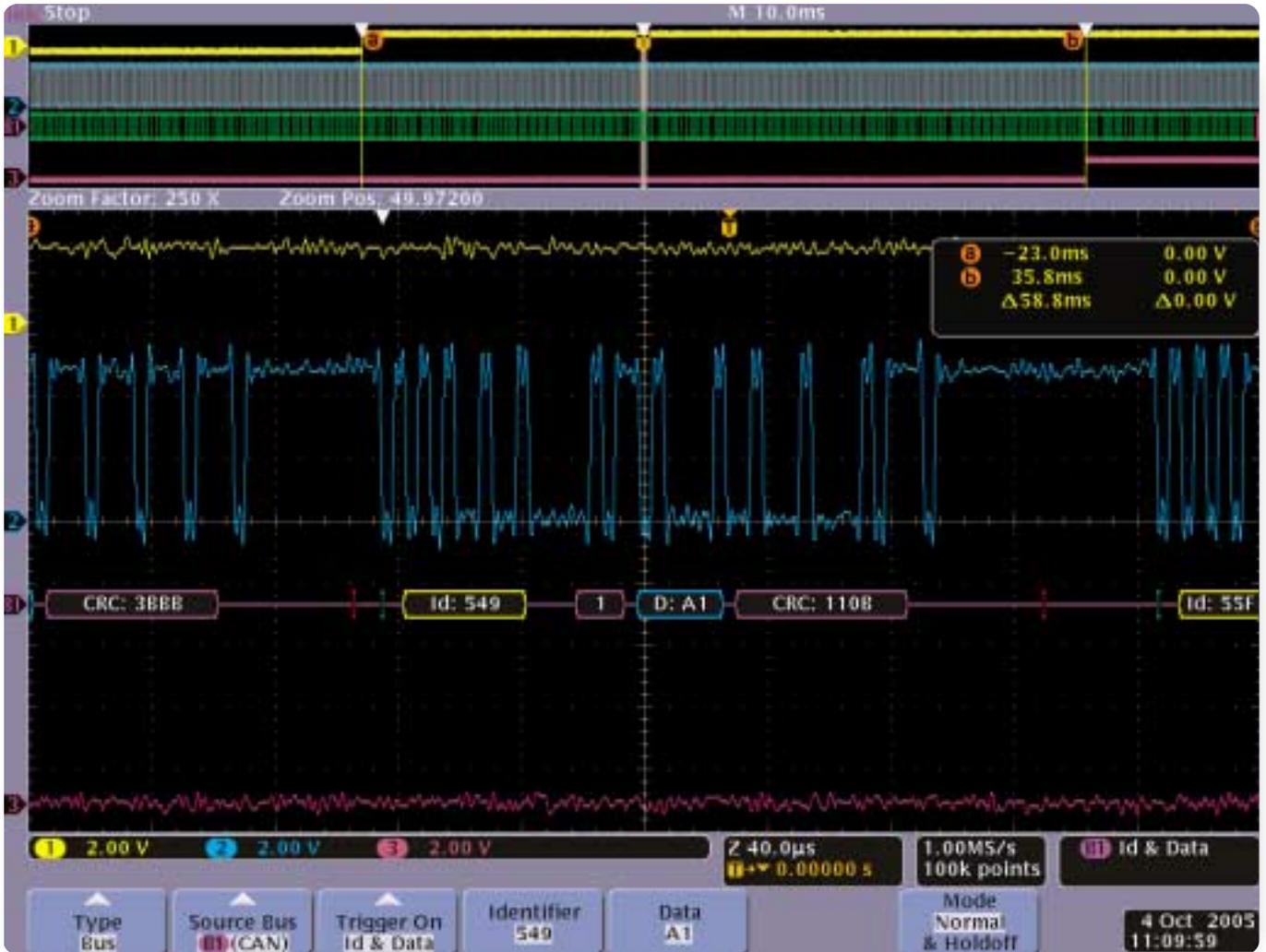
다음 이벤트는 운전석 도어의 CAN 모듈이 승객석 도어의 CAN 모듈로 명령을 내리는 시점일 것입니다. 마지막 이벤트는 승객석 도어의 모터가 작동하여 차창이 움직이기 시작하는 시점일 것입니다. 타이밍 계측을 위해 관심 영역 사이를 앞뒤로 빠르게 점프하듯이 이동할 수 있도록 파형 상의 이런 각각의 위치를 표시하면 좋지 않을까요? DPO4000 시리즈를 이용하면 그렇게 할 수 있습니다.

그림 3에서 채널 1은 운전석 도어에 있는 스위치의 출력이고 채널 2는 CANbus이며 채널 3은 승객석 도어에 있는 모터 구동을 모니터링합니다.



▶ ▶ 그림 2B. 마커를 설정하거나 지우고 표시

Set/Clear Marks



▶ 그림 3. CANbus에서 지연 시간 계측에 도움이 되도록 파형에 표시

적절한 식별자와 데이터를 지정함으로써 관심 있는 패킷에 대해 트리거할 수 있도록 오실로스코프를 설정했습니다. 다음으로는 전면 패널의 Set / Clear Mark(마커 설정/지우기) 버튼을 사용하여 파형 상의 관심 있는 이벤트를 각각 표시했습니다. 이런 사용자 표시는 상단 및 하단 윈도우 양쪽의 위쪽 가장자리를 따라 흰색으로 칠해진 삼각형으로 표시됩니다. 채널 1의 상승 에지는 스위치를 누른 시점을 나타냅니다.

트리거 이벤트는 명령을 내리는 운전석 도어의 CAN 모듈이고 움직이기 시작하는 차창은 채널 3에서 일어나는 전입니다. 전면 패널의 Previous(이전)와 Next(다음) 버튼을 사용하면 지연 시간을 빠르고 쉽게 계측하기 위해 마커들 사이를 이동하며 커서를 즉시 배치할 수 있습니다. 그림 3에서 스위치를 눌렀을 때부터 차창이 움직이기 시작할 때까지 걸리는 총 시간은 58.8ms로서 허용 가능한 지연 시간 범위 이내임을 알 수 있습니다.

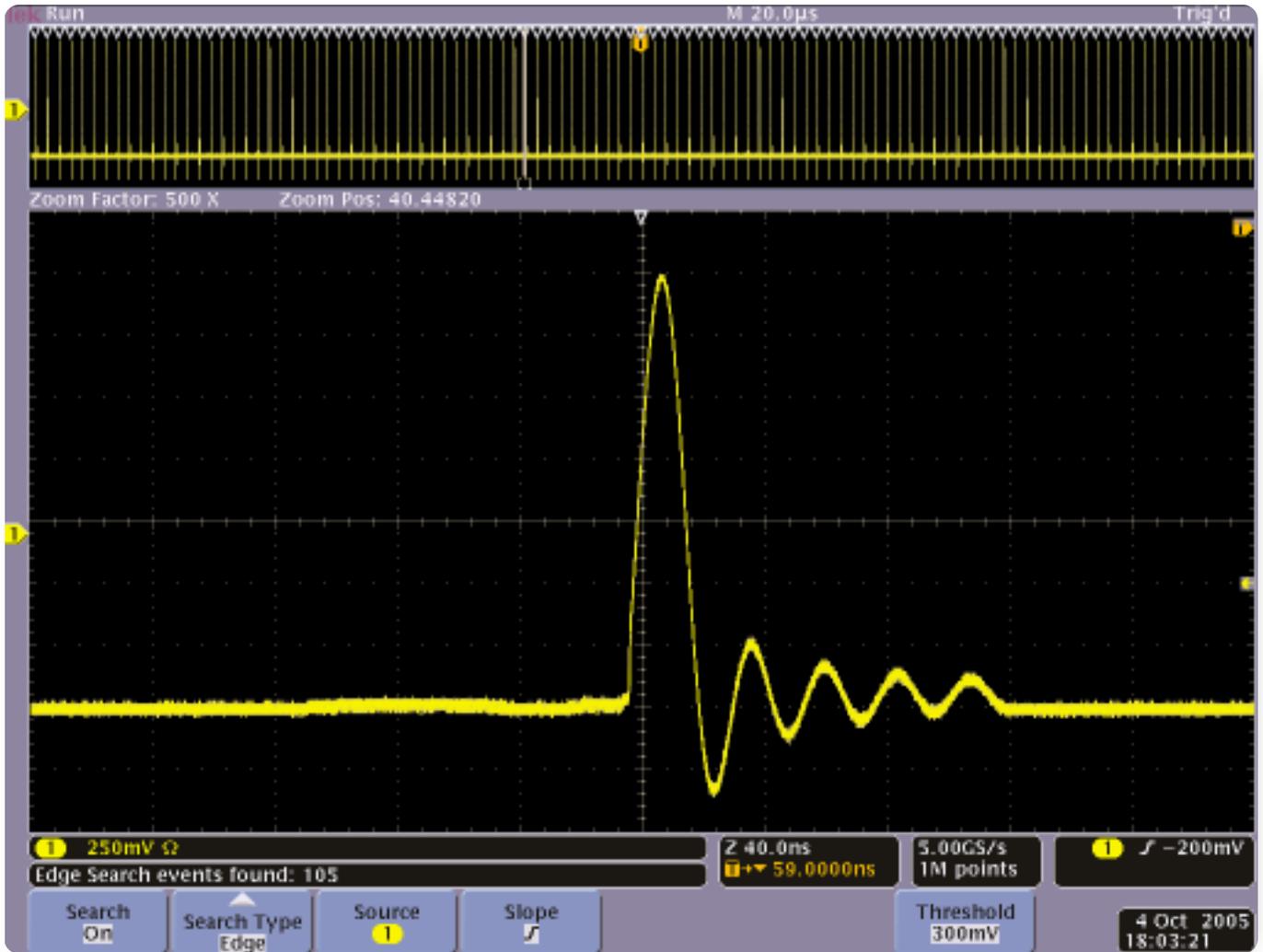
Search & Mark

수동으로 파형에 표시를 하는 것 외에도 Wave Inspector에는 획득된 전체 데이터를 검색하고 사용자가 지정한 이벤트가 발생할 때마다 이를 자동으로 표시하는 기능이 있습니다. 예를 들어 레이저 펄스를 캡처하는 중이라고 생각해 봅시다. 각 펄스의 폭이 15ns에 불과하고 매 20 μ s마다 레이저가 발사됩니다. 여러 개의 펄스를 관찰하여 레이저 형상을 특성화하고 그 펄스들 간에 정밀하게 타이밍 계측을 하려고 하지만, 한 펄스에서 다음 펄스로 이동하려면 20 μ s에 가까운 무반응 시간 동안 면밀히 검사해야 합니다. 그런 다음 획득된 각각의 다른 펄스에 대해서도 같은 작업을 반복해야 합니다. 분명한 점은, 위치 노브를 조작하느라 시간을 낭비하지 않고 한 펄스에서 다른 펄스로 즉시 이동할 수 있는 것이 좋을 것입니다.

Search Function



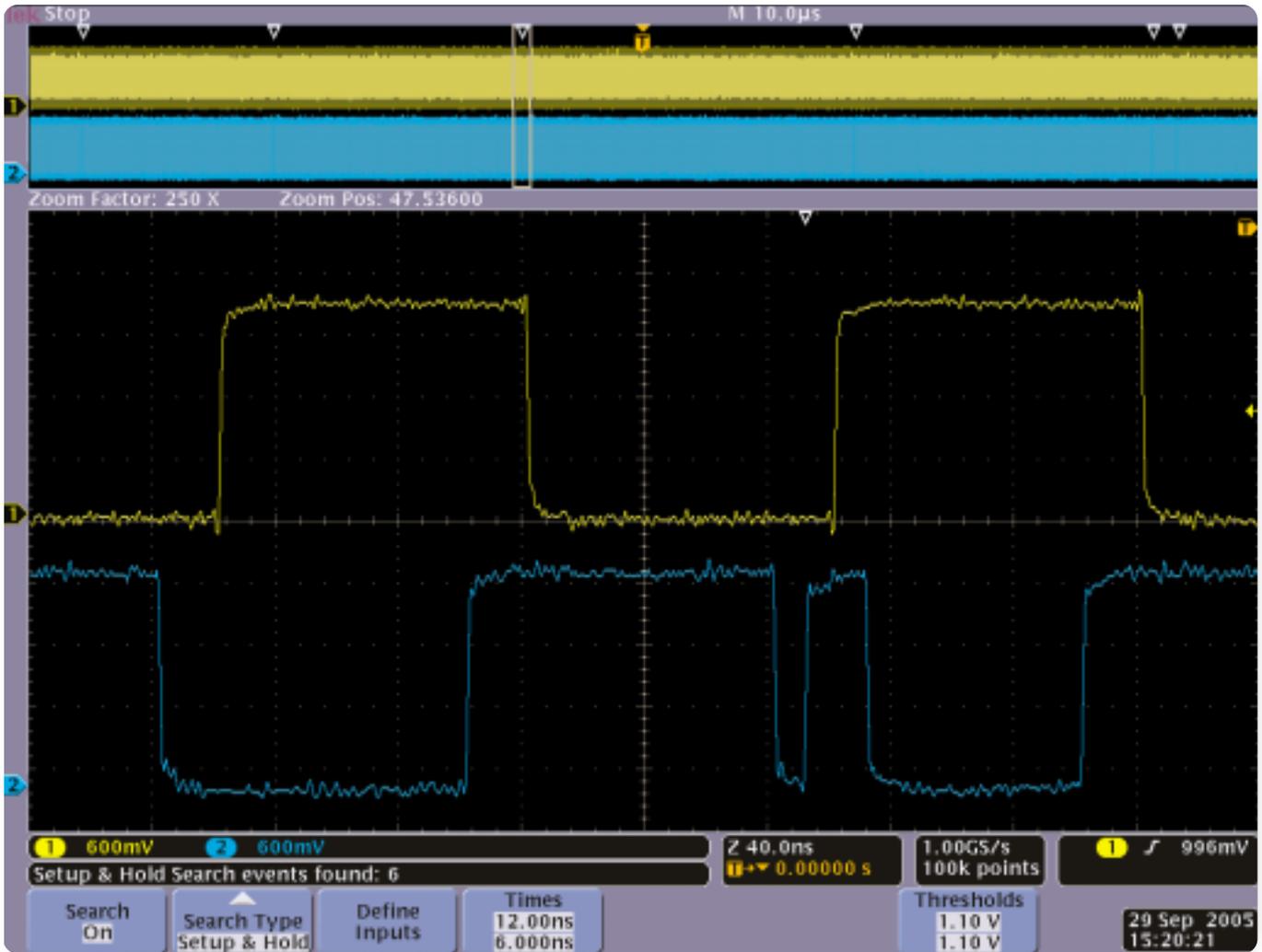
▶ 그림 3A. Wave Inspector의 강력한 검색 기능을 이용하면 사용자가 지정한 이벤트가 획득된 데이터에서 발생할 때마다 이를 발견할 수 있습니다.



▶ 그림 4. DPO4000 시리즈는 긴 획득 데이터에서 300mV를 통과하는 모든 펄스를 표시합니다.

300mV의 임계값을 통과하는 상승 에지를 찾는 매우 간단한 검색 설정이 그림 4에 표시되어 있습니다. 검색을 통해 생성된 마커는 상단 및 하단 윈도우 양쪽에 있는 위쪽 가장자리를 따라 속이 빈 흰색 삼각형으로 나타납니다.

이 검색으로 레코드 전체에 105개의 마커가 나타났습니다. 이 상태에서는 전면 패널의 이전 및 다음 버튼을 눌러 한 펄스에서 다음 펄스로 이동하기만 하면 되며 확대/축소 배율이나 위치를 조정할 필요가 전혀 없습니다!



▶ 그림 5. 셋업 및 홀드(Setup & Hold) 위반 검색을 통해 6개의 위반 이벤트가 발견되었습니다

Wave Inspector의 검색 기능은 단순한 에지 검색을 훨씬 넘어서는 수준입니다. 설계 중인 칩에 출처가 불분명한 출력이 있어 종종 전체 시스템 성능을 해친다고 생각해 봅시다. 그것은 셋업 및 홀드(Setup & Hold) 위반으로 인한 불안정성 문제인 것으로 의심됩니다. 단 몇 초 만에 검색 기준을 지정하여 획득 데이터에서 사용자가 지정하는 셋업 및 홀드 시간을 위반하는 일이 생길 때마다 스코프가 이를 자동으로 발견하도록 할 수 있습니다.

이 예에서는 셋업 시간과 홀드 시간을 각각 12ns와 6ns로 정했습니다. 스코프가 이런 한계를 위반한 경우를 이를 자동으로 발견하게 하려면 클릭은 채널 1에, 데이터는 채널 2에 있는 것으로 지정하고 임계값을 설정하고 원하는 셋업 및 홀드 시간을 입력하기만 하면 됩니다. 그러면 오실로스코프가 전체 획득 데이터에 걸쳐 모든 클릭 에지에 대한 타이밍을 확인하고

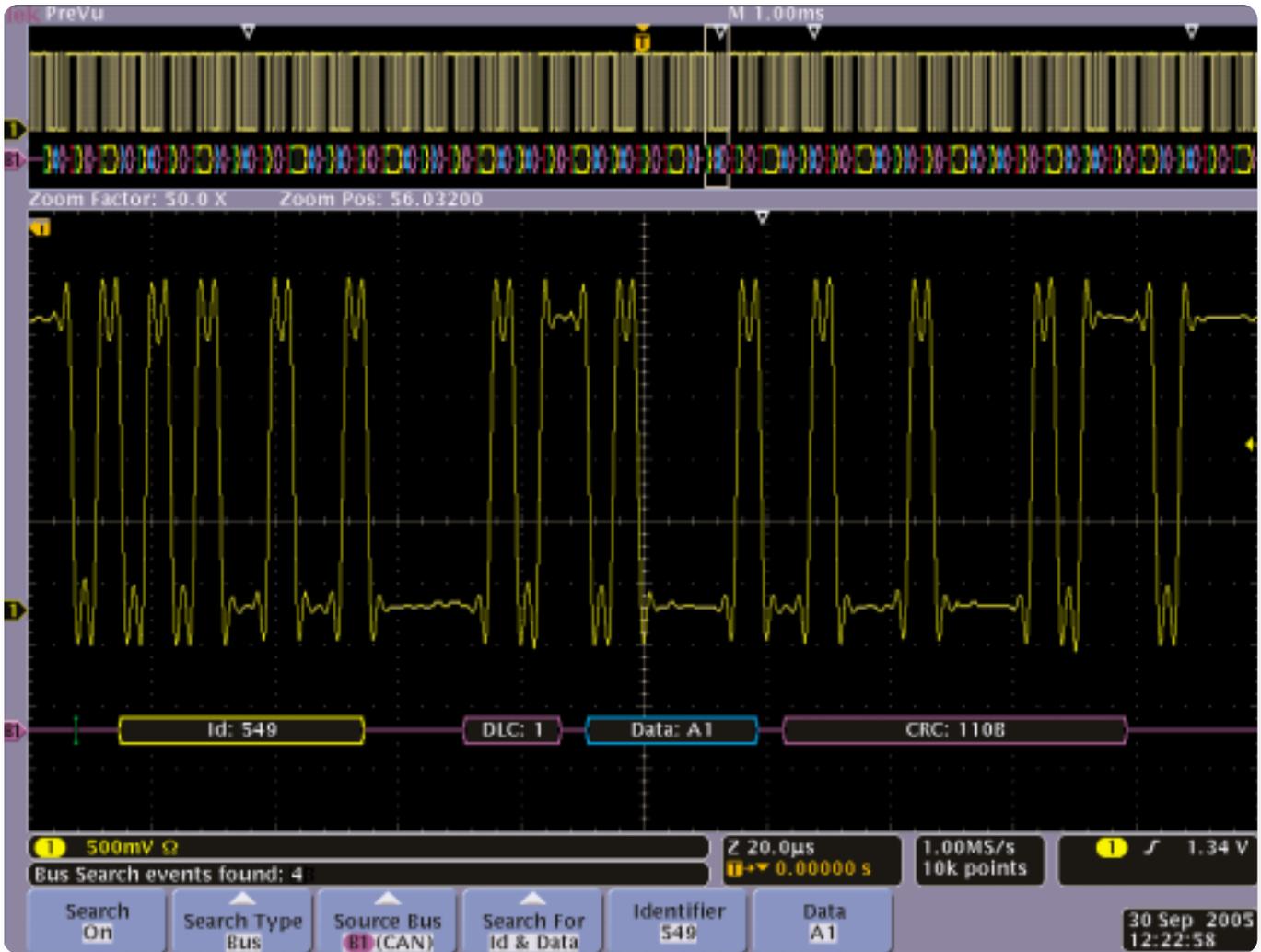
파형 분석을 단순화 해주는 Wave Inspector™

▶ 응용자료

지정된 셋업 및 홀드 시간을 위반하는 경우를 표시합니다. 그림 5에서는 검색 결과 6차례의 위반 사항이 있었습니다. 이 6개의 이벤트는 상단 윈도우에 속이 빈 흰색 삼각형으로 표시됩니다. 하단 윈도우는 위반 이벤트 중 하나를 확대해서 보여주는 화면입니다. 데이터 라인에 있는 좁은 음의 펄스가 12ns의 셋업 시간을 위반하고 있음을 분명히 알 수 있습니다.

파형을 수동으로 스크롤하지도 않고 어떤 것을 계측하기 위해 커서를 사용 하지도 않으면서 불안성의 원인을 찾아내었습니다. 셋업 및 홀드 시간을 조정하고 Wave Inspector가 얼마나 많은 이벤트를 찾는지를 봄으로써 최악의 경우에 대한 확인 작업도 수행할 수 있습니다. 예를 들어 홀드 시간을 0으로 설정한 다음 한 개의 이벤트만 발견될 때까지 셋업 시간을 줄일 수 있습니다.

Wave Inspector가 제공하는 또 다른 강력한 검색 기능은 버스 검색 기능입니다. 선택 사양으로 제공되는 DPO4EMBD 및 DPO4AUTO 애플리케이션 모듈이 설치되어 있으면 전면 패널 B1과 B2 버튼을 사용하여 I2C, SPI 또는 CAN 직렬 버스 중 하나가 되도록 입력 조합을 정의할 수 있습니다. 일단 설정하고 나면 사용자가 지정한 패킷 레벨 정보에 대해 트리거하고 스코프가 획득된 모든 패킷을 2진수 또는 16진수 중 하나로 자동으로 디코딩하도록 할 수 있습니다.



▶ 그림 6. CAN 메시지에서 특정 식별자 및 데이터 값 검색

이 트리거링은 문제가 있는 시간 범위를 따로 분리하는 것이 매우 중요하지만 시스템 레벨에서 어떤 일이 발생하고 있는지를 이해하려면 많은 패킷에서 일어나는 버스 활동을 볼 필요가 있을 것입니다. 버스 검색 기능을 사용하면 패킷 레벨 기준을 지정하고 빠르게 보고 이동하고 분석할 수 있도록 레코드에 모든 패킷 발생을 표시할 수 있습니다.

이전의 CAN 예를 계속 인용하여 그림 6에서는 관심을 가지고 있는 특정 식별자(549)와 데이터(A1)로 CANbus의 긴 획득에서 모든 메시지를 검색했습니다.

파형 분석을 단순화 해주는 Wave Inspector™

▶ 응용자료

검색 유형	설명
에지	사용자가 지정한 임계값 수준으로 에지(상승 또는 하강 에지)를 검색합니다.
펄스 폭	사용자가 지정한 펄스 폭과 비교하여 >, <, =, ≠의 조건으로 펄스 폭을 검색합니다.
런트	한 진폭 임계값을 지나치지만 첫 번째 임계값을 다시 지나치기 전에 두 번째 임계값을 지나치지 못하는 양 또는 음의 펄스를 검색합니다. 모든 런트 펄스 또는 사용자가 지정한 시간과 비교하여 >, <, =, ≠의 조건으로 지속 시간을 가진 런트 펄스만 검색합니다.
로직	각 입력이 High, Low 또는 Don't Care 중 하나로 설정된 여러 개의 파형에 대한 로직 패턴(AND, OR, NAND 또는 NOR)을 검색합니다. 이벤트가 true 또는 false가 되거나 사용자가 지정한 시간과 비교하여 >, <, =, ≠의 조건으로 유효하게 유지되는 시점을 검색합니다. 또한 동기 (상태) 검색을 위해 입력 중 하나를 클럭으로 정의할 수 있습니다.
셋업 및 홀드	사용자가 지정한 셋업 및 홀드 시간의 위반 이벤트를 검색합니다.
상승/하강 시간	사용자가 지정한 시간과 비교하여 >, <, =, ≠의 조건으로 상승 및/또는 하강 에지를 검색합니다.
버스	I2C: Start(시작), Repeated Start(반복 시작), Stop(정지), Missing Ack(승인 누락), Address(주소), Data(데이터) 또는 Address & Data(주소 및 데이터)를 검색합니다. SPI: SS Active(SS 액티브), MOSI, MISO, 또는 MOSI & MISO를 검색합니다. CAN: Start of Frame(프레임 시작), Type of Frame(프레임 유형) (Data, Remote, Error, Overload(데이터, 원격, 오류, 과부하)), Identifier(식별자) (표준 또는 확장), Data(데이터), Identifier & Data(식별자 및 데이터), End of Frame(프레임 끝) 또는 Missing Ack(승인 누락)를 검색합니다.

▶ 표 1. 검색 이벤트

Wave Inspector는 기준을 충족한 획득에서 4개의 메시지를 찾았습니다. 이때도 한 가지 발생 이벤트에서 다음으로 확대/축소 윈도우를 이동하는 것은 전면 패널에서 이전 및 다음 버튼을 누르는 것만큼이나 간단한 작업입니다. 스크프가 패킷을 디코드하므로 사용자가 아날로그 파형으로부터 수동으로 디코드하지 않아도 모든 관련 정보를 즉시 볼 수 있습니다.

위에 제시된 예 외에도, DPO4000 시리즈는 다른 많은 유형의 이벤트를 검색할 수 있습니다. 전체 검색 기능 목록이 표 1에 나와 있습니다.

다중 검색

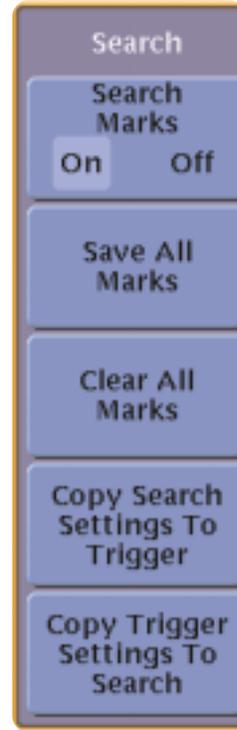
이 시점에서 명백한 한 가지 문제는 "다른 검색 작업을 수행하고 싶지만 첫 번째 검색에서 얻은 결과(표시)는 읽고 싶지 않을 때 어떻게 할 것인가?" 하는 것입니다. 이럴 때는 Save All Marks(모든 마커 저장) 메뉴 선택 항목만 선택하면 속이 빈 흰색 삼각형 검색 마커가 채워지면서 전면 패널의 Set Mark(마커 설정) 버튼으로 나타낸 마커와 같은 모양으로 나타나는 것을 볼 수 있을 것입니다. 이들 마커가 이제는 파형 상에 저장되어 새 검색 작업을 수행할 수 있습니다.

이 작업은 원하는 만큼 마음껏 할 수 있으므로 사실상 무제한적인 검색 능력을 가지게 되는 셈입니다. 물론, 모든 것이 지워진 깨끗한 상태에서 시작하고 싶다면 Clear All Marks(모든 마커 지우기) 버튼을 눌러 파형에 표시된 모든 마커를 제거하거나 Set/Clear Mark(마커 설정/지우기) 전면 패널 버튼을 사용하여 단일 마커를 모두 제거할 수 있습니다.

트리거를 이용한 검색 작업

Search(검색) 메뉴에는 다른 두 가지의 강력하고 시간이 절감되는 기능이 포함되어 있는데, 바로 트리거 설정을 복사하여 검색하는 기능과 검색 설정을 복사하여 트리거하는 기능이 그것입니다.

캡처된 데이터에서 다른 트리거 이벤트가 발생하는지 여부를 알아보기 위해 획득된 데이터를 검색하려 할 때 현재 트리거 설정을 검색 메뉴로 복사하는 것이 가장 유용한 방법입니다. 또는 획득한 데이터에서 어떤 이벤트를 찾고 그 이벤트를 트리거 기준으로 사용하여 새 데이터를 다시 획득하려 할 때는 검색 설정을 트리거 메뉴로 복사하는 것이 가장 유용한 방법입니다.



▶ 그림 7. 검색 사이드 메뉴

결론

첨단 디지털 오실로스코프는 대량의 데이터를 캡처할 수 있습니다. 이런 능력은 축복인 동시에 재앙이 될 수도 있는 양면성을 가지고 있습니다. 데이터 전부를 원하는 경우 그것이 바로 스코프가 필요한 이유입니다. 하지만 지금까지 방대한 양의 데이터에서 중요하고 의미 있는 소수의 데이터를 찾아내는 것은 엄청난 시간이 걸리고 힘든 과정이었습니다. 그러나 Wave Inspector 기능을 가진 DPO4000 시리즈를 사용하면 오실로스코프로는 꿈도 못 꿀 정도로 효율적으로 필요한 해답을 찾아낼 수 있습니다.

텍트로닉스 연락처:

동남아시아/대양주/파키스탄 (65) 6356 3900

오스트리아 +41 52 675 3777

발칸, 이스라엘, 남아프리카 및 다른 ISE 국가들 +41 52 675 3777

벨기에 07 81 60166

브라질 및 남미 55 (11) 3741-8360

캐나다 1 (800) 661-5625

중앙동유럽, 우크라이나 및 발트국 +41 52 675 3777

중앙 유럽 및 그리스 +41 52 675 3777

덴마크 +45 80 88 1401

핀란드 +41 52 675 3777

프랑스 및 북아프리카 +33 (0) 1 69 86 81 81

독일 +49 (221) 94 77 400

홍콩 (852) 2585-6688

인도 (91) 80-22275577

이태리 +39 (02) 25086 1

일본 81 (3) 6714-3010

룩셈부르크 +44(0) 1344 392400

멕시코, 중앙아메리카 및 카리브해 52 (55) 56666-333

중동, 아시아 및 북아프리카 +41 52 675 3777

네덜란드 090 02 021797

노르웨이 800 16098

중국 86 (10) 6235 1230

폴란드 +41 52 675 3777

포르투갈 80 08 12370

대한민국 82 (2) 528-5299

러시아 및 CIS 7 095 775 1064

남아프리카 +27 11 254 8360

스페인 (+34) 901 988 054

스웨덴 020 08 80371

스위스 +41 52 675 3777

대만 886 (2) 2722-9622

영국 및 아일랜드 +44 (0) 1344 392400

미국 1 (800) 426-2200

기타 지역: 1 (503) 627-7111

2005년 6월 15일 갱신

추가 정보

Tektronix는 최첨단 기술을 다루는 엔지니어를 지원하기 위해 응용 자료, 기술 문서 및 기타 리소스 등을 총 망라한 방대한 자료를 보유 관리하고 있으며 이를 계속 확장하고 있습니다. www.tektronix.com을 참조하십시오.



Copyright © 2006, 텍트로닉스, Inc. All rights reserved. 텍트로닉스 제품은 현재 등록되어 있거나 출원중인 미국 및 국제 특허의 보호를 받고 있습니다. 이 문서에 포함되어 있는 정보는 이전에 발행된 모든 자료에 실린 내용에 우선합니다. 사양이나 가격 정보는 예고 없이 변경될 수 있습니다. 텍트로닉스 및 TEK은 텍트로닉스, Inc.의 등록 상표입니다. 본 문서에 인용된 다른 모든 상표는 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다. 48K-19039-0
10/05 EA/WOW

Tektronix
Enabling Innovation

