

노이즈가 심한 신호 처리

측정 업무를 간소화하는 오실로스코프 툴

개요

노이즈는 일반적이며 보편화된 문제입니다. 전기 회로와 관련된 일을 하는 거의 모든 사람들은 노이즈의 원인을 찾아 해결하거나 노이즈가 측정에 미치는 영향을 줄이는 등의 노이즈 처리에 상당 시간을 소모합니다.

노이즈는 설계 작업의 내부 또는 외부의 수많은 원인으로 인해 발생하며 관심 신호를 불분명하게 할 수 있습니다. 레이더 전송 또는 심전도 모니터에서 발생하는 저전압(mV) 신호 측정 시 마크를 표시하는 데 어려움을 겪을 수 있습니다. 노이즈는 측정하려는 신호의 실제 전압 측정과 지터를 높여 타이밍 측정을 어렵게 합니다. 혹은 설계 작업에서 필요한 신호에 초점을 맞추기 위해 노이즈가 없는 선명한 신호가 필요할 때도 있습니다. 또한 설계의 작동 원리를 명확하게 보여주기 위한 보고서 및 문서 작업에 선명한 신호가 유용한 경우도 있습니다.

노이즈가 심한 신호 처리

애플리케이션 노트

오실로스코프는 노이즈를 처리하기 위한 기능과 툴을 제공합니다. 이 애플리케이션 노트에서는 테크트로닉스 MSO2000 및 DPO2000 시리즈 오실로스코프에서만 사용할 수 있는 혁신적인 툴을 비롯하여 측정 시 노이즈를 줄이는 일반적인 오실로스코프 기능을 설명합니다. FilterVu™ 로우-패스 필터를 사용하면 오실로스코프의 최대 대역폭에 달할 정도의 예기치 못한 글리치가 캡처되더라도 중요한 고주파 이벤트의 누락 없이 불필요한 노이즈를 걸러내어 관심 신호에 집중할 수 있도록 돕습니다.

노이즈가 심한 신호 측정을 위한 오실로스코프 사용

안정된 트리거링 필요

신호를 분석하기 전에 캡처한 신호에 노이즈가 많아 안정된 트리거링이 어려울 경우 문제가 될 수 있기 때문에 안정된 디스플레이가 필요합니다. 대부분의 오실로스코프에는 몇 가지 기능이 있어 이러한 문제를 해결할 수 있도록 지원합니다.

일반적으로 안정된 트리거링의 첫 단계는 트리거 커플링 모드가 최상으로 작동하는지 테스트하는 것입니다. 많은 테크트로닉스 오실로스코프는 고주파(HF) 제거, 저주파(LF) 제거, 노이즈 제거 트리거 커플링 옵션을 제공하며 이들 기능은 신호의 안정된 트리거링에 사용할 수 있습니다.

HF 제거는 트리거링 경로에 로우-패스 필터를 수행하여 고주파 불안정성 또는 노이즈를 무시합니다. LF 제거는 트리거링 경로에 하이-패스 필터를 수행하여 트리거링 시 저주파 신호를 차단합니다. 노이즈 제거는 필요한 트리거링 히스테리시스를 증가시켜 트리거링 시 불규칙적인 노이즈를 억제합니다. 이 모드가 특정 신호에 어떻게 영향을 주는지 예측하기 어렵기 때문에 필요한 경우 각각을 시험하여 안정된 트리거링을 얻어야 합니다.

대다수 오실로스코프의 트리거 시스템은 또한 홀드 오프 제어 기능을 제공합니다. 이 기능은 사용자 지정 홀드 오프 시간 후에만 트리거링할 수 있도록 제어합니다. 신호가 반복되는 경우 일부 잘못된 트리거링을 무시하도록 홀드 오프를 조정하십시오.

트리거링이 여전히 불안정한 경우를 대비하여 대부분의 오실로스코프에는 로우-패스 필터를 통해 신호를 전달하는 대역폭 제한 필터가 있습니다. 로우-패스 필터에는 일반적으로 몇 가지 주파수 설정 기능이 있지만 20MHz보다 낮은 신호는 통과하지 못하게 합니다. 전원 공급 문제 디버깅과 같은 대부분의 애플리케이션의 경우 이 주파수보다 더 낮출 수 없습니다. 이 경우 안정된 트리거링이 될 때까지 다른 대역폭 설정을 사용해보십시오.

표시된 신호의 노이즈 감소

안정된 트리거링이 되면 사용 중인 오실로스코프에 노이즈를 표시할 수 있도록 세부 조정할 수 있습니다. 이러한 작업을 수행하기 위해 대역폭 제한 필터(상기 언급), 평균 획득 모드, 고해상도 획득 모드, FilterVu 로우-패스 필터, 테크트로닉스 MSO/DPO2000 시리즈 오실로스코프에서 사용할 수 있는 새로운 기능 등의 몇 가지 툴이 있습니다.

대역폭 제한 필터

대역폭 제한 필터는 선택한 주파수에 맞게 오실로스코프의 대역폭을 줄여줍니다. 이는 선택한 수준 이상의 주파수가 트리거링 경로뿐만 아니라 획득 및 디스플레이 경로에서 감쇠되거나 완전히 제거된다는 의미입니다. 대역폭 제한 필터는 안정된 트리거링을 할 때뿐만 아니라 오실로스코프에 표시된 노이즈의 양을 줄이는 데도 사용됩니다.

대역폭 제한 필터를 사용하면 오실로스코프의 노이즈를 가장 간단하게 제거할 수 있으며, 불필요한 노이즈가 고정된 차단 주파수를 넘더라도 원활하게 작동합니다. 고속 글리치가 발생할 수 있지만 이 또한 제거됩니다.

일반적으로 오실로스코프는 매우 제한된 일련의 대역폭 제한 설정을 제공하며, 기본 선택에는 250MHz 및 20MHz가 있습니다.

평균 획득 모드

평균 획득 모드는 몇 개의 전체 획득을 취하여 획득에서 샘플링할 때마다 평균 전압을 얻기 위해 이를 포인트별로 평균합니다. 평균에 포함되는 획득 수는 사용자가 조정할 수 있습니다.

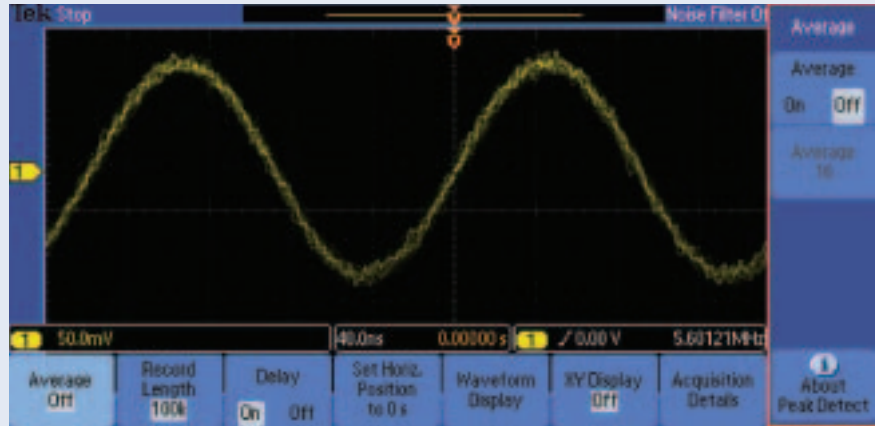
일반적으로 노이즈는 어떤 때는 높게, 어떤 때는 낮게, 획득할 때마다 불규칙적으로 나타납니다. 충분한 획득에 대해 이러한 불규칙한 형태를 평균할 경우 불규칙한 형태는 상쇄되며 화면 상에 안정된 신호를 만듭니다. 평균 획득 모드를 활용하려면 파형은 반복적이어야 합니다. 비반복적 파형이나 1회성 이벤트의 경우 평균할 수 없습니다.

평균 획득 모드는 아주 낮은 주파수에서도 관련 없는 모든 종류의 신호와 불규칙한 노이즈를 줄여줍니다. 그리고 모든 오실로스코프의 시간 영역 설정에서 작동됩니다.

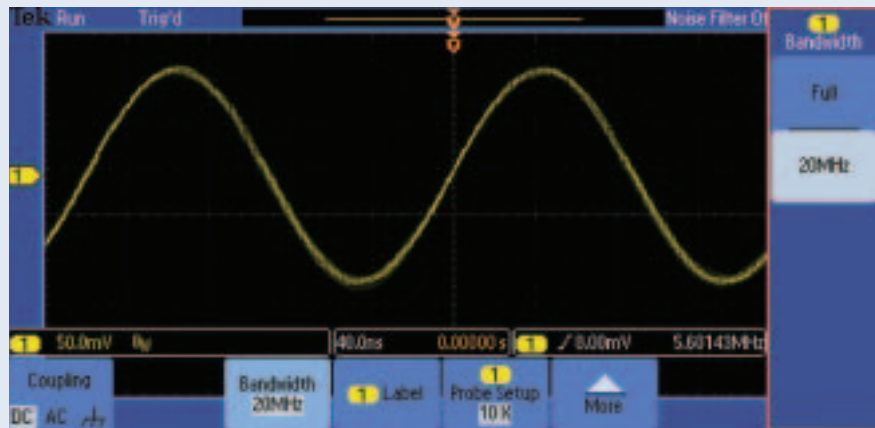
하나의 평균 파형을 만들기 위해서는 다중 파형을 획득해야 하기 때문에 디스플레이는 변화무쌍한 입력 신호 또는 전면부 노브 변경으로 인한 업데이트를 늦출 수 있습니다. 그러나 이렇게 하면 드물게 발생하는 글리치를 놓치지 않습니다.

일부 애플리케이션의 경우, 오실로스코프의 최대 대역폭을 고주파의 반복성 이벤트를 캡처하는 데 사용할 수 있기 때문에 대역폭 제한 필터보다 평균 획득 모드가 더 나은 결과를 얻을 수 있습니다.

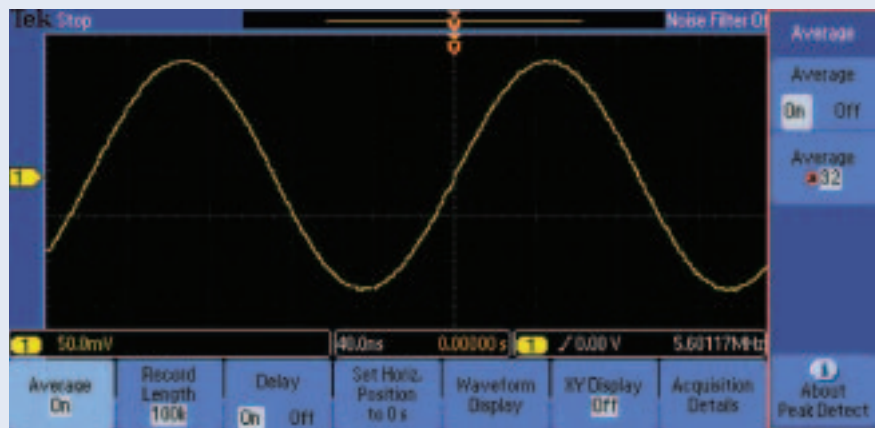
노이즈 감소: 대역폭 제한 필터 및 평균 획득 모드



낮은 레벨 사인파의 기본 획득 및 디스플레이. 신호의 30mV 노이즈에 주목하십시오.



대역폭 제한 필터를 20MHz에 설정. 노이즈의 양이 현저히 감소한 것에 주목하십시오. 이는 노이즈의 일부가 20MHz보다 크지만 일부 더 낮은 주파수의 노이즈가 존재하고 있음을 나타냅니다.



32개 평균 획득 모드. 노이즈가 거의 없는 매우 깨끗한 사인파에 주목하십시오. 모든 불규칙 노이즈의 주파수를 평균으로 제거할 수 있습니다.

고해상도 획득 모드

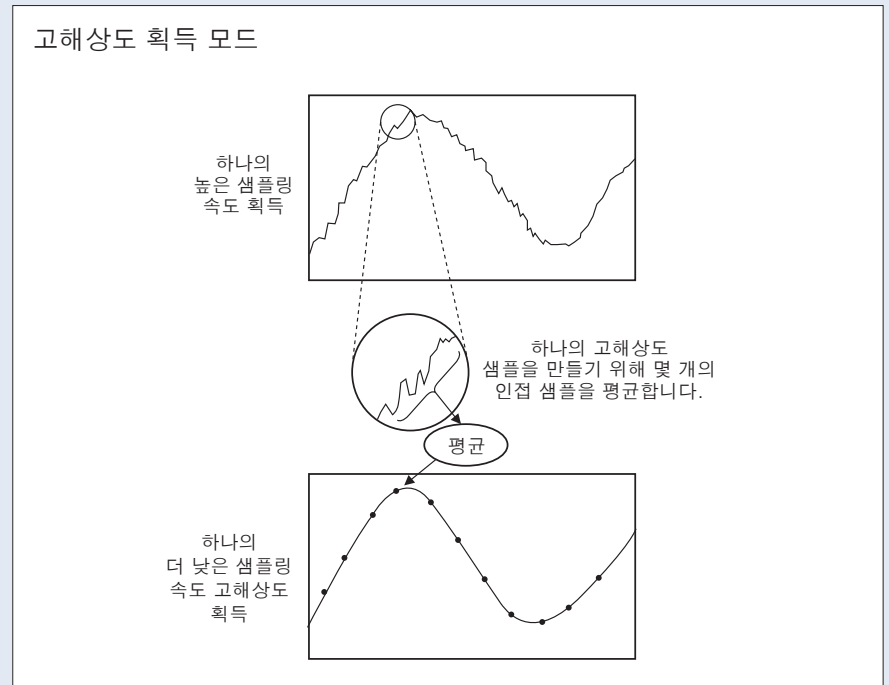
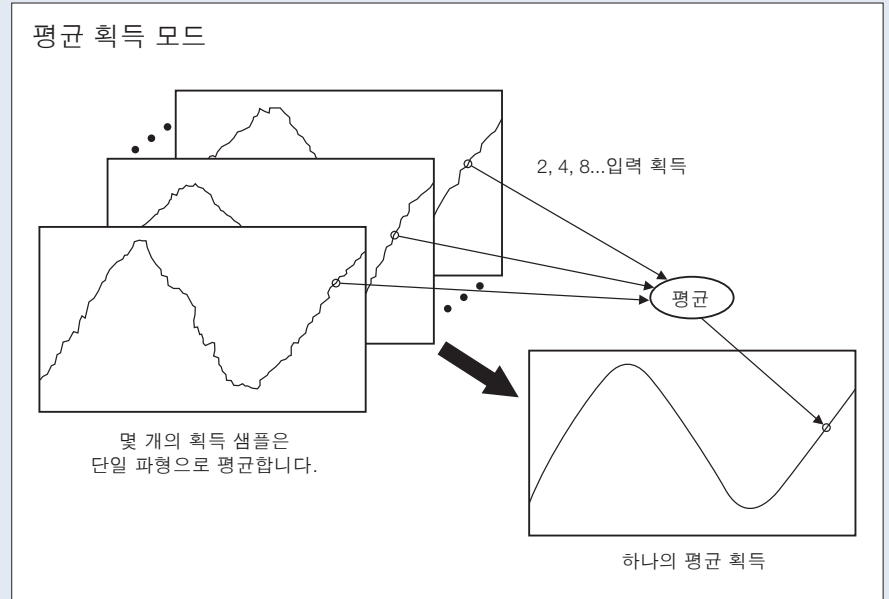
일부 오실로스코프에는 노이즈를 제거하기 위해 평균하는 평균 획득 모드와 비슷한 고해상도 획득 모드가 있습니다. 고해상도 획득 모드는 각 획득에 대해 박스카(Box Car) 평균을 수행하여 단일 평균 샘플을 만들기 위해 단일 획득 파형 내에서 몇 개의 인접 샘플을 평균합니다. 이는 고주파 노이즈를 감소시키는 효과가 있어 평균은 노이즈로 인해 발생하는 전압에서의 고속 변화량을 상쇄합니다. 또한 많은 샘플을 하나의 샘플로 변환하기 때문에 샘플링 속도가 감소합니다. 따라서 고해상도 획득 모드는 느린 시간 영역 설정에서만 사용할 수 있으며, 이 모드의 오실로스코프에는 측정된 신호를 재현하기 위한 충분한 샘플링 속도가 있습니다.

평균 획득 모드와는 달리 고해상도 획득 모드는 비반복적이며 1회성 파형에 사용할 수 있습니다. 또한 하나의 파형만 획득하기 때문에 고해상도 획득 모드는 입력 또는 전면부 설정 변경 후 디스플레이의 업데이트를 더 빠르게 합니다. 또한 시간 인접 샘플을 조합하면 보다 느린 시간 영역 설정에서 앨리어싱 기회가 줄어듭니다.

고해상도 획득 모드는 로우-패스 필터의 한 종류이기 때문에 신호의 고속 글리치를 놓칠 수 있습니다. 고해상도 획득 모드는 일부 고주파 노이즈를 통과시켜 신호 형태와 에지 위치가 불명확해질 수 있습니다. 일반적으로 고해상도 획득 모드에서는 어떤 주파수가 제거되는지 표시되지 않습니다.

고해상도 획득 모드에서는 디스플레이에서 일부 앨리어싱 주파수는 줄어들지만, 고해상도 로우-패스 필터의 낮은 주파수 선택 특성으로 인해 다른 앨리어싱 주파수는 여전히 나타납니다.

노이즈 감소: 평균 및 고해상도 획득 모드



DSP 필터

일부 오실로스코프는 신호에서 특정 주파수의 노이즈를 제거하는 사후 처리 DSP 필터를 제공합니다. 필터 주파수에 대해 완벽한 제어를 제공합니다. 이들 필터는 유연하고 응답 속도가 느리기 때문에, 1회성 또는 느린 업데이트 속도의 디스플레이에 적합합니다. 이 필터는 관심 이벤트 및 중요 글리치 또는 이상 현상을 걸러냅니다.

FilterVu™ 로우-패스 필터

텍트로닉스 MSO/DPO2000 시리즈 오실로스코프에는 강력한 기능의 FilterVu™ 로우-패스 필터가 있어 신호에서 불필요한 노이즈를 걸러냅니다. FilterVu를 통해 로우-패스 필터 주파수를 선택하여 표시된 획득에 적용할 수 있습니다. 로우-패스 필터 트레이스 외에도, 깨끗이 걸러진 파형 아래의 피크 검출(최소/최대로 샘플링) 획득을 보여주는 배경 트레이스에 의한 예기치 않은 고주파 글리치 또는 큰 진폭의 노이즈가 누락되지 않도록 하는 기능도 있습니다(그림 1 참조).

전면부에서 로우-패스 필터 차단 주파수를 조정하여 노이즈 감소량을 원하는 만큼 제어할 수 있습니다. 필터 주파수 판독치를 통해 번거로운 FFT(고속 푸리에 변환)를 설치할 필요 없이 신호 상의 노이즈 주파수를 특성화할 수 있습니다. 이러한 조정은 획득 후 1회성 파형에서도 가능하여 신호를 보다 세밀하게 검사할 수 있습니다.



그림 1. FilterVu 로우-패스 필터를 통해 피크 검출 획득을 보여주는 배경 트레이스가 깨끗하게 걸러진 파형 아래에 나타납니다.

획득 절차의 일부로서 FilterVu는 고주파 글리치 및 노이즈 진폭을 보여주는 배경 이미지를 유지하면서, 사후 처리 DSP 필터의 유연성 및 제어를 통해 고해상도 획득 모드의 빠른 디스플레이 업데이트를 제공합니다.

피크 검출 배경 트레이스는 오실로스코프의 최대 진폭, 심지어 1회성 파형까지 신호 곡선의 피크를 캡처합니다. 이는 가장 느린 시간 영역 설정에서 신호를 검사할 때 가장 빠른 시간 영역 설정에서 캡처되는 글리치도 표시된다는 의미입니다.

노이즈가 심한 신호 처리

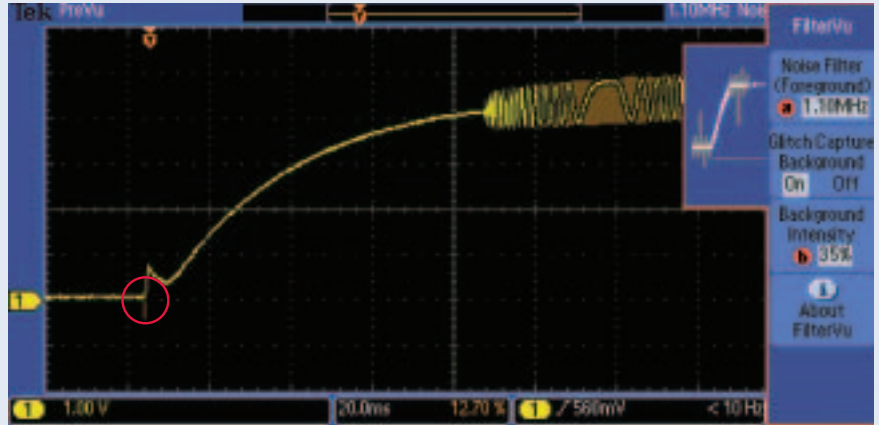
애플리케이션 노트

고해상도 획득 모드와 마찬가지로 FilterVu™ 필터는 모든 시간 영역 설정에서 사용할 수 없습니다. 설정을 빠르게 변경하면 필터 범위가 축소됩니다. 가장 빠른 시간 영역 설정에서는 로우-패스 필터가 파형 내의 샘플 포인트 수를 줄이면서 작동하기 때문에 필터를 사용할 수 없습니다. 시간 영역 설정이 많은 경우, 오실로스코프는 낮은 샘플링 속도로 작동하며 여분 포인트가 많습니다. 오실로스코프가 최대 또는 최대에 근접한 샘플링 속도로 작동하는 경우 여분의 포인트가 다소 줄어들고 FilterVu 기능이 축소됩니다. 가장 빠른 시간 영역 설정에서 노이즈를 줄이려는 경우에는 평균 획득 모드가 좋습니다.

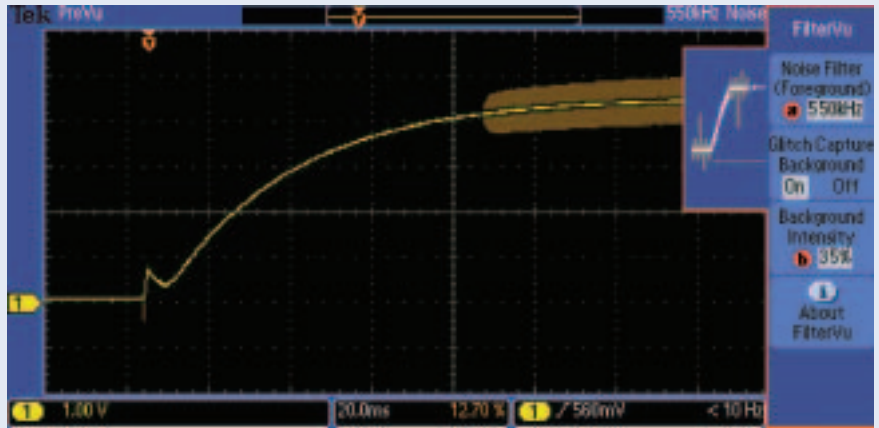
FilterVu는 반복적, 비반복적, 1회성 파형에 사용됩니다. 필터 주파수 조정 범위가 넓기 때문에 신호의 롤오프(roll-off) 없이 노이즈를 충분히 제거할 수 있습니다. 대역폭 제한 필터와 비교하여 FilterVu는 더 낮은 주파수(1MHz 미만)를 걸러내고, 고해상도 획득 모드와는 달리 신호를 불명확하게 하는 불필요한 고주파수는 통과시키지 않습니다. 피크 검출 기능이 중요 글리치를 놓치지 않기 때문에 고해상도 획득 모드를 훌륭하게 대체할 수 있습니다.

FilterVu는 앨리어싱 효과를 줄일 수 있습니다. 각 시간 영역 설정의 가장 낮은 노이즈 필터 주파수에서 주파수를 최소로, 줌을 off로 설정하고 획득을 실행하면 앨리어싱을 일으키는 고주파 콘텐츠의 1% 이하만 필터를 통과합니다. 관심 신호는 그대로 두고 앨리어싱 주파수만 제거됩니다.

FilterVu™ 로우-패스 필터로 노이즈 제거



스위치 모드 전원 공급기의 전원 공급 시 FilterVu 캡처. 화면 왼쪽에 작은 음(-) 스파이크에 주목하십시오. 이 스파이크는 FilterVu의 글리치 캡처 기능을 통해 빨간색으로 표시됩니다. 다른 오실로스코프에서는 글리치를 놓칠 수 있습니다.



이것은 550kHz로 변경한 필터 주파수 차단으로 이전 이미지와 동일한 1회 획득입니다. 오른쪽 오실로스코프에는 주 신호에서 노이즈가 제거되었음에 주목하십시오. 두 예에서 오른쪽 상단의 노이즈 필터(전면) 설정을 비교했을 때 550kHz와 1.1MHz 사이에 오실로스코프가 있음을 알 수 있습니다. 이 분석은 정지한 상태에서 모든 동일한 1회성 캡처하는 동안 수행할 수 있습니다. 또한 스파이크가 글리치 캡처 배경에 여전히 나타남을 주목하십시오. 전면 트레이스를 걸러내더라도 배경 트레이스에 글리치가 여전히 남아있습니다.

결론

노이즈는 거의 모든 전자 설계 및 디버깅 작업에서 발생하는 보편적이고 까다로운 문제입니다. 이 애플리케이션 노트에서는 측정 작업 시 노이즈의 감소, 이해 및 특성화에 사용할 수 있는 일부 오실로스코프 툴이 소개되었습니다. 텍트로닉스 MSO2000 및 DPO2000 시리즈 오실로스코프의 FilterVu 로우-패스 필터를 이용하시면 강력하고 유연한 툴로 설계 작업 시 품질 저하 없이 노이즈 문제를 보다 잘 해결할 수 있습니다.

다른 필터 및 획득 모드 비교

모드	비반복적 및 1회성 획득	가장 빠른 시간 영역 설정에서 사용 가능	고주파 글리치 및 이상 현상 표시	화면 업데이트 성능	주파수 범위
대역폭 제한 필터	✓	✓		높음	일반적으로 높은 주파수 (20MHz, 250MHz)
평균 획득 모드		✓		중간	해당 없음 (모든 주파수)
고해상도 획득 모드	✓			높음	시간 영역에 따라
FilterVu™ 로우-패스 필터	✓		✓	높음	시간 영역에 따라, 사용자 제어가 가능한 필터 범위
DSP 필터	✓	✓		낮음	조정 가능

모드	장점	단점
트리거 커플링 (HF, LF, 노이즈 제거)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 안정된 트리거링 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 트리거링만 유효, 디스플레이에 여전히 노이즈 남음
대역폭 제한 필터	<ul style="list-style-type: none"> ■ 간편함 ■ 필터 주파수 문서화 ■ 안정된 트리거링 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 제한된 일련의 필터 주파수 (예, 20MHz 및 250MHz) ■ 노이즈가 매우 낮은 주파수에서 발생 ■ 중요한 글리치 제거 가능성
평균 획득 모드	<ul style="list-style-type: none"> ■ 반복적 파형에 적합 ■ 모든 시간 영역 설정에서 사용 가능 ■ 화면 업데이트 성능으로 가변 - 균형 노이즈 감소 ■ 저주파 노이즈 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 비반복적 또는 1회성 파형에서는 작동하지 않음 ■ 오실로스코프 제어 또는 신호 변화에 대한 디스플레이 반응 느림 ■ 비반복적 글리치가 제거됨 ■ 안정된 트리거링을 얻을 수 없음. 트리거링이 안정되지 않으면 디스플레이 결과가 나뉨
고해상도 획득 모드	<ul style="list-style-type: none"> ■ 반복적, 비반복적 및 1회성 파형에 적합 ■ 빠른 디스플레이 업데이트 및 즉시 입력 반응 ■ 앨리어싱 기회 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가장 빠른 시간 영역 설정에서 사용 불가능 ■ 중요한 글리치 제거 가능성 ■ 일부 고주파 콘텐츠 제거 불가 ■ 효과적인 대역폭 또는 필터 주파수에 대한 표시 없음 ■ 필터 조정 불가 ■ 안정된 트리거링을 얻을 수 없음
FilterVu 로우-패스 필터	<ul style="list-style-type: none"> ■ 상대적으로 넓은 범위의 필터 주파수로 필터 주파수 수준 조정 가능, 실행 또는 정지 시 조정 가능 ■ 주파수 판독치에 필터 주파수 표시 ■ 글리치 및 노이즈 진폭의 조정 가능 ■ 반복적, 비반복적 및 1회성 파형에 적합 ■ 빠른 디스플레이 업데이트 및 즉시 입력 반응 ■ 앨리어싱 기회 제거 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가장 빠른 시간 영역 설정에서 사용 불가능 ■ 안정된 트리거링을 얻을 수 없음

텍트로닉스 연락처:

남아프리카 +27 11 206 8360

네덜란드 090 02 021797

노르웨이 800 16098

대만 886 (2) 2722-9622

대한민국 82 (2) 6917-5000

덴마크 +45 80 88 1401

독일 +49 (221) 94 77 400

러시아 연방 +7 (495) 7484900

룩셈부르크 +44 (0) 1344 392400

멕시코, 중미 및 카리브해 연안국 52 (55) 5424700

미국 1 (800) 426-2200

발칸, 이스라엘, 남아프리카 및 기타 ISE 국가 +41 52 675 3777

벨기에 07 81 60166

브라질 및 남미 (11) 40669400

스웨덴 020 08 80371

스위스 +41 52 675 3777

스페인 (+34) 901 988 054

영국 및 아일랜드 +44 (0) 1344 392400

오스트리아 +41 52 675 3777

이탈리아 +39 (02) 25086 1

인도 (91) 80-22275577

일본 81 (3) 6714-3010

중국 86 (10) 6235 1230

중동, 아시아 및 북아프리카 +41 52 675 3777

중부 유럽 및 그리스 +41 52 675 3777

중앙 유럽 및 동유럽, 우크라이나, 발트해 연안국 +41 52 675 3777

캐나다 1 (800) 661-5625

포르투갈 80 08 12370

폴란드 +41 52 675 3777

프랑스 +33 (0) 1 69 86 81 81

핀란드 +41 52 675 3777

홍콩 (852) 2585-6688

ASEAN/오스트레일리아 (65) 6356 3900

기타 지역의 경우 1 (503) 627-7111로 텍트로닉스에 연락하십시오.

업데이트: 2007년 11월 12일

추가 정보

텍트로닉스는 첨단 기술을 다루는 엔지니어들을 지원하고자 포괄적이며 꾸준히 확장되는 애플리케이션 노트, 기술 보고서 및 기타 리소스 등의 자료 컬렉션을 유지하고 있습니다. www.tektronix.com 을 참조하십시오.



Copyright © 2008, Tektronix, All rights reserved. 텍트로닉스 제품은 발급되었거나 출원 중인 미국 및 기타 국가의 특허로 보호됩니다. 이 문서에 수록된 정보는 이전에 발행된 모든 자료의 내용에 우선합니다. 텍트로닉스는 사양과 가격을 변경할 수 있는 권리를 가집니다. TEKTRONIX, TEK은 Tektronix, Inc.의 등록 상표입니다. 이 문서에 인용된 다른 모든 상표명은 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다.

10/08 EA/WOW

3GK-22049-0

