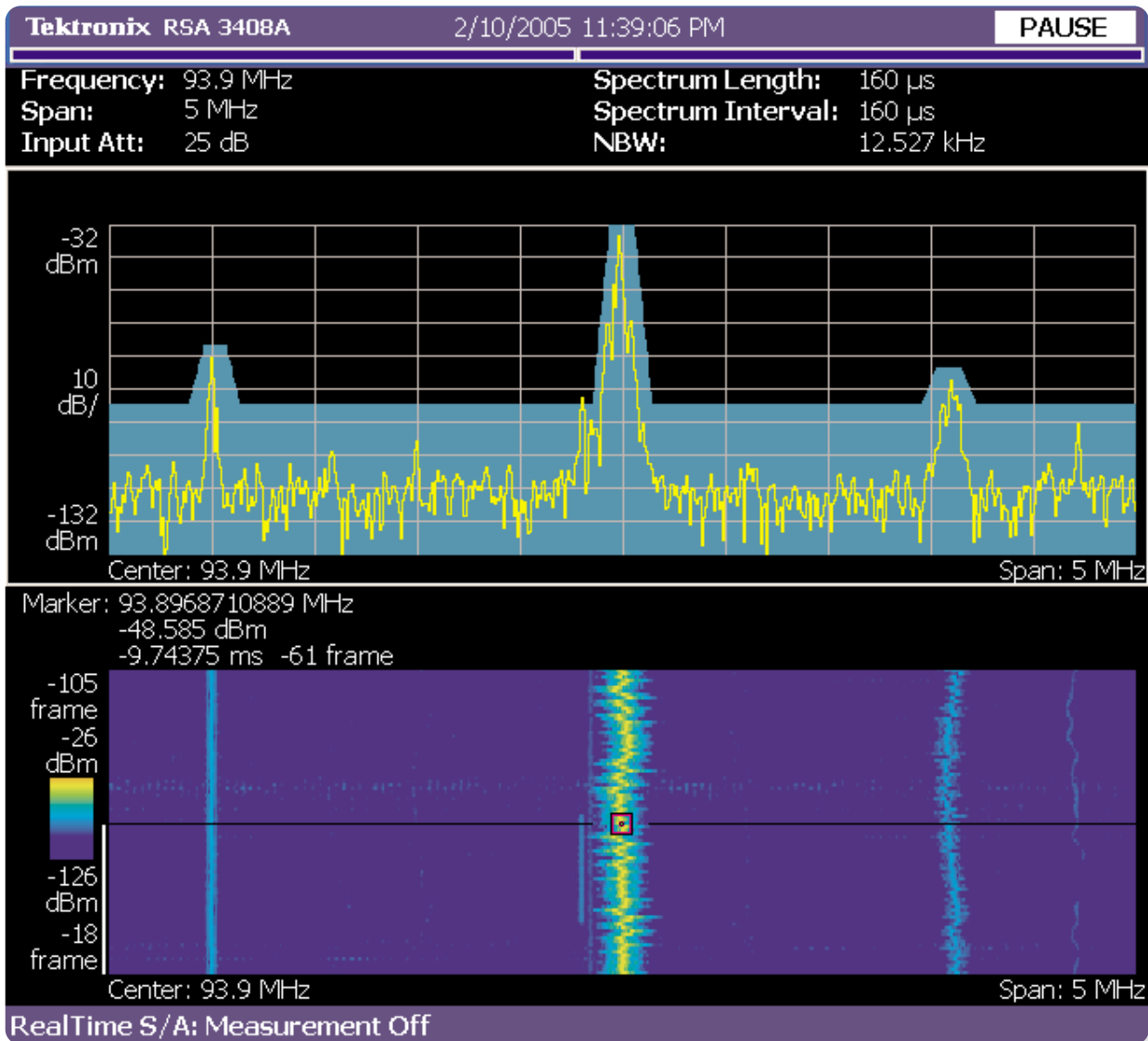


신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석



소개

RF 신호 모니터링 및 감시 애플리케이션은 종종 전형적인 무선 수신기 또는 스펙트럼 애널리라이저의 범위를 훌쩍 벗어나버리는 특수한 장비 요구 사항을 지니고 있습니다. 실시간 스펙트럼 애널리라이저(RTSA)에는 신호 모니터링 및 감시를 위한 탁월한 기능이 많이 있습니다. 이 응용 자료에서는 신호를 인터셉트하여 분석하는 기본적인 문제를 살펴 봅니다. 명백한 신뢰성 모니터링부터 시작하

여 탐지할 수 있는 확률이 낮은 신호의 인터셉트로 진행하면서 SIGINT(SIGnal INTelligence)를 트리거, 캡처 및 분석하기 위한 RTSA 기술을 설명합니다.

최근에 와서 무선 장치와 RF 통신이 폭발적으로 성장하면서 규제 및 정보 분야에서는 중대한 과제를 떠안게 되었습니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

이 응용 자료에서는 오늘날과 같이 까다로운 스펙트럼 환경에서 중요한 신호 정보를 수집하는 데 있어 RTSA 기술을 어떻게 사용할 수 있는지 살펴 봅니다.

RTSA가 필요한 정보를 효과적으로 캡처할 수 있는 방법을 보기 위해, 우선 이 기술의 개요로부터 시작하여 신호 모니터링에 대한 응용 방법을 간략하게 살펴 봅니다.

그 다음으로는 신호 감시의 기술적 과제와 핵심 기기의 성능 특징을 설명합니다. 여기에는 신호를 포착하기 어려운 RTSA의 실시간 주파수 마스크 트리거 기술이 지닌 고유 기능에 대한 설명도 포함됩니다.

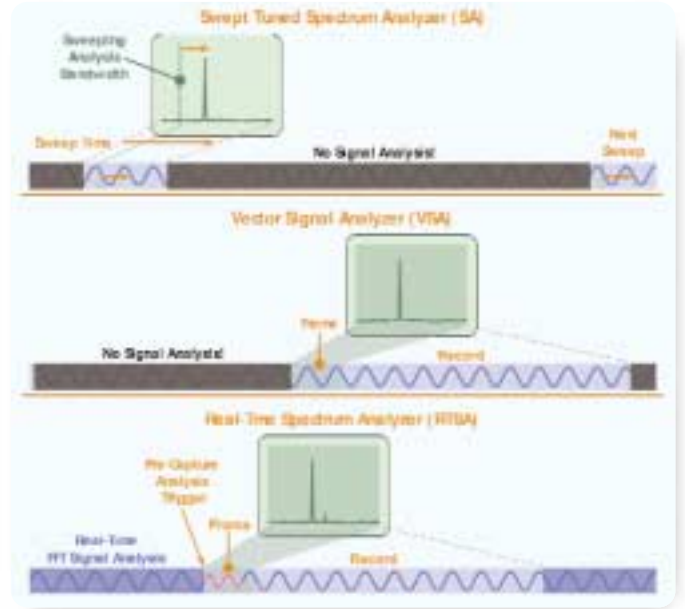
마지막으로, 다중 영역 복조 계측 뿐만 아니라 감시 환경에서 작동하는 몇 가지 특수 기능을 이용하여 캡처한 파형에서 얻을 수 있는 심도 깊은 정보도 제시합니다.

RTSA 개요

RTSA는 신호 정보 커뮤니티의 요구가 무엇인지 그 근원점을 추적할 수 있습니다. 스위프 스펙트럼 애널리저는 RF 스펙트럼의 일부 샘플 신호만 캡처합니다. 해당 스펙 전체를 스위핑하는 동안 매우 좁은 분해능 대역폭만을 분석할 수 있습니다. 따라서 대부분의 스펙트럼 주파수는 탐지되지 않은 채 변화될 수 있고 분석 대역폭이 그러한 주파수에 미치기를 기다리는 상태가 됩니다. 스위프 간 재추적 주기도 분석되지 않은 채 그냥 남겨지게 됩니다. 마찬가지로, 원래는 반복적인 CW 변조를 위해 개발된 벡터 신호 분석기도 아무런 신호 분석도 이루어지지 않는 기록 간 주기를 가집니다. 매우 긴 캡처 메모리를 사용하더라도 VSA는 중요한 단속 이벤트를 놓칠 수 있습니다.

정보 커뮤니티 입장에서는 분석되지 않는 이런 주기는 상당한 문제가 됩니다. 중대한 결과를 낼 가능성이 큰 인터셉트를 의도적으로 피하기 위해 신호 버스트를 빠르게 쫓다 끌 수 있습니다.

이 문제로 인해 중요한 신호 이벤트에 대해서만 트리거링으로 스펙트럼을 미리 분석할 수 있는 실시간 스펙트럼 애널리저가 필요하게 되었습니다. 이 분석기를 사용하면 효율적으로 중요한 신호 이벤트를 캡처하여 그 신호를 바로 분석할 수 있습니다. 그래서 20여년 전, 텍트로닉스는 이런 기능을 수행하는 기기 제품군 개발에 나서기 시작했습니다.



▶ **그림 1.** 스위프 스펙트럼 애널리저를 사용할 때는 시간의 많은 부분이 해석되지 않은 채로 남겨 집니다. 이와 유사하게, 벡터 신호 분석기는 신호 기록 간에는 분석 능력이 거의 없거나 전혀 없습니다. 실시간 스펙트럼 애널리저는 기록 전과 기록 중에 신호를 분석하므로 분석되지 않는 시간 부분을 제거할 수 있습니다. 이런 능력이 신호 정보(SIGINT, signal intelligence)에 중대한 기여를 했습니다.

신호가 점점 복잡해짐에 따라, 정밀한 이벤트 트리거링에 대한 필요성이 중요한 요구 사항이 되었습니다. 그래서 현재와 같은 RTSA에서 사용되는 정교한 실시간 트리거가 개발되게 되었습니다.

현대적인 RTSA는 동적 RF 신호와 관련된 문제를 해결할 수 있도록 설계되었습니다. 실시간 스펙트럼 분석의 기본 개념은 RF 신호의 스펙트럼에 대해 실시간으로 트리거하여 메모리로 빠짐없이 캡처하고 다중 영역에서 분석하는 것입니다. 실시간 스펙트럼 애널리저를 사용하면 신호 모니터링 및 감시 애플리케이션에 필수적인 것으로서 시간의 경과에 따라 변화하는 신호 에너지를 확실하게 탐지하여 특성화할 수 있습니다.

RTSA의 RF 프런트엔드 수신기는 DC에서 8GHz로 조정하여 입력 신호를 고정된 IF로 저역 변환할 수 있습니다. 그런 다음, 신호가 필터링되고 ADC(아날로그-디지털 컨버터)에 의해 디지털화되어 기기의 트리거링, 메모리 및 분석 기능을 관리하는 DSP(디지털 신호처리) 엔진으로 전달됩니다.

이 블록 다이어그램 및 획득 프로세스의 많은 요소는 전통적인 VSA(벡터 신호 분석기) 아키텍처의 요소들과 유사하지만, RTSA는 실시간 트리거링, 완벽한 신호 캡처 및 시간 상관 다중 영역 분석 기능을 제공하도록 최적화되어 있습니다. RTSA의 실시간 기능을 이용하면 100% 확률로 복잡한 스펙트럼 환경에서 특정 신호 버스트를 캡처할 수 있습니다.

RSA3408A의 분석 대역폭은 36MHz, 3차 혼변조 다이내믹 레인지는 -78dBc, DANL(Displayed Average Noise Level)은 1GHz에서 -151dBm/Hz, 위상 노이즈는 20kHz에서 -108dBc/Hz입니다. 위와 같은 조합을 통해 이 기기는 난해한 스펙트럼 환경에서도 우수한 감도로 RF 신호를 캡처할 수 있습니다.

RTSA는 다양한 변조 유형과 데이터 전송률을 지원하므로 수많은 모니터링 및 감시 애플리케이션에 이상적입니다.

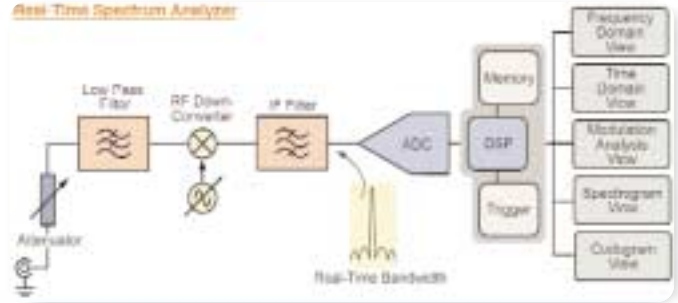
방송 신호 모니터링

RTSA의 유용성을 예증하기 위해 규제 기관의 규정 준수를 위해 방송 신호를 모니터링하는 애플리케이션을 살펴 봅시다.

규제 시행

무선 스펙트럼은 사용자들 사이에 불필요한 간섭을 피하기 위해 필요한 광범위한 규제 요구 사항이 적용되는 공유 자원입니다. 규제를 시행하는 그룹은 일상적으로 스펙트럼 방출을 모니터링하여 송신 장비가 규제를 준수할 수 있도록 합니다.

규정 준수 모니터링은 종종 전적으로 정부가 담당하는 활동으로 간주됩니다. 하지만 실제로는 수많은 영리 기업이 지속적으로 신호를 모니터링합니다. 무선 장치, 글로벌 뉴스 커버리지 및 주파수 대역



▶ 그림 2. DSP, 메모리 및 실시간 트리거를 나타낸 단순화된 RTSA 블록 다이어그램

경매가 폭증함에 따라 상용 신호 모니터링 애플리케이션의 성장세도 대폭 증가했습니다.

간섭이 발생하는 경우 오류를 판단하는 일은 전송된 스펙트럼 방출을 모니터링하는 데서부터 시작됩니다. 부주의로 인해 간섭성 방출이 생기면 셀룰러 주파수 대역 소유자가 매우 값비싼 대가를 치를 수도 있습니다. 마찬가지로, 상업 방송국은 상당수의 시청자들을 관리가 부실한 인접 채널의 방송국에 빼앗길 수 있습니다. 위성 소유자/운영자는 위성 궤도라는 소중한 자산을 모니터링해야 합니다. 이와 유사하게, 텔레포트 및 게이트웨이 지구국에서는 간섭 문제 뿐만 아니라 자산 사용과 요금 청구 목적으로도 신호를 모니터링할 필요가 있습니다.

스펙트럼 계측

스펙트럼 규제자는 보통 간섭 방지를 위해 여러 가지 공통 스펙트럼 계측을 지정합니다. 이러한 주요 계측을 모니터링하여 규정 조치 조치가 취해지거나 벌금이 부과되는지 여부를 판단할 수 있습니다.

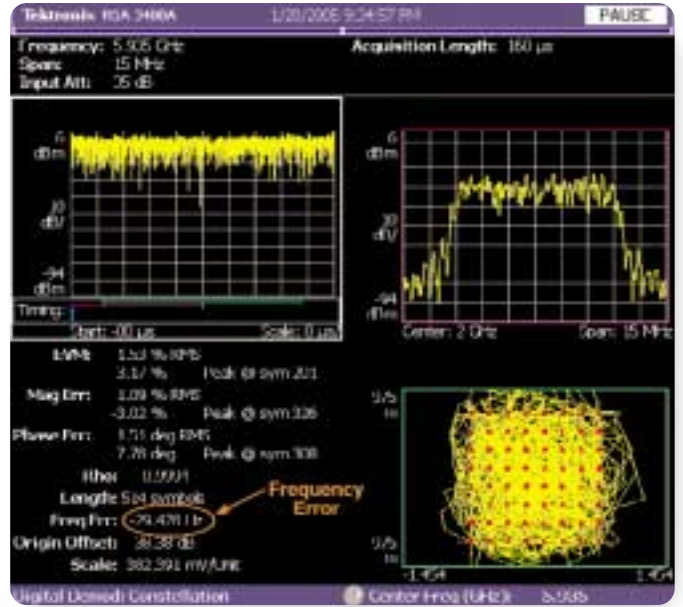
신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

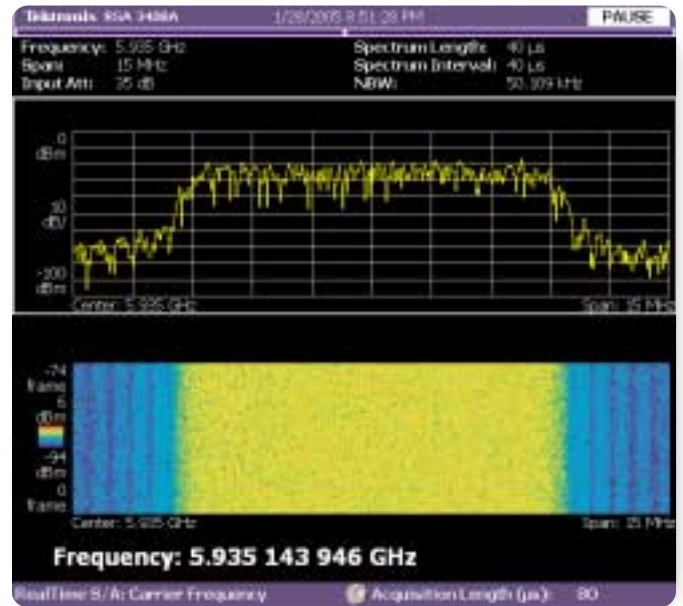
반송파 주파수를 계측하면 신호 방송자가 적합한 사용권을 취득한 채널 상에 있는지 확인할 수 있습니다. 첨단 기법의 억제된 반송파 변조를 위해 정확한 반송파 주파수를 결정하기가 어려울 수 있습니다. 대다수 스위프 스펙트럼 애널리라이저와는 달리, RTSA는 실제 신호로부터 주파수 오류를 추출할 수 있습니다. 이 기능은 분석기의 중심 주파수를 인종된 채널 주파수로 최초 설정하면 수행됩니다. 그런 다음 변조 파라미터, 심벌 레이트, 필터 유형과 모양이 입력됩니다. RTSA는 해당 신호로 자동으로 잠금 설정하고 EVM(Error Vector Magnitude) 계측 모드에서 채널 주파수 오류를 표시합니다. 디지털 신호의 변조를 위한 기기의 주파수 잠금 범위는 신호 파라미터에 따라 달라지지만 15kHz에서 기기의 전 대역에 이르는 범위를 가질 수 있습니다.

규제 기관의 모니터링 결과 신호가 올바른 주파수에 있는 것으로 밝혀지면 다음 단계는 그 대역폭이 올바른지 확인하는 일입니다. 신호가 적절히 할당된 대역폭 범위 내에 맞았는지 결정하는 데 있어 총 송신 전력의 백분율로 표현되는 OBW(Occupied Band-Width) 또는 감쇠 레벨(dB)로 표현되는 EBW(Emissions Band-Width)가 유용합니다. RTSA는 버튼 하나만 눌러 세 가지 신호 특성을 계측할 수 있습니다. 또한 사용자는 특수한 변조 요구 사항에 대해 대역폭 백분율이나 감쇠 레벨과 같은 기본 계측 파라미터를 변경할 수도 있습니다.

스펙트럼 계측을 하려면 각 채널에 존재하는 신호 레벨을 계측해야 합니다. RTSA에는 RMS 전압 탐지기가 내장되어 있습니다. 이 탐지기는 규제자가 신호 송신이 법률 요건에 적합한지 판정하기 위해 채널 전력 통계를 결정하는 데 유용합니다. 수많은 스펙트럼 애널리라이저에 사용되는 공통 엔벨로프 피크 탐지기가 피크 전압 계측 결과로부터 RMS 신호 전력을 평가하려면 일련의 보정 인자가 필요합니다. RTSA의 RMS 탐지기는 피크-RMS 보정 인자 없이 신호 전력을 계측할 수 있습니다. 이는 규제 준수에 대한 모니터링을 통해 각 채널에서 발견되는 최대 및 평균 전력을 결정하는 데 유용합니다.



▶ 그림 3. 신호 주파수 오류가 6GHz인 64QAM 신호는 -29.4Hz의 오류를 보이는 EVM 디스플레이에서 계측됩니다.



▶ 그림 4. -40dB 방출 대역폭 EBW 계측 결과 신호가 10MHz의 규제 요구 사항 이내에 든다는 것을 보여 줍니다.

스펙트럼 계측을 통해 규제 사항 준수를 보장하려면 종종 원격으로 작동되는 모니터링 장비를 사용해야 합니다. 현장에서 원격 작동 또는 자동 작동을 시키면 기기를 최적의 신호 강도를 얻을 수 있는 위치에 배치할 수 있습니다. 이렇게 하면 현장에 인력을 배치하는 비용이나 그에 따른 위험 없이 수집된 데이터의 품질을 향상시킬 수 있습니다.

RTSA의 분석 소프트웨어는 Windows 기반이고 해당 장비는 LAN 및 IEEE-488과 호환 가능합니다. Windows 기반 소프트웨어를 사용하면 LAN 연결을 통해 널리 쓰이는 소프트웨어 패키지를 이용해 디스플레이를 원격으로 볼 수 있습니다. 시스템 컨트롤러를 추가하면 TekVisa와 표준 IEEE-488 버스 또는 이더넷 연결을 통해 RTSA가 현장에서 원격으로 신호 모니터링 또는 정보 데이터를 자동으로 수집하도록 설정할 수 있습니다.

신호 감시 문제

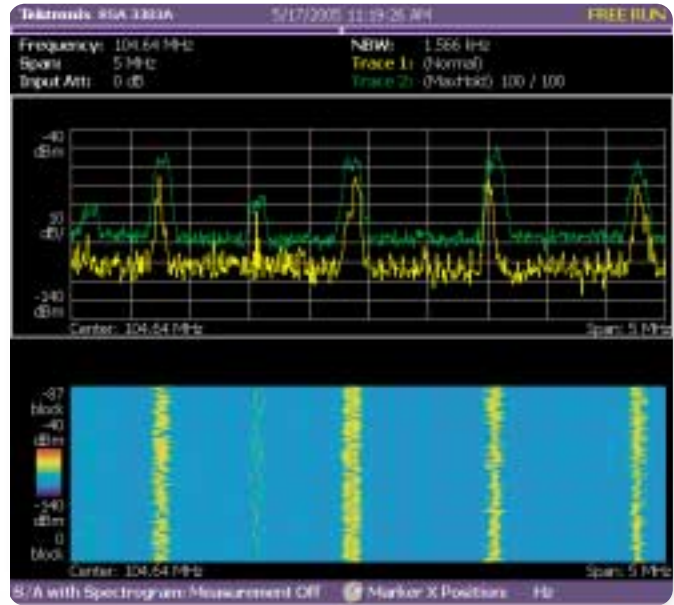
이 응용 자료에서 사용되는 신호 감시와 신호 모니터링이라는 용어는 서로 다른 의미를 지니고 있습니다. 신호 모니터링은 주로 간섭을 예방하거나 품질을 유지하거나 송신기 운영자에 대한 시행 조치를 취하기 위해 신호를 확인하는 것을 뜻합니다. 신호 감시는 상황을 조사하기 위해 정보를 수집하는 맥락에서 사용되는 용어입니다. 이 응용 자료에서 사용되는 감시는 그 주 목적이 정보 수집에 있습니다. 감시는 은밀히 이루어지는 경우가 많으므로 그 대상은 이런 감시 활동을 인지하지 못하는 반면, 모니터링은 그 특성상 분명히 인지할 수 있는 경우가 많습니다.

신호 감시 작업을 위해서는 분석 장비가 추가로 필요합니다. 신호 감시와 관련하여 만나게 되는 잘 알려진 문제 몇 가지를 탐구해 봅시다.

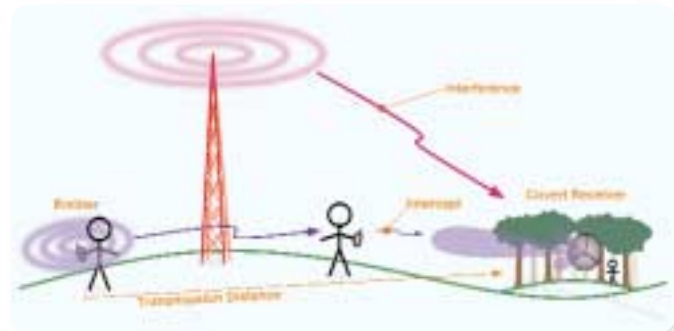
부분적으로 최적의 수신

RF 신호 감시는 그 특성상 은밀히 이루어지기 때문에 대개의 경우 의도한 수신기에 비해 부분적으로 최적화된 신호 수신 경로에 인터셉트 신호 분석기를 배치해야 합니다. 인터셉트 수신기는 종종 관심 대상인 신호 근원지에서 먼 곳에 배치됩니다. 인터셉트 수신기를 우호적인 영토 내, 중립적 영공 또는 공해 상에서 유지, 관리하면 배치와 적대적인 영토 내에 있는 장비로부터 데이터를 가져오는 데 따른 많은 문제가 사라집니다.

불행히도, 은폐형 안테나에 대한 제한 뿐만 아니라 많은 감시 업무와 관련된 긴 RF 경로 특성으로 인해 보통 수신되는 신호 레벨이 낮아집니다. 문제를 더욱 복잡하게 만드는 것은, 무관한 상업 방송으로부터의 강한 간섭으로 인해 더욱 감시 장비에 과부하가 걸릴 수 있다는 점입니다. 또한 현재 현장에서 경험하는 변조 범위가 최근 몇 년간 증가해 왔습니다. 첨단 감시 장비는 이런 장비의 배치와 관



▶ 그림 5. 피크 홀드 및 RMS 탐지는 규제 기관에 대한 최대 및 평균 전력 채널 통계를 결정하기 위해 손쉽게 사용할 수 있는 RTSA 기능입니다.



▶ 그림 6. 간접 수신 경로는 종종 은밀한 인터셉트를 신호에 상당히 불리한 것으로 만듭니다.

련된 비용과 위험에 대한 정보 제공의 이익을 극대화하기 위해 무선 표준을 비롯한 다양한 변조를 인터셉트할 수 있는 유연성이 필요합니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

부분 최적화된 조건과 복잡한 신호 환경을 극복하려면 감시 장비에 여러 가지 중요한 설계 속성을 포함시켜야 합니다.

다이내믹 레인지 값

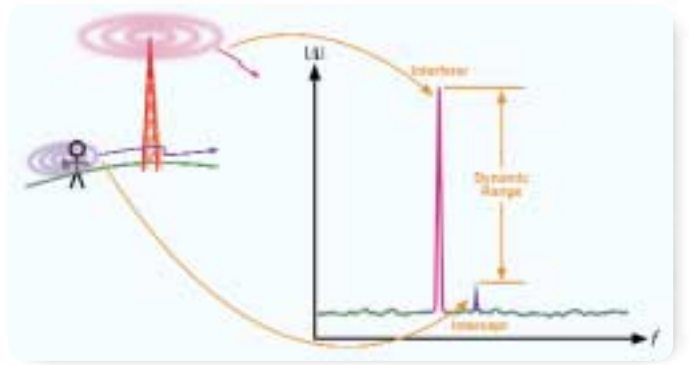
감시 장비의 한 가지 중요한 속성은 충분한 다이내믹 레인지를 가지고 원하는 주파수에 가까이 위치한 간섭 신호로부터의 전파 방해를 선택적으로 피하는 것입니다.

강력한 간섭 신호는 ADC(아날로그-디지털 컨버터)를 포화시켜 원하는 약한 신호의 수신을 차단할 수 있습니다. 또한 강력한 간섭 신호는 분석기에서 혼변조 기생 신호를 만들어내어 원하는 신호를 성공적으로 복조하지 못하게 할 수도 있습니다. 불필요한 혼변조 기생 신호는 스펙트럼 계측 프로세스를 늦추는 무의미한 신호로 스펙트럼을 혼란케 하려는 경향도 보입니다.

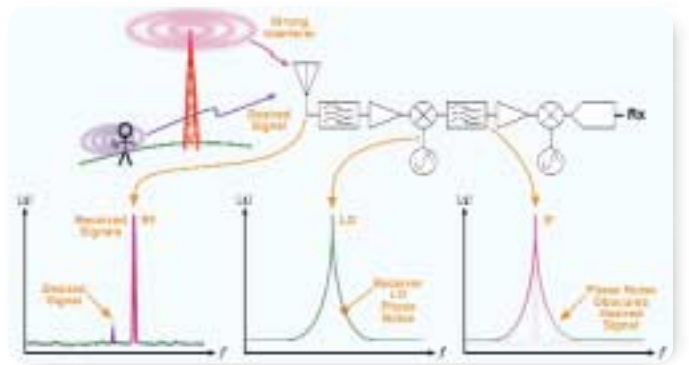
다이내믹 레인지가 충분하면 신호 분석기가 강한 신호가 존재하는 가운데서 약한 신호를 분리할 수 있습니다. RTSA의 혼변조 없는 다이내믹 레인지는 78dB이며 이 상태에서는 분석기가 다양한 감시 애플리케이션을 처리할 수 있습니다. RTSA의 일반적인 DANL은 -151dBm/Hz인데 이는 낮은 레벨의 신호를 탐지하는 데 충분한 수준입니다.

위상 노이즈가 낮은 수신기

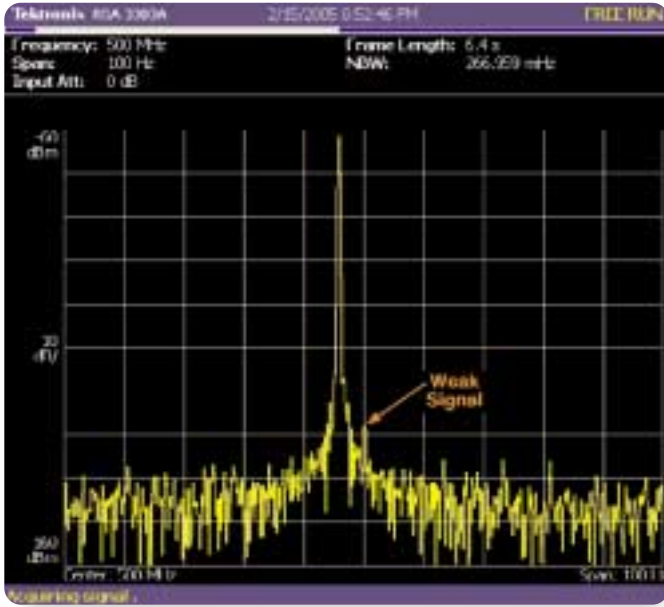
또한 분석기 위상 노이즈가 많은 신호 인터셉트 애플리케이션에 중요한 속성이 될 수 있습니다. 현저한 다이내믹 레인지가 있는 상태에서도, 분석기의 LO(Local Oscillator) 위상 노이즈가 충분히 낮지 않으면 일부 신호를 수신할 수 없습니다. 분석기의 수신기에 있는 LO는 인접 신호를 확산시켜 수신하려는 약한 신호를 불명료하게 할 수 있습니다. 이렇게 불명료해지면 복조기는 더 이상 두 신호를 구분할 수 없게 되어 약한 신호를 잃게 됩니다.



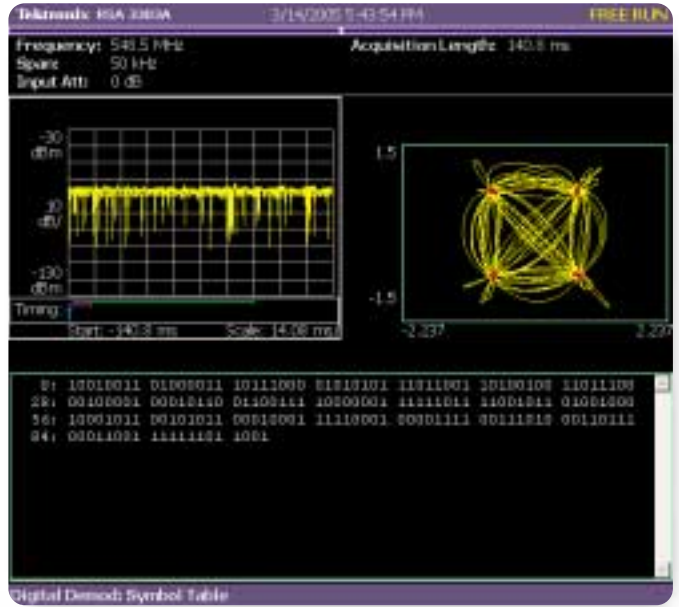
▶ 그림 7. 강한 간섭 신호가 수신을 막아 아날로그-디지털 컨버터에 과부하가 걸리거나 적당한 다이내믹 레인지가 없는 분석기에 혼변조 기생 신호를 발생시킬 수 있습니다.



▶ 그림 8. 불량 분석기 위상 노이즈가 신호 전송 인터셉트를 막을 수 있습니다.



▶ **그림 9.** RTSA의 위상 노이즈 및 다이내믹 레인지 성능은 캡처하기 어려운 상황에서 약한 신호를 복원하기에 충분합니다. 강한 간섭 신호보다 거의 70dBc 이하이고 4Hz만 떨어져 있는 범위 중심에서 약한 신호는 분석기 위상 노이즈에 의해 불명료해지지 않습니다.



▶ **그림 10.** 다이내믹 레인지와 낮은 수신기 위상 노이즈를 잘 조합하면 RTSA가 강력한 신호원 근처의 캡처하기 어려운 인터셉트를 캡처할 수 있습니다. UHF 텔레비전 송신기 근처에서 은밀한 QPSK 송신기 식별, 캡처 및 복조됩니다. 이 경우 -60dBm 미만의 은밀한 신호를 성공적으로 탐지 및 복조했습니다.

대부분의 고출력 송신기는 간단한 고정 주파수 국부 발진기(LO) 소스로 신호를 생성합니다. 반대로, 신호 분석기는 매우 가변적으로 조정할 수 있는 주파수 소스가 필요합니다. 분석기 소스의 조정 속도와 주파수 범위는 위상 노이즈 성능에 역효과를 미칠 수 있습니다. 폭 넓은 주파수 범위를 조정해야 하는 분석기는 조정 범위가 고정되어 있는 고출력 송신기에 비해 위상 노이즈가 불량합니다. 따라서 많은 분석기가 송신 신호를 인터셉트할 수 없는 데 반해 조정 범위가 고정된 간단한 송신기는 서로 통신할 수 있습니다.

하지만 RTSA는 20kHz에서 -108dBc/Hz의 안정된 위상 노이즈 성능을 가지고 있으므로 진폭에 큰 차이가 있고 간격이 좁은 다양한 신호들을 구분할 수 있으며 다른 분석기에서는 이것이 불가능합니다.

낮은 신호 레벨

또한 RTSA에는 신호 레벨이 열 노이즈 플로어에 가까운 애플리케이션을 위한 외부 프리앰프를 장착할 수 있습니다. 기기의 전면 패널에서 프리앰프로 직접 전력을 공급할 수 있기 때문에 약한 신호의 성능이 대폭 향상됩니다. 프리앰프를 사용하는 경우 DANLI 2GHz에서 -164dBm/Hz이므로 RTSA가 약한 신호 인터셉트 작업을 할 수 있도록 신속히 업그레이드할 수 있습니다.



▶ **그림 11.** 선택 사양인 RTSA 프리앰프는 분석기 노이즈 플로어를 낮추고 20dB의 이득을 추가하여 수신 성능을 향상시킵니다. RTSA로부터 프리앰프로 직접 전력이 공급됩니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

부분 최적화된 송신 경로의 불리함을 극복하려면 분석기의 다이내믹 레인지, 위상 노이즈 성능 및 노이즈 지수가 좋아야 합니다. 이들 속성은 어려운 상황에서 일반적인 신호 송신을 인터셉트할 때 RTSA의 효과를 높여줍니다. 하지만 일부 신호는 인터셉트와 복조가 어렵게 되어 있습니다. RTSA는 이런 송신 신호를 확실하게 인터셉트하는 데 있어 다른 분석기에 비해 몇 가지 고유한 이점을 제공합니다.

LPD 신호의 감시

신호 인터셉트를 방지하는 두 가지 주요 방법이 있습니다. 하나는 무선 스펙트럼에서 발견하거나 탐지하기 어려운 신호를 만드는 것이고, 다른 하나는 일단 발견된 후 복조/디코드하기 어려운 신호를 만드는 것입니다. 무선 스펙트럼에서 탐지하기 어려운 신호는 LPD(Low Probability of Detection)를 가진다고 합니다. 찾기 어렵거나 복조/디코드하기 어렵기 때문에 정보를 인터셉트하기 어려운 신호는 LPI(Low Probability of Intercept)를 가집니다.

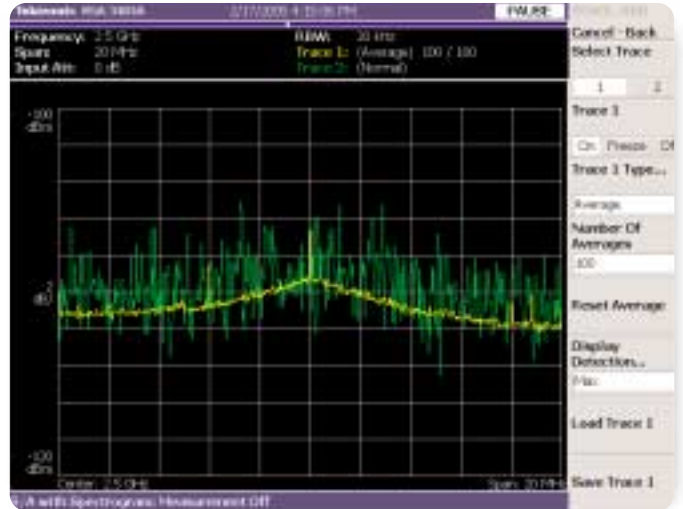
신호 탐지와 인터셉트를 피하는 데 사용되는 접근 방법은 확산 스펙트럼 기법을 이용해 노이즈 플로어의 신호를 숨기는 것입니다.

평평하게 나타나는 노이즈 플로어에 묻혀 있는 신호를 노출시키려면 파형 에버리지 기능을 사용하여 그 아래 숨겨진 확산 스펙트럼 신호 형상을 드러낼 수 있습니다. 신호 탐지를 방지하는 또 다른 접근 방법은 짧은 버스트로 정보를 보내는 것입니다. 탐지 확률을 낮추려는 이런 접근 방법을 택하면 대부분의 분석기는 연속적으로 신호 입력을 분석하지 않는다는 사실을 이용하여 분석기를 인터셉트함으로써 신호를 슬리핑시키려고 시도하게 됩니다

신호 버스트

신호 버스트 또는 단속 신호는 탐지하기가 매우 어려울 수 있습니다. 긴 주기는 매우 짧은 송신 간에 지나갈 수 있습니다. 단속 신호는 종래의 스위프 스펙트럼 애널리라이저의 주파수 샘플 사이를 탐지되지 않은 채 쉽게 통과할 수 있습니다. 이와 유사하게, 벡터 신호 분석기 상의 신호 캡처 간에 분석되지 않은 주기로 인해 단속 신호의 탐지가 확률 문제가 됩니다. 이 때문에 수많은 분석기가 어쩔 수 없이 스위프 시간과 캡처 간 블랭킹 시간을 최소화하는 데 의존하여 탐지 확률을 높입니다. 고전적인 접근 방법은 신호가 주어진 버스트 길이 동안 발견될 가능성을 높이도록 스위프 시간을 줄이는 것이었습니다. 일부 신호 분석기는 실제로 신호 탐지 확률 향상을 위해 스위프 시간이 빠르다는 점을 강점으로 하여 팔리고 있습니다.

RTSA는 LPD 신호를 신뢰성 있게 캡처하기 위한 독창적인 솔루션



▶ 그림 12. 파형 에버리지 기능을 사용하면 확산 스펙트럼 신호가 노이즈 플로어에서 눈에 띄도록 만들 수 있습니다. 하나는 평균화를 하고 다른 하나는 평균화를 하지 않은 상태로 두 파형이 나타납니다. 평균화를 하면 노이즈에 숨어 있는 것이 나타납니다.

을 제공합니다. RTSA의 실시간 사전 캡처 분석 기능은 탐지 확률을 100%로 향상시킬 수 있습니다.

RTSA를 이처럼 독창적인 것으로 만드는 것이 정확히 어떤 점이고 다른 분석기는 하지 못하는데 어떻게 RTSA는 이벤트를 신뢰성 있게 캡처할 수 있는지 궁금할 것입니다.

RTSA의 독보적 능력은 실시간 FFT(Fast Fourier Transform)와 FMT(Frequency Mask Trigger)로부터 기인하는 것입니다. RTSA가 중요한 이벤트의 캡처를 어떻게 사전 분석하고 트리거할 수 있는지 이해하기 위해, FFT 프로세스를 자세히 살펴 보겠습니다.

FFT 프로세스

분석기는 관심 대상이 되는 주파수보다 최소한 2배 이상의 속도로 입력 신호의 시간을 샘플링하는 것으로 시작하여 신호 앨리어스 효과를 피합니다. 시간 샘플을 데이터 프레임으로 그룹화합니다. 각 프레임에는 FFT 프로세스에 필요한 데이터의 정확한 정수 집합이 포함됩니다.

각 프레임의 끝에서 단절된 데이터 샘플은 시간 영역에서 주파수 영역으로 변환될 때 스펙트럼 확산의 원인이 되는 갑작스러운 불연속점을 포함할 수 있습니다. 이런 불연속 효과를 최소화하려면 윈도우잉 함수를 사용해 시간 샘플링된 데이터의 진폭을 조절합니다. RTSA는 Hanning, Hamming, Blackman, Blackman/Harris, Parzen, Welch 등과 같은 널리 쓰이는 다양한 윈도우잉 함수를 제공합니다.

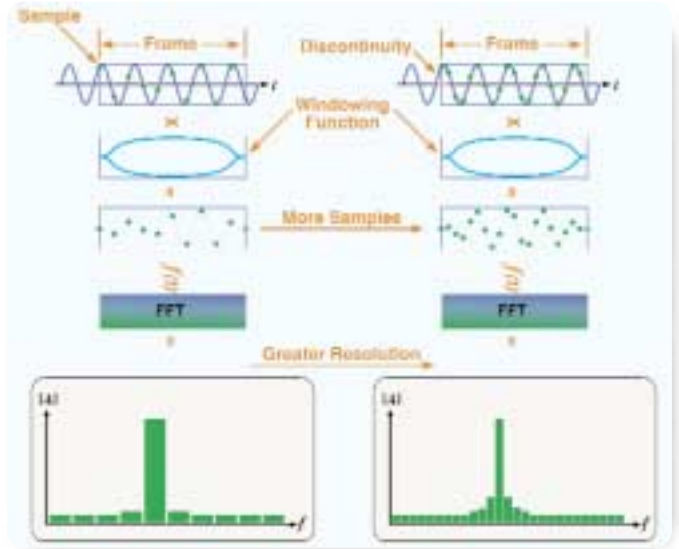
윈도우잉 함수로 프레임의 데이터 크기를 조절한 후 FFT를 계산하여 데이터를 진폭 대 시간에서 진폭 대 주파수로 변환합니다. FFT에서는 각 주파수 세그먼트 또는 "버킷"의 진폭을 결정하기 위해 다양한 데이터 계산을 실행해야 합니다.

각 프레임에 샘플 수가 많을수록 변환이 완료된 후의 주파수 분해능이 더 세밀해집니다. 불행히도, 이 사실은 프레임을 변환하는 데 필요한 데이터 계산 횟수가 더 많아진다는 의미입니다. FFT 프로세스는 집약적인 계산 요구 사항으로 유명합니다.

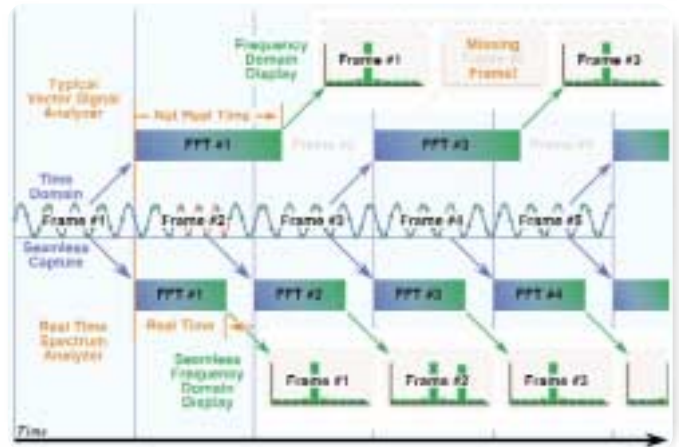
고유한 실시간 대비 공통적인 후처리

시간 샘플링된 프레임을 주파수 영역으로 변환하는 데 필요한 계산 시간은 변환되는 포인트 수와 계산 수행 속도에 따라 달라집니다.

필요한 FFT 계산을 각 프레임을 시간 샘플링하는 데 필요한 시간보다 짧은 시간에 수행할 수 있다면 그 FFT는 "실시간" FFT입니다. FFT가 프레임 하나를 시간 샘플링하는 것보다 오래 걸리는 경우에는 실시간 FFT가 아닙니다.



▶ **그림 13.** 이 샘플링 및 FFT 프로세스는 시간 영역 샘플 수가 많을수록 주파수 영역 분해능이 증가하지만 이를 위해서는 각 FFT 프레임을 완료하는 데 더 긴 디지털 신호 처리 시간이 필요함을 보여 줍니다.



▶ **그림 14.** RTSA는 다음 프레임의 시간 샘플링이 완료되기 전에 각 프레임을 주파수 영역으로 변환할 수 있는 실시간 DSP 하드웨어 FFT를 가지기 때문에 트리거링 능력이 독보적이라 할 수 있습니다. 따라서 RTSA는 시간 샘플링된 데이터 레코드를 캡처하기 전에 들어오는 신호의 주파수 내용을 연속적으로 분석할 수 있습니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

고속으로 샘플링되는 넓은 대역폭의 신호에 필요한 디지털 신호 처리 속도가 상당히 빨라집니다. 예를 들어 다음 데이터 프레임이 준비되기 전에 1024포인트 FFT를 12μs만에 실행하려면 상당량의 DSP 동력이 필요합니다.

이처럼 집약적인 DSP 계산 요구 사항을 피하기 위해 사실상 모든 벡터 신호 분석기가 FFT를 일괄적으로 후처리하는 방식을 사용합니다. 이것은 벡터 신호 분석기가 전체 시간 샘플링된 데이터 레코드를 캡처한 다음 각 프레임의 FFT를 일괄적으로 후처리하여 주파수 영역을 표시한다는 의미입니다. 이런 공통적인 후처리 기법을 이용하면 초고속 DSP 하드웨어를 사용할 필요성이 없어지고 가격이 저렴한 범용 컴퓨터를 사용해도 됩니다. 불행히도, 일괄적인 후처리 기법을 사용하는 경우에는 전체 데이터 레코드를 캡처해야 스펙트럼 정보를 얻을 수 있습니다. 따라서 벡터 신호 분석기가 데이터 레코드를 캡처하기 전에 신호 스펙트럼을 미리 보지 못합니다.

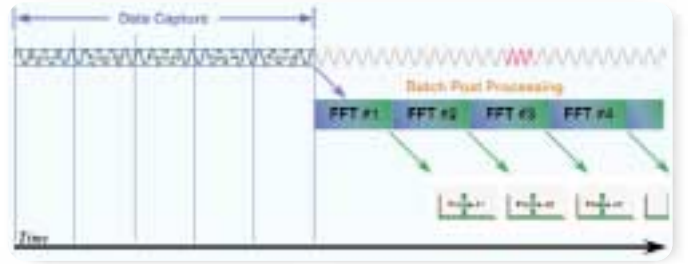
반대로, 실시간 FFT 기능을 가진 RTSA는 관심 대상인 이벤트를 탐지한 다음 그 데이터를 캡처할 때까지 신호 스펙트럼을 계속 미리 볼 수 있습니다.

RTSA는 입력 신호를 실시간으로 FFT 처리하고 캡처되어 시간 샘플링된 레코드를 일괄적으로 후처리하는 기능을 모두 가지고 있습니다. 그 덕분에 RTSA는 실시간 FFT와 관련된 고유한 스펙트럼 미리보기 기능 뿐만 아니라 후처리의 심층 분석 기능도 제공합니다.

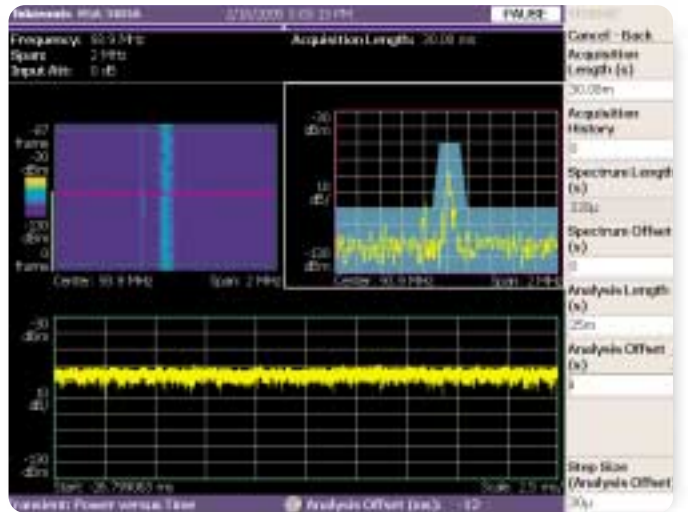
실시간 스펙트럼 애널리저의 고유한 DSP 기능이 지닌 장점은 감시 작업에서 특히 관심사가 됩니다. 시간 영역 파형 샘플을 실시간으로 주파수 영역으로 변환하는 기능은 텍트로닉스가 특허를 보유한 FMT(Frequency Mask Trigger)와 같은 독창적인 기능을 지원합니다. FMT는 포착하기 어려운 LPD 신호 버스트를 확실하게 캡처하는 데 안성맞춤입니다.

주파수 마스크 트리거

LPD 신호를 캡처하는 데 FMT가 왜 그렇게도 유용한 것일까요? LPD 신호는 탐지하기 더욱 어렵게 만들기 위해 강한 신호 사이에 숨겨지는 경우가 많습니다. 탐지 확률을 보다 줄이기 위해 낮은 출력에서 짧은 송신 버스트를 사용할 수도 있습니다. 대부분의 벡터 신호 분석기에서 볼 수 있는 종래의 IF 출력 레벨 탐지기를 사용하여 이런 LPD 버스트의 캡처를 트리거할 수는 없습니다. IF 레벨 탐지기는 가장 강력한 인접 신호만 계측하고 관심 대상인 저출력 신호는 탐지하지 못합니다.



▶ 그림 15. 벡터 신호 분석기는 전체 시간 영역 데이터 레코드를 캡처한 다음 FFT를 이용해 데이터를 후처리하는 방식으로 캡처한 데이터 레코드를 주파수 영역으로 변환합니다. 불행히도, 시간 샘플링된 데이터를 후처리하면 시간 레코드를 캡처하기 전에 과도 이벤트의 스펙트럼 미리보기를 할 수 없습니다.



▶ 그림 16. TIF 레벨이 일정하게 유지되는 한편, FMT는 저출력 단속 송신기 분광 사진을 캡처합니다. 일정한 IF 레벨은 종래의 IF 출력 레벨 트리거링이 쓸모 없음을 보여 줍니다.

FMT는 송신 버스트에 대한 입력 신호를 분석하고 신호 이벤트의 데이터 캡처 레코딩을 트리거합니다. FMT는 사용자가 정의할 수 있고 주파수 선택이 가능한 트리거 마스크입니다. FMT는 실시간 FFT를 기반으로 하므로 노이즈 스펙트럼에서 어떤 신호라도 튀어 나오는 경우 그 신호의 데이터 캡처 트리거링 확률은 100%입니다. 실시간 FFT는 스위프 스펙트럼 애널리저나 벡터 신호 분석기와 같은 블랭킹 또는 분석 간격이 없습니다.

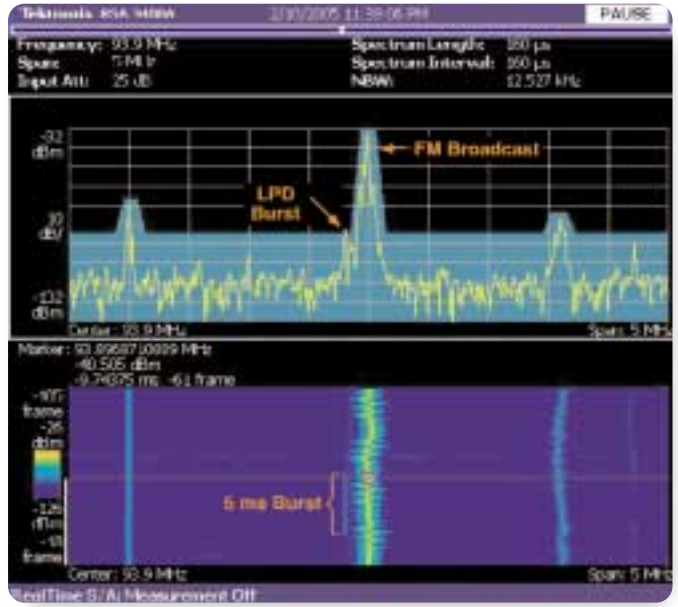
수많은 LPD 송신 버스트가 단속적으로 발생하는데 버스트 발생 간격은 몇 시간 또는 몇 일 단위의 긴 기간입니다. 트리거링 이전에 FMT를 사용하여 주파수 스펙트럼의 실시간 분석 기능을 제공하므로 극단적으로 긴 신호 레코드를 메모리에 캡처할 필요가 없습니다. 따라서 분석기 또는 외부 데이터 스토리지 시스템에 대한 메모리 요구 사항이 대폭 줄어듭니다.

FMT를 사용하면 데이터 검색을 통해 관심 이벤트를 찾을 필요도 없습니다. 신호 캡처는 스펙트럼 이벤트 트리거로 시작되므로 관심 이벤트를 찾기 위한 후처리를 한 다음 긴 캡처를 검색할 필요가 없습니다. 이 또한 의미 있는 데이터 인터셉트를 만드는 데 필요한 메모리 양을 최소화합니다.

이 중요한 신호 인터셉트 유형을 캡처하려면 RTSA 사용자는 스펙트럼 대역부터 조사해야 합니다. 이 작업은 분광 사진을 이용한 SA(Spectrum Analyzer) 모드에서 수행할 수 있습니다. SA 모드는 종래의 스위프 스펙트럼 애널리저를 에뮬레이트하므로 RSA3408A의 실시간 대역폭인 36MHz보다 훨씬 더 넓은 시작 및 끝 주파수를 허용합니다. 분석기는 이 넓은 대역 사진을 이용해 관심 이미지를 살펴볼 수 있습니다.

관심 스펙트럼 영역을 식별한 후 분석가가 FMT를 설정하여 팝업하는 LPD 버스트 신호를 캡처할 수 있습니다.

FMT는 트리거 메뉴에서 설정합니다. RTSA에서는 외부, 파워(IF 레벨) 트리거링, 신호 또는 연속 캡처 및 FMT와 같은 일반적인 트리거 옵션을 선택할 수 있습니다.



▶ 그림 17. FMT는 여러 개의 강력한 FM 방송 무선국이 있는 상황에서 숨겨진 저출력 송신 캡처를 트리거합니다. RTSA는 강력한 FM 신호보다 거의 100,000배나 더 약하거나 50dBc 정도에 불과하고 길어도 5ms밖에 안 되는 LPD 버스트를 분석할 수 있도록 트리거 및 캡처합니다.



▶ 그림 18. 분광 사진 모드의 SA는 스위프 스펙트럼 애널리저를 에뮬레이트합니다. 이를 통해 신호 분석가는 수많은 스펙트럼 대역을 한 번에 검사하여 2.4GHz에서 강력한 WLAN 송신기와 같은 흥미로운 신호를 찾아낼 수 있습니다. 분광 사진은 종래의 스펙트럼 애널리저 디스플레이로는 탐지되지 않고 통과할 수 있었던 신호를 캡처합니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

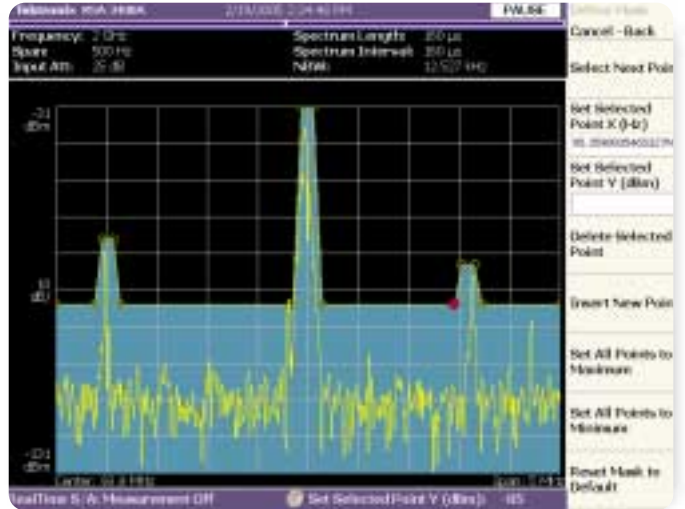
마우스로 두 번 클릭만 하면 복잡한 주파수 마스크를 만들어 포인트를 추가하고 적당한 위치로 드래그할 수 있습니다. 사용자는 많은 포인트를 선택할 수 있고 마스크를 -60dB의 풀 스크린 신호 레벨로 정의할 수 있습니다. 또한 각 포인트에 대해 X(Hz) 및 Y(dBm) 값에 직접 입력하여 주파수 마스크를 만들 수도 있습니다. 값을 직접 입력하는 방식은 조절 마스크가 필요한 신호 모니터링 애플리케이션에 특히 유용합니다. FFT는 각 FFT 프레임에 포함된 샘플 포인트 수를 바탕으로 주파수 "빈" 또는 버킷을 만들기 때문에 주파수 마스크 포인트와 함께 약간의 양자화가 발생한다는 사실을 사용자는 알아야 합니다. 실시간 모드에서는 해당 대역의 FFT 포인트 수가 1024개로 고정됩니다.

연속 캡처 모드에서는 사용자가 RTSA를 이용해 마스크가 조정되는 동안 스펙트럼 캡처를 볼 수 있습니다. 이것은 잘못된 트리거를 피하기 위해 노이즈 플로어보다 충분히 위에 마스크를 설정하는 데 도움이 됩니다. 마스크의 밑부분은 기기를 트리거링하여 노이즈를 멈출 수 있을 만큼 충분히 높고 상승됩니다. 트리거(Trigger) 메뉴의 정지 및 결과 표시(Stop and Show Results) 키를 사용하여 테스트 트리거를 시작함으로써 스펙트럼이 마스크 내에 적절히 포함되어 있음을 확인할 수 있습니다. 그러면 기기가 단속 신호 버스트를 캡처할 준비가 완료됩니다.

IEEE-488 버스 또는 이더넷 제어에서 후속 분석을 위해 트리거된 각 캡처를 저장할 수 있습니다.

신호 식별 및 정보

관심 신호를 탐지하고 캡처한 후 다음 단계는 그 신호를 분석하여 유용한 정보를 추출하는 것입니다. 일반적으로 신호 감시는 그 밖에는 누구 또는 무엇이 있는가, 신호가 어디에 있는가, 어떤 작용을 하고 있거나 하게 될 것인가라는 세 가지 기본적인 질문에 대한 해답을 찾는 활동입니다. 이런 질문에 답하기 위해 송신된 RF 신호로부터 정보를 뽑아내는 방법은 많이 있습니다. 분석가는 RTSA의 다중 영역 분석 기능과 신호 계측 기능을 이용하여 풍부한 정보를 얻을 수 있습니다.



▶ 그림 19. USB 마우스나 키패드를 이용해 주파수 마스크 트리거를 쉽게 설정할 수 있습니다.

주요 정보 추출

수신된 신호에서 유용한 정보를 추출하는 첫 단계는 그 신호를 복조하는 것이 아니라 그 출처부터 식별해야 하는 경우가 종종 있습니다. 몇 가지 기본적인 신호 파라미터를 계측하면 신호원일 가능성이 높은 출처를 빠르게 식별하여 "그 밖에는 누구 또는 무엇이 있는가?"라는 질문에 답할 수 있습니다.

신호의 주파수 대역은 종종 그 가능성을 좁혀 줍니다. 예를 들어 해상 레이더는 전파 특성과 신호 파장에 대해 일반적인 목표물의 물리적 크기 때문에 3.0GHz 근처의 주파수에서 잘 작동합니다. 육상 차량의 경우에는 비 가시선 통신을 개선하기 위해 30~50MHz 통신 무선 장치와 같이 보다 낮은 주파수가 더 낫습니다. OBW 또는 EBW 역시 가능성 있는 신호원을 결정하는 데 도움이 됩니다. 대역폭을 달리 하면 무선 애플리케이션의 특성을 표시할 수 있습니다. 협대역 신호는 음성 정보일 가능성이 크지만 광대역 신호는 비디오 또는 다중화된 신호 정보를 나타낼 가능성이 큼니다. RTSA는 빠른 메뉴 선택 기능으로 신호 대역폭 정보를 자동으로 제공합니다.

또한 RTSA에는 좁은 스펙트럼 범위에서 유용한 중첩 FFT 기능이 있습니다.

CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function)와 같은 계측 기능은 "그 밖에 무엇이 있는가"라는 질문에 관해 추가 정보를 제공할 수 있습니다. 일부 송신기는 포화 전력 증폭기를 이용해 클래스 "C" 모드에서 작동하는 반면, 일부는 클래스 "A" 모드에서 선형적으로 작동합니다. CCDF 곡선 계측은 어떤 종류의 송신기가 그 밖에 있는지 정렬하는 데 도움이 될 수 있습니다. CCDF 특성은 같은 종류의 송신기의 동일 모델 간에 구분하는 데도 유용하게 쓰일 수 있습니다. PA 포화 특성은 CCDF 플롯에서 볼 수 있는 일부 송신기를 충분히 구분할 수 있게 해줍니다. 레벨이 매우 낮은 송신기를 식별하는데 이 특성을 이용할 수 있습니다.

이런 간단한 계측 결과를 사용하여 RF 송신기에서 상당량의 정보를 얻을 수 있습니다.

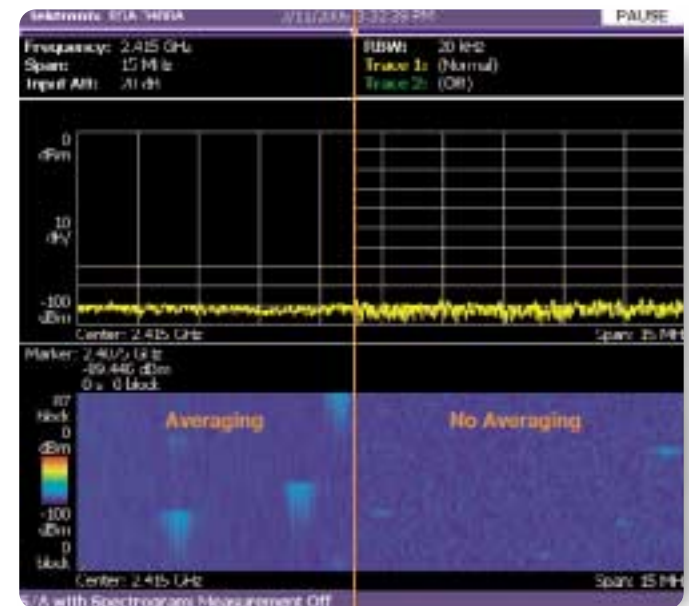
또한 RTSA 디스플레이 화면에는 현재 시간과 날짜가 뚜렷하게 나타납니다. 이는 분석가가 해당 신호의 중요성을 판단하는 데 도움이 됩니다. 디스플레이에서 트리거된 신호가 오후 9시 정각에 출발하는 통근 항공편 또는 오후 9시 10분에 출발할 것이라는 소문이 도는 미수업자를 나타내니까?

간단한 신호 계측 기능을 가진 이미터는 편리하게 버튼 하나만 눌러 중요한 기능을 빠르고 쉽게 식별할 수 있습니다. 그 밖에 무엇이 있는지 재빨리 분류하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이런 기능 덕분에 분석가는 중요하지 않은 정보는 무시하고 중요한 정보에 집중할 수 있는 것입니다. 또한 복조되지 않은 계측 결과는 복조된 계측 결과와 같은 수준의 프라이버시 침해 문제를 일으키지 않습니다.

RTSA 디스플레이에는 비교 계측에 필요한 모든 마커 및 이중 파형 기능이 있습니다. 이 디스플레이 기능은 이미터 범위를 평가하고 이전에 캡처된 데이터에 대한 신호 휘선을 비교하는 데 도움이 됩니다. 최대 홀드(Max. Hold), 최소 홀드(Min. Hold) 및 평균화(Averaging)와 같은 디스플레이 구성도 유용합니다.



▶ 그림 20. CCDF 특성은 어떤 종류의 이미터가 해당 신호를 발생시켰는지 그리고 경우에 따라서는 신호를 발생시킨 장치의 일련번호를 판단하는 데 도움이 됩니다.



▶ 그림 21. 두 가지 단속 신호의 분광 사진을 비교한 모습입니다. 분광 사진에도 적용되는 작은 양의 파형 에너지를 추가하면 지속 시간이 짧은 이벤트를 매우 뚜렷이 표시할 수 있습니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

디스플레이, 주파수 및 범위를 빠르게 조작하는 능력이 수많은 감시 작업에 중요한 요소입니다. 중심 주파수에 대한 마커 및 기타 시간을 절약해주는 명령과 같은 기능은 최상위 메뉴나 전용 키에서 사용할 수 있도록 하여 신호를 관찰할 수 있는 기회가 종종 제한되는 경우에 가장 효율적으로 이를 이용할 수 있도록 해야 합니다. RTSA는 중요한 기능에 대해서는 간단하고 빠르게 직관적인 전면 패널 액세스 기능을 제공함으로써 업계의 모범 사례로 꼽힙니다.

신호를 캡처하고 분류한 후 특별히 관심을 두는 이미터는 추가적인 상세 변조 분석을 할 수 있습니다.

변조 분석

신호를 복조하면 송신 정보 내용을 포함한 풍부한 데이터를 얻을 수 있습니다. 신호의 정보 내용을 사용하면 "어떤 작용을 하고 있거나 하게 될 것인가?"라는 질문에 대답할 수 있습니다. 정보 내용을 복조하는 것은 프라이버시 침해에 따른 수많은 윤리적, 법률적 문제가 발생하므로, 정보를 수집한 자는 그 사용에 관해 명석한 판단을 내려야 합니다.

RTSA의 복조 기능을 사용하면 간단한 시간 또는 주파수 영역 기준을 넘어 신호 식별 계측 능력을 상당히 높일 수 있습니다. 억제된 반송파 신호, 성상도 구조 및 기타 식별에 유용한 파라미터에 대한 정확한 반송파 주파수 정보를 계측할 수 있습니다. 가장 중요한 것은 신호 송신의 실제 데이터에 액세스할 수 있다는 점입니다.

RTSA의 온보드 복조기는 블록 복조 기기라는 점에 유의하십시오. 이는 신호를 메모리에 기록한 후에 실제 복조가 일어난다는 의미입니다. 블록 복조의 경우 메모리 블록을 다 쓰기 전에 신호를 복조할 수 있는 시간이 제한됩니다.

반이중화된 항공 교통 통제용 통신이나 경찰 무선 통신과 같은 단거리 송신은 블록 복조 기기를 이용해 쉽게 캡처하고 복조할 수 있습니다. 연속 광대역 통신 신호의 경우 데이터 손실을 방지하려면 일반적으로 실시간 전용 복조기가 필요합니다. RTSA는 연속 광대역 애플리케이션에서 프런트엔드 다운컨버터 및 디지털이저로서도 유용합니다.

RTSA에 내장된 블록 복조기는 수많은 변조 표준을 지원하고 수많은 수집 작업을 위해 다양한 공통 변조 형식을 복조할 수 있는 유연성을 지니고 있습니다. 여기서 더 나아가, 사용자는 각 변조 형식을 이용해 심벌 클럭 속도, 기저 대역 필터링 형식 및 필터 모양(알파)을 제어할 수 있습니다.

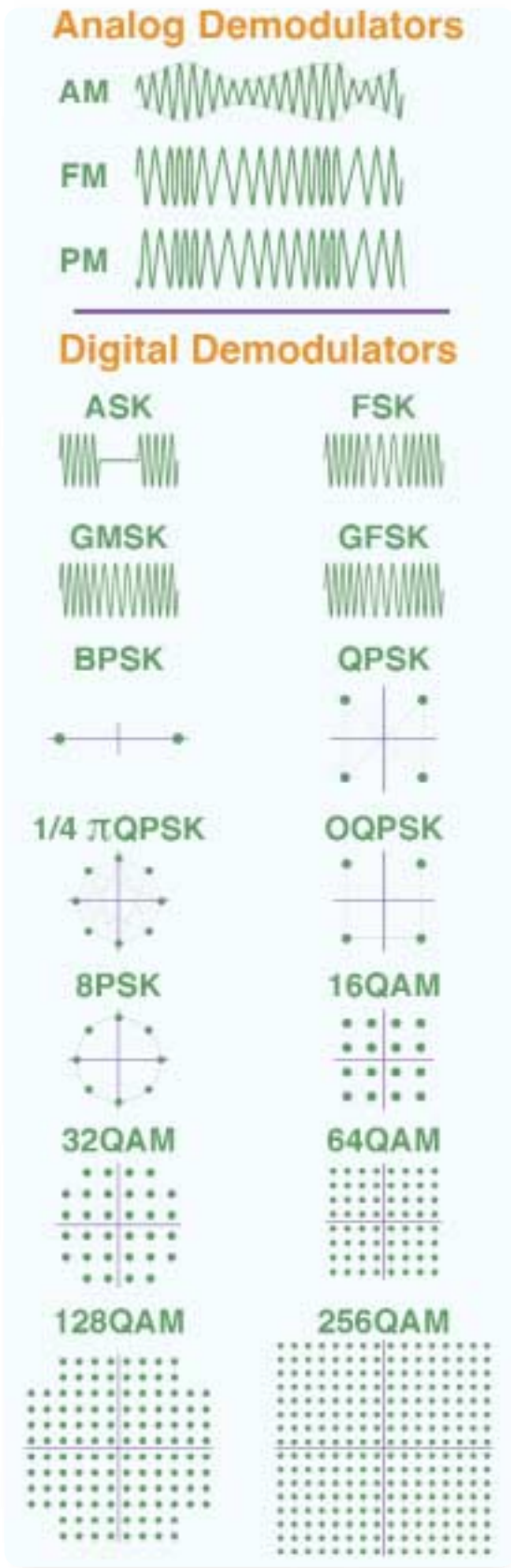
RTSA는 전 세계에 널리 사용되는 무선 통신 변조 표준들도 지원합니다. 따라서 정보 내용의 수집과 복조를 위한 설정을 간단하게 할 수 있습니다. 현장에서는 유용한 정보를 신속하고 쉽게 만들 수 있습니다.

Span	Time Resolution	Max. Record Length
30 MHz	20 ns	1.28 sec.
15 MHz	39 ns	2.56 sec.
10 MHz	156 ns	5.12 sec.
5 MHz	312 ns	10.2 sec.
1 MHz	625 ns	40.0 sec.
500 kHz	1.25 us	81.0 sec.
100 kHz	6.25 us	410 sec.
20 kHz	31.3 us	34.1 Min.

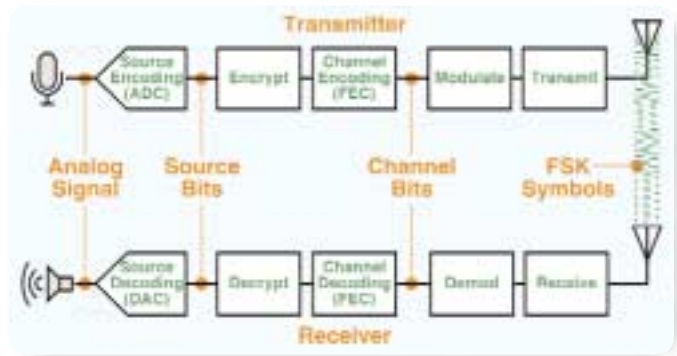
▶ 표 1. 메모리가 블록 복조기에 사용 가능한 레코딩 시간을 제한합니다. FSK 무선 전화와 같이 100kHz를 점유하는 협대역 RF 신호는 몇 분간 기록될 수 있습니다. 광대역 정치는 수 초간만 기록될 수 있습니다.

Modulation Standard	Option
General Purpose Modulation Analysis	Opt. 21
W-CDMA Uplink Analysis	Opt. 23
GSM/EDGE Analysis	Opt. 24
CDMA 1X Forward/Reverse Link Analysis	Opt. 25
1X EVDO Forward/Reverse Link Analysis	Opt. 26
3GPP Downlink (HSDPA) Analysis	Opt. 27
TD-SCDMA Analysis	Opt. 28
WLAN 802.11a/b/g Analysis	Opt. 29

▶ 표 2. 사용 가능한 변조 '표준' 기반 분석 옵션



▶ 그림 22. RSA3408A에서 지원되는 변조



▶ 그림 23. 소스 비트는 암호화되지 않고 오류 교정 인코딩이 없습니다. 채널 비트가 변조기로 전달되고 복조기에서 복구됩니다. 심벌은 채널 비트의 변조된 표현입니다.

부 일반적인 변조 또는 오랜 시간 동안 연속 복조가 필요한 변조는 선택적인 RTSA 실시간 I-Q 출력으로 구동되는 외부 복조기를 이용해 지원 가능합니다. I-Q 출력은 처음에는 일상적인 정보 수집으로 시작되어 새 신호 에너지를 발견할 때 확장되는 수많은 작업에 중요할 수 있습니다. 확장 기능 덕분에 새 이미터로 업그레이드하기 위해 필요한 자본 경비가 최소화됩니다.

RSA3408A에는 ASK(Amplitude Shift Keying) 및 FSK(Frequency Shift Keying) 디지털 변조를 위한 비트 디코딩 기능도 있습니다. 수많은 분석기가 AM(Amplitude Modulation)과 FM(Frequency Modulation) 복조기를 제공하지만 이런 변조의 디지털 버전을 위한 실제 비트 디코딩 기능은 제공하지 않습니다. RTSA에는 NRZ-L, Manchester 및 Miller에 내장된 세 가지 일반적인 비트 디코딩 방식이 있습니다. 이를 이용해 기기는 쉽게 분석할 수 있도록 ASK 또는 FSK 변조를 채널 비트 레벨로 디코딩할 수 있습니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

변조된 신호를 복조하고 디코딩하면 이후에 암호화를 해제하고 분석하기 위해 복구된 비트 또는 심벌을 BIN(BINary), OCT(OCTal) 또는 HEX(HEXadecimal) 파일에 저장할 수 있습니다.

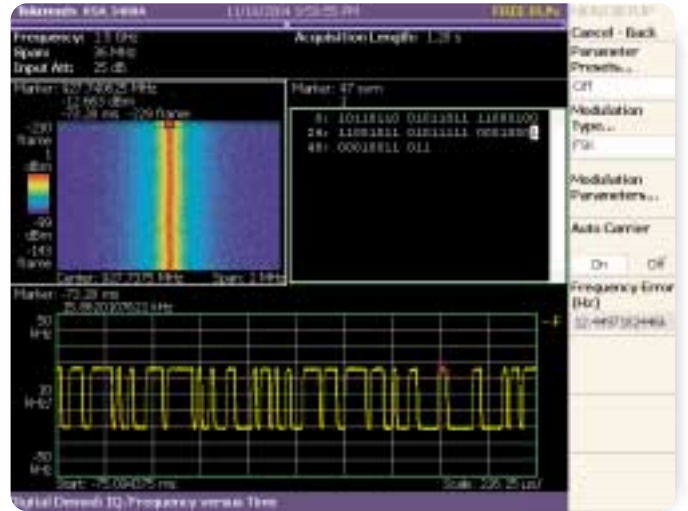
IEEE-488 명령을 사용하여 정보 수집 전 과정을 자동화하고 LAN 또는 인터넷 연결을 통해 액세스할 수 있습니다. 따라서 원격 배치된 기기가 중요 신호를 트리거하고 RF 파형을 캡처하여 복조하고 데이터를 디코딩한 후 분석을 위해 복구된 정보를 저장할 수 있습니다. RSA3408A가 가진 36MHz의 순간 대역폭은 WLAN과 같이 널리 쓰이는 광대역 신호를 처리하기에 충분합니다. IEEE 802.11a/b/g와 같은 WLAN 표준은 버튼 하나만 눌러 캡처 및 분석할 수 있습니다.

RSA3408A의 소프트웨어는 WLAN 신호의 종류를 자동으로 탐지하고 적절히 기기를 설정할 수 있습니다. 수많은 WLAN 장치가 오래된 CCK(Complimentary Code Keying) 형식과 새로운 OFDM(Orthogonal Frequency Domain Modulation) 형식을 모두 지원합니다. RSA3408A는 신호 버스트 패턴이 혼합되어 있는 경우에도 여러 형식을 자동으로 구별하고 그에 알맞게 복조할 수 있습니다. 따라서 조작자가 개입할 필요 없이 인터셉트된 데이터를 원활하고 연속적으로 제공합니다.

RTSA의 내장형 복조 기능은 대부분의 공통 신호 식별 및 정보 인터셉트 상황을 커버합니다. 다음 단원에서는 의도적으로 인터셉트하기 어렵게 설계된 비표준 신호를 살펴 보겠습니다.

LPI 신호의 복조

송신 경로 제약조건, 필요한 데이터 전송량, 원하는 보안 수준에 따라 인터셉트 확률이 낮은 조건에 맞춰 신호 송신 방식을 설계할 수 있습니다. LPI 신호를 탐지하기 어려울 수도 있지만(LPD), 주요 초점은 메시지 내용의 복조를 막는 것입니다. 복잡한 LPI 신호는 종종 특수하게 전문화된 변조 형식과 코딩 기법을 사용하므로 알맞은 복조기 없이 메시지를 인터셉트하기가 어렵습니다.



▶ 그림 24. FSK 변조된 927MHz 무선 전화 신호 인터셉트로부터 수신한 NRZ-L 채널 비트를 디코드하는 RSA3408A. 시간 상관 다중 영역 마커가 변조된 FM 및 FSK 비트 분광 사진에 해당 마커를 표시합니다.

비표준 변조

고유한 비표준 변조 기법을 바탕으로 생성된 복잡하고 정교한 LPI 신호는 신호 분석가 입장에서는 중대한 도전이 될 수 있습니다. 불행히도, 이런 비표준 변조는 쉽게 예측할 수 없으므로 신호 분석기 제조업체가 이런 신호에 맞는 내장형 복조기를 제공할 수는 없습니다. 복조를 한 후 암호화를 해제하는 것도 RTSA에 내장된 마이크로프로세서의 연산 능력을 훨씬 뛰어넘을 수 있는 문제입니다.

이런 복잡한 LPI 신호에는 특수 복조기 및 암호화 해제 장비가 필요합니다.

RTSA는 신호 캡처 장치의 기능을 수행함으로써 이런 어려운 LPI 신호를 수용할 수 있습니다. 이에 따라 분석가는 RTSA의 FMT, 위상 노이즈 및 다이내믹 레인지 성능을 이용하여 이런 신호의 레코딩을 획득할 수 있습니다. 그런 다음 복잡한 LPI 신호를 복조 및 해독하는 능력을 가진 Matlab 또는 MiDAS와 같은 유연한 소프트웨어 툴로 캡처한 데이터를 내보낼 수 있습니다.

데이터 내보내기

RTSA를 사용하면 두 가지 방법으로 I-Q 데이터 샘플에 액세스할 수 있습니다. RSA3408A의 LAN 포트를 통해 I-Q 데이터 레코드에 액세스하거나 특수 하드웨어 옵션을 통해 아날로그-디지털 컨버터(ADC)로부터 직접 수신되는 원시 I-Q 데이터에 액세스할 수 있습니다. 두 가지 접근 방법 모두 보다 상세한 분석을 위해 소프트웨어 복조기로 데이터를 내보낼 수 있습니다. RSA3408A는 기기의 전대역폭인 36MHz에서 I-Q 샘플링된 데이터를 내보낼 수 있습니다. RSA3408A에서 데이터에 액세스하는 두 가지 접근 방법은 LPI 애플리케이션에 대해 서로 다른 이점을 제공합니다.

이더넷 연결을 하면 분석기에 캡처 및 저장되어 다양한 컴퓨터 시스템으로 쉽게 내보낼 수 있도록 캘리브레이션과 보정 과정을 거친 데이터가 제공됩니다. RTSA의 자체적인 .iqt 파일이 지원될 뿐만 아니라, ASCII용 변환기를 사용하여 IQ 샘플 데이터에 일반적인 소프트웨어 액세스도 가능합니다.

이더넷 연결을 사용하면 RTSA의 가용 메모리에 의해 레코드 길이가 제한됩니다. 따라서 LAN 포트를 통해 캡처한 데이터를 다운로드하는 것이 기기의 최대 레코드 길이인 16 Msample IQ 쌍(65 Msample IQ 쌍으로 확장 가능)에 맞는 신호 버스트에 이상적입니다. 기기 메모리로부터 다운로드한 데이터도 RTSA의 RF 성능에 맞게 캘리브레이션 보정되어 특수 복조 알고리즘에 알맞게 준비됩니다.

관심 대상인 LPI 변조가 연속적이고 기기의 메모리 용량을 초과하는 경우에는 어떻게 할까요?

텍트로닉스는 RSA3408A에 ADC 출력에 직접 액세스를 허용하는 고속 LVDS(Low Voltage Differential Signaling) 연결 포트(옵션)를 장착했습니다. 전문적인 사용자는 이 특수 포트를 통해 I-Q 데이터 스트림에 연속적으로 액세스하여 외부 복조를 할 수 있습니다. RTSA ADC에서 바로 수신되는 원시 데이터는 아직 이득 평탄도, 위상 평탄도 또는 캘리브레이션 보정을 적용하지 않았습니다.

기기에서 일반적으로 적용되는 이런 보정 인자는 디지털 복조 이후 기기 외부의 원시 데이터에 적용되어야 합니다. 이 포트는 사용자가 고속 캡처 하드웨어를 제공하고 지원할 수 있는 고급 데이터 캡처 애플리케이션에 사용할 목적으로 설계되었습니다.



▶ 그림 25. LVDS 포트가 장착되어 있으면 RTSA를 이용해 실시간으로 연속해서 I-Q 레코드를 추출하는 작업을 쉽게 수행할 수 있습니다.

RSA3408A의 원래 고속 데이터 샘플링에 액세스하는 기능을 통해 현장에서 경험하게 되는 복잡하고 어려운 연속 LPI 신호를 복조할 수 있는 유연성을 확보합니다.

RTSA의 LVDS 포트 역시 특수 신호 개발에 유용합니다. I 및 Q의 디지털 출력을 고가의 수신기 대용으로 사용하면 비용이 많이 드는 하드웨어 개발을 하지 않고도 복잡한 디지털 변조를 테스트할 수 있습니다. 임의 파형 제너레이터, RTSA 및 컴퓨터를 사용하면 소프트웨어 개발만으로 RF 데이터 링크를 만들 수 있습니다. 새 LPI 신호를 만들거나 현장에서 예상치 못한 신호에 대응할 때 RF 주파수 변환과 데이터 링크의 디지털화 부분에 신뢰성 있는 테스트 장비를 사용하면 상당한 시간 절감 효과를 거둘 수 있습니다. RF 하드웨어를 확인할 필요성을 없애고 소프트웨어 작성에만 집중하면 개발 시간이 대폭 단축됩니다. 긴급한 국가 안보 위협이 발생하는 경우 개발 시간 단축이 특히 중요합니다.

신호 모니터링, 감시 및 실시간 스펙트럼 분석

▶ 응용 자료

보안 환경에서 작업

감시 작업에는 중요한 메시지 인터셉트나 제한적인 액세스가 필요한 다른 데이터 처리 문제가 뒤따릅니다. 하지만 때로는 민감한 구역으로 접근하도록 정당한 절차를 밟지 않은 개인이 감시 장비를 캘리브레이션 또는 수리해야 하는 경우가 있습니다. 마찬가지로, 개발 환경에서는 액세스가 제한되는 중요한 프로젝트와 액세스가 제한되지 않는 일반 프로젝트 간에 테스트 장비를 공유하는 경우가 종종 있습니다.

중요한 정보의 데이터 레코딩이 포함된 장비를 접근에 제한을 두지 않는 구역으로 옮기거나 보안 사항 위반이 발생하기 전에 중요한 정보를 철저히 제거해야 합니다. 분석기에 정보가 우연히 남아 있거나 분석기에서 정보를 완전히 제거하지 않는 경우 숙련된 캘리브레이션 기술자나 보안에 위험 요소가 되는 "권한 없는" 타인이 해당 정보에 액세스할 수 있습니다.

대다수 신호 분석기는 기밀 환경에서 사용되는 경우 보안 담당자에게 어려운 문제를 안겨줍니다. 제거하기 어렵거나 완전히 지우기 힘든 온보드 플래시 메모리와 컴퓨터 디스크로 인해 종종 해당 장비를 사용 수명 내내 제한 구역에 두어야 하는 경우가 있습니다. 기밀 구역 내에서 캘리브레이션과 유지보수 작업을 하는 데 따른 비용은 그렇지 않은 경우에 비해 상당히 많아질 수 있습니다.

RTSA는 보안 구역과 비보안 구역을 오가며 간단하게 작동할 수 있도록 설계되었습니다. 기기 상단에 있는 간편 해치를 통해 내장된 하드 드라이브를 신속히 분리해낼 수 있습니다.



▶ **그림 26.** RTSA에는 기기에 저장된 정보를 담고 있는 하드웨어를 쉽게 분리할 수 있도록 간편 액세스 해치가 있습니다. 따라서 기기에서 중요한 정보를 신속히 제거하여 분석기를 비보안 구역으로 빠른 시간 내에 이동할 수 있습니다.

이 기기는 비휘발성 메모리 정보를 모두 하드 드라이브에 저장합니다. 하드 드라이브를 꺼내고 다른 하드 드라이브를 삽입하면 중요한 정보를 확실히 분리할 수 있습니다. 두 번째 하드 드라이브를 삽입하면 기기를 접근 제한이 없는 환경에서 안심하고 작동시킬 수 있기 때문입니다. 하드 드라이브 스와핑을 통해 혼성 보안 환경에서 장비 활용도를 훨씬 더 높일 수 있을 뿐만 아니라, 필요에 따라서는 현장에서 중요한 정보를 재빨리 처분할 수 있습니다.

요약 및 결론

신호 모니터링 및 간섭 애플리케이션은 최근 몇 년 사이에 무선 장치 및 통신 링크의 기하급수적 성장과 함께 더 많은 도전과 난관에 부딪히고 있습니다. 신호 모니터링 및 감시 작업에 RSA3408A RTSA를 적용하면 성공적인 작업 운용에 필수적인 일련의 기능이 제공됩니다.

RSA3408A의 넓은 대역폭, 양호한 다이내믹 레인지 및 위상 노이즈는 수많은 감시 애플리케이션에 필수적인 선결 요건입니다. 실시간 FMT, 탈착식 하드 드라이브, 전대역폭 연속 I-Q 데이터 내보내기 기능 그리고 널리 쓰이는 변조 형식에 대한 다중 영역 분석 지

원과 같은 독창적인 RTSA 기능은 신뢰성 있는 수집 및 정보 생성을 위한 필수 요소입니다. 실시간 스펙트럼 애널리저의 특허 트리거 기능과 프리앰프(옵션) 역시 난해한 LPD 또는 LPI 신호 발생 시 상당한 인터셉트 상의 이점을 제공합니다.

특정 요구 사항에 맞게 RTSA 기술을 사용하는 방법에 대한 상세 브리핑이나 설명을 원하시면 텍트로닉스 영업 담당자에게 연락하십시오.

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 출원 중인 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.

8/05 DV/WOW

37K-18576-1

Tektronix
Enabling Innovation

