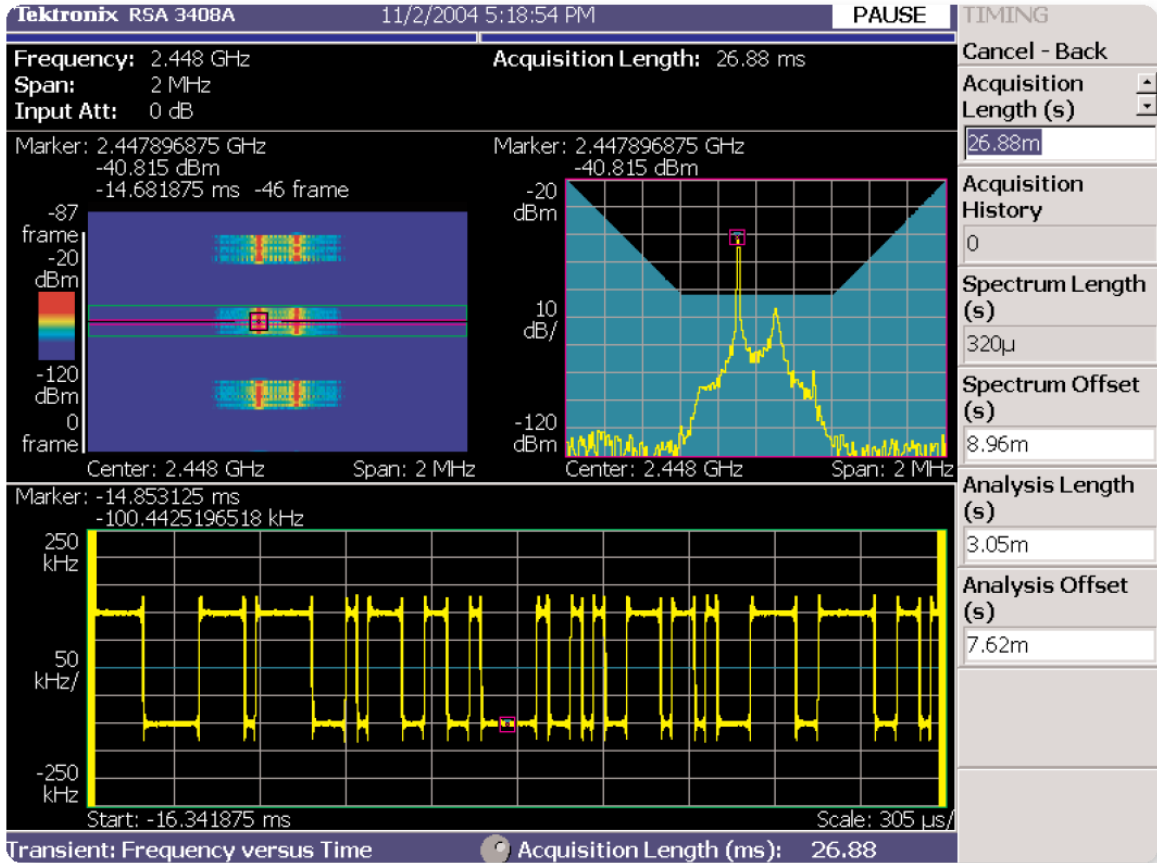


## 과도(Transient) RF 신호의 변조 분석



### 소개

Tektronix 실시간 스펙트럼 분석기(Real-Time Spectrum Analyzer, RTSA)는 아날로그 또는 디지털 변조 기술을 사용하는 RF 장비의 특성화 작업을 크게 단순화시킬 수 있는 다양한 트리거링, 캡처, 분석 기능을 제공합니다. 주파수 마스크 트리거, 완벽한 신호 캡처, 시간 상관 다중 영역 분석 등의 기능을 이용하면 복잡한 변조 분석 관련 문제들을 효과적으로 해결할 수 있습니다.

이와 같은 RTSA 기술의 독특한 장점은 과도적인 특성을 가진 현대의 통신 신호를 다루는 엔지니어들에게 있어 특히 가치가 있습니다. 본 기술 개요에서는 RF 통신 신호의 변조 분석과 관련한 몇 가지 측정 상의 과제를 검토하고, 이러한 문제에 대응하기 위해 Tektronix RTSA 에서 제공되는 종합적인 도구를 살펴봅니다. 본 보고서에는 또한 RTSA 의 독특한 트리거링, 캡처 및 분석 기능에 대한 논의와 함께 다양한 업계 일반의 문제에서 선택된 일부 측정 결과 예제가 포함되어 있습니다.

## 과도(Transient) RF 신호의 변조 분석

### ▶ 기술 개요

### 측정 상의 과제

변조 기술은 시간이 지나면서 더욱 복잡해지고 있습니다. 한 때 단순한 연속파 진폭 및 주파수 변조 신호에 의해 지배되던 무선 통신 업계는 시간, 주파수, 코드 영역에의 정보 전파를 위한 정교한 기술을 필요로 하는 훨씬 더 복잡한 변조 시스템으로 진화하였습니다. 디지털 다중 반송파 벡터 변조의 단속적 패킷은 이제 보편적으로 활용되고 있습니다. 더욱 복잡한 변조 시스템을 향한 이러한 경향으로 인해 더 나은 신호 분석 접근 방식이 요구되고 있습니다. 잔여 비트 오류 플로어가 10~12 인 고용량 데이터 링크에서 위상 도약(phase hit)을 탐색하거나 WLAN 콤보 장치에서 포착이 어려운 패킷 충돌을 캡처하려 할 때 과도 RF 신호를 신뢰성 있게 검출 및 트리거할 수 있는 장비를 갖추는 것이 필수적입니다.

과도 RF 신호는 오랫동안 어려운 측정 문제를 발생시켜 왔습니다. 일부 유용한 경우도 있지만, 전통적인 시간 영역 전압/전력 레벨을 사용하여 RF 신호 포착을 트리거할 경우, 낮은 SNR(Signal to Noise) 환경에서나 다른 강한 신호가 존재할 경우에는 많은 문제가 발생할 수 있습니다. 오늘날 RF 진단과 관련된 대부분의 어려운 문제들은 더 큰 다른 신호가 존재하는 상황에서 발생하는 단속적 신호로 인해 야기됩니다.

WLAN 콤보 장치의 패킷 충돌, 마이크로프로세서의 간섭, 로컬 오실레이터의 위상 도약 및 LPI(low probability of intercept) 신호 감시 등은 스펙트럼의 형상을 기반으로 한 정보 캡처 기능을 실세계에 이용한 예 중 일부에 불과합니다.

현대의 변조 시스템은 또한 신호 구조 분석을 위해 새로운 방법을 요구하고 있습니다. 벡터 변조, 스프레드 스펙트럼, 다중 반송파 기술 등은 신호 및 신호 손상의 시각화를 위해 전통적인 분석 도구보다 통찰력이 뛰어난 접근방식을 필요로 합니다.

### 실시간 스펙트럼 분석기

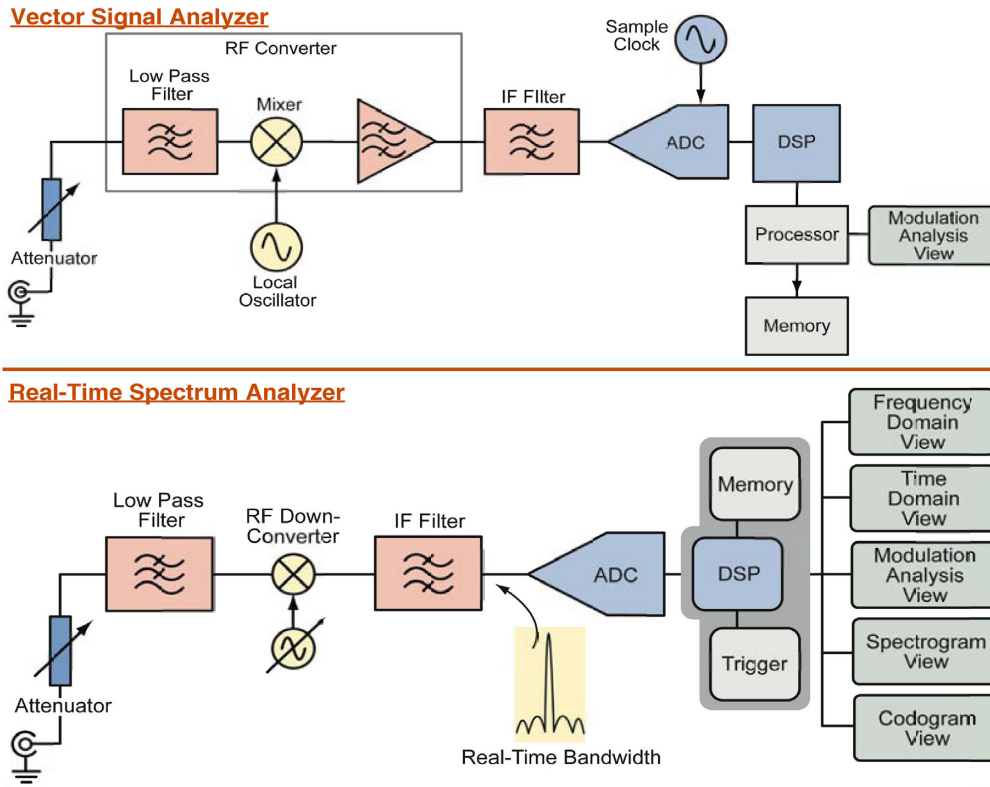
Tektronix 는 가변 변조 방식 및 버스트 통신 패킷을 사용하는 송신과 같은 동적 RF 신호와 관련한 측정 상의 문제를 해결하기 위해 RTSA 를 설계하였습니다.

실시간 스펙트럼 분석기의 기본 원리는 RF 신호에 대해 트리거하여 메모리로 빠짐없이 캡처하고 다중 영역에서 분석하는 것입니다. 이를 통해 시간의 경과에 따라 변화하는 RF 신호를 안정적으로 탐지하여 특성화할 수 있습니다.

본 기술 개요에는 다음과 같은 예제가 포함되어 있습니다.

- 복잡한 3G 셀룰러 무선 장치 및 시스템의 문제 해결
- 802.11a/b/g, 3G, Bluetooth 등의 여러 표준을 구현한 콤보 장치의 간섭 확인

- 고급 SDR(software defined radio) 시스템의 통합 및 디버깅
- RF 통신 시스템의 원치 않은 변조의 특성화
- 전반적 시스템 성능에 영향을 미치는 로컬 오실레이터의 마이크로포닉 및 위상 도약 검출

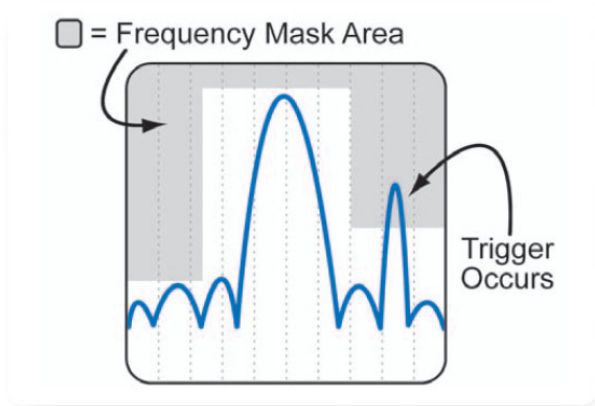


▶ 그림 1: RTSA 및 VSA 계통도

그림 1은 Tektronix 실시간 스펙트럼 분석기의 단순화된 계통도입니다. RF 프론트엔드는 DC로부터 8GHz로 동조될 수 있으며, 입력 신호는 고정 IF로 저역 변환됩니다. 그런 다음, 신호가 필터링되고 ADC에 의해 디지털화되어 기기의 트리거링, 메모리 및 분석 기능을 관리하는 DSP 엔진으로 전달됩니다.

이 계통도 및 획득 프로세스의 많은 요소는 그림 1에도 나타난 전통적인 VSA 아키텍처의 요소들과 유사하지만, RTSA는 실시간 트리거링, 완벽한 신호 포착 및 시간 상관 다중 영역 분석 기능을 제공하기 위해 최적화되어 있습니다. 그뿐 아니라, ADC 기술의 발전 덕분에 다이내믹 레인지가 높고 노이즈가 낮은 변환이 가능하므로, RSA가 수 많은 스위프 스펙트럼 분석기의 기본적인 RF 성능과 똑같거나 이를 능가하는 전통적인 주파수 영역 측정을 할 수 있습니다.

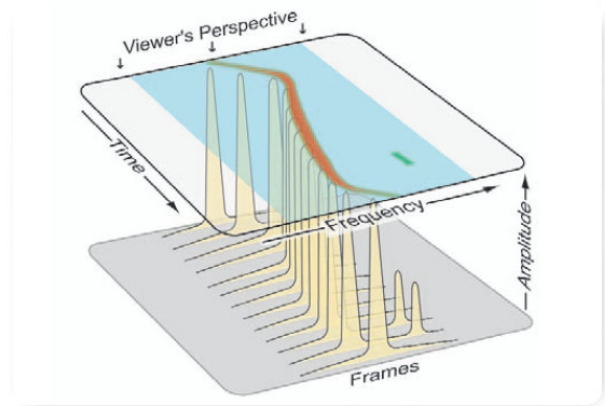
과도(Transient) RF 신호의 변조 분석  
 ▶ 기술 개요



▶ 그림 2: RTSA 주파수 마스크 트리거

RTSA의 중요한 기능 중 하나로 특허 받은 주파수 마스크 트리거가 있는데, 이를 통해 사용자는 주파수 영역의 특정 이벤트를 기반으로 신호 포착을 트리거할 수 있습니다. 그림 2와 같은 마스크 설정을 통해 트리거 이벤트를 발생시킬 분석기의 실시간 대역폭 내에 일련의 조건들을 정의할 수 있습니다.

IF 전력만을 사용하여 신호 기록을 트리거하는 다른 신호 분석기와는 달리, 주파수 마스크 트리거를 통해 전체 스펙트럼의 피크 진폭에 훨씬 못 미치는 신호를 선택적으로 트리거할 수 있습니다. 그런 다음 메인 반송파 전력에 못 미치는 스퓨리어스(spurious) 신호를 사용하여 분석기를 트리거할 수 있습니다.



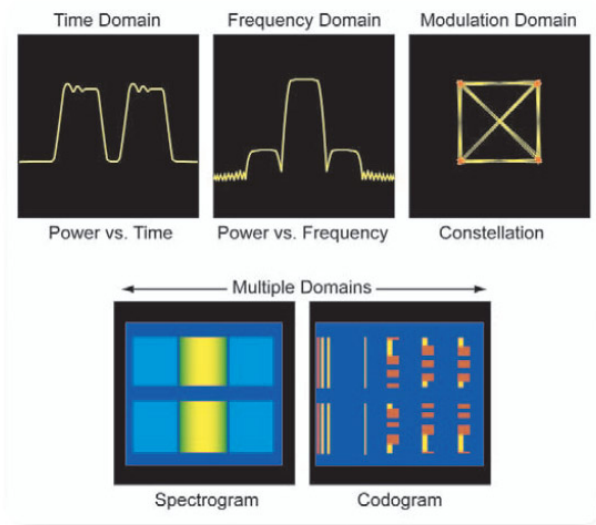
▶ 그림 3: RTSA 스펙트로그램 디스플레이

또한 RTSA는 차단 가능성이 매우 높은 과도적 스펙트럼 이벤트에 대한 트리거가 가능한 유일한 장비입니다.

일단 신호가 포착되고 나면 신호의 분석 기능 및 신속한 진단 통찰력을 제공할 수 있도록 신호 특성을 표시하는 기능 또한 중요합니다. 예를 들어, 스펙트로그램은 시간의 경과에 따른 신호 주파수 및 전력 수준 변화를 직관적으로 보여주는 출력 영상입니다. 그림 3에서와 같이 수평 축은 주파수, 수직 축은 시간을 나타내며, 진폭은 신호 궤적의 색상을 통해 표시됩니다.

또한 RTSA의 다중 영역 분석 기능을 통해 엔지니어들은 변조 신호의 동작을 철저하게 특성화할 수 있도록 다양한 분석 도구들을 유연하게 사용할 수 있습니다. 그림 4에는 전력 대 주파수(스펙트럼), 스펙트럼 대 시간(스펙트로그램), 전력 대 시간, 심볼 성상도(벡터 다이어그램), 전력 대 확산 코드(코드 영역 전력), 코드 영역 전력 대 시간(코드그램) 등 RTSA에서 제공되는 디스플레이 중 몇 가지가 표시되어 있습니다. 다양한 시간 동기화 분석 영역을 통한 이점은 각 영역에서 분석 중인 신호에 대한 독특한 관점을 제공한다는 것입니다. 단일 측정으로부터 얻어 낸 관점의 범위가 넓을수록 분석을 통해 얻을 수 있는 통찰력의 깊이가 더 깊어지며, 신속한 진단이 가능해집니다. 시간에 쫓기는 엔지니어 및 프로그램 관리자라면 이같은 신속한 진단 장치가 더욱 필요할 것입니다.

다중 영역 분석의 핵심적인 요소는 서로 다른 영역의 이벤트 간 시간 상관 관계를 정확하게 정의하는 것입니다. 전력 대 시간 영역에서 과도 신호를 관찰하고 이를 스펙트럼 출력 영상과 정확하게 연계시키면 훨씬 더 많은 진단 정보를 얻을 수 있습니다. 또한 여러 측정 창에서 동시에 사용할 수 있으며 서로 상관 관계가 있는 RTSA 마커를 통해 신호 손상의 인과관계를 확실하게 파악할 수 있습니다. 이로 인해 진단 통찰력을 얻기까지의 시간이 단축되며, 정밀 진단의 신뢰성이 향상됩니다.

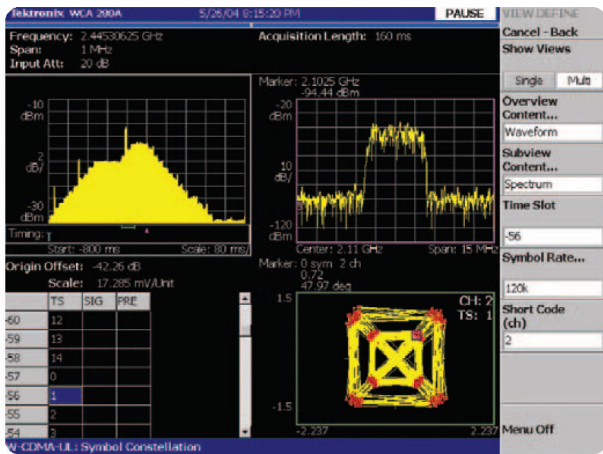


▶ 그림 4: RTSA를 통한 시간 상관 다중 영역 측정의 몇 가지 예

지금까지 실시간 스펙트럼 분석기의 독특한 기능과 진단적 가치를 살펴 보았습니다. 다음으로 이러한 기술이 실생활의 다양한 변조 문제를 해결하는 데 어떻게 적용되는지를 보여주는 몇 가지 측정 예제를 간단히 살펴보도록 하겠습니다.

## 과도(Transient) RF 신호의 변조 분석

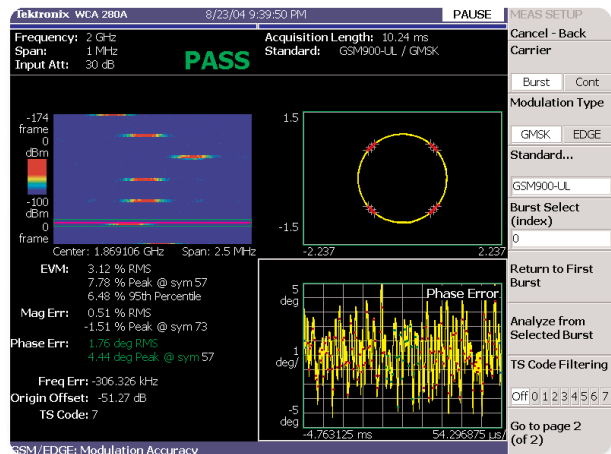
### ▶ 기술 개요



▶ **그림 5:** W-CDMA 전력 제어 동작. 오른쪽 하단의 성상도 디스플레이에는 왼쪽 상단 전력 대 시간 화면에 나타난 전력 스파이크로 인한 오류가 표시되어 있습니다.

## 셀룰러 무선 측정

RTSA의 시간 상관 다중 영역 분석 기술은 셀룰러 업계의 많은 분야에 응용이 가능합니다. RTSA에서는 GSM/EDGE, W-CDMA, HSDPA, cdma2000, 1xEV-DO, TD-SCDMA 등과 같은 셀룰러 표준 테스트를 위한 다양한 분석 옵션이 제공됩니다. 이 기술은 회로 관련 문제를 진단하는 데 있어 여러 가지 강력한 장점이 있습니다. 그림 5에서와 같이 페루프 전력 제어 하에서 오류 벡터치(Error Vector Magnitude, EVM)가 좋지 않은 W-CDMA 성상도를 예로 들어 보겠습니다. 시간 상관 다중 영역 분석 기능은 전력 램프의 스파이크로 인한 직접적인 결과가 높은 EVM으로 나타남으로써 진단의 확실성을 강화시킵니다. 마커를 사용하면 EVM이 높은 성상도의 심볼에 스파이크를 연계시킬 수 있습니다.



▶ **그림 6:** 스펙트로그램, EVM, 성상도 및 호핑 GSM 신호의 위상 오류

숙련된 엔지니어라면 두 번 이상의 측정을 통해 진단을 위한 가정을 확인하는 것이 중요하다는 사실을 잘 알고 있을 것입니다. 다중 영역 접근 방식은 결정에 영향을 주는 회로도를 분리하기 전에 가정을 검증할 수 있습니다. 일반적으로 인과관계를 잘못 가정하는 것 보다는 높은 EVM이 전력 제어 상의 문제로 인해 발생한다는 것을 확인하는 편이 낫습니다.

시간 상관 마커를 이용하는 것은 GSM 측정에도 도움이 됩니다. 어느 송신 패킷이 어느 EVM 측정을 나타내는 지를 정확히 이해하는 것은 많은 진단 상황에서 매우 유용합니다. 다음으로 시간 상관 다중 영역 분석을 RTSA 외의 장비로 확대하여 통합 시간을 최소화하는 방법을 살펴 보겠습니다.



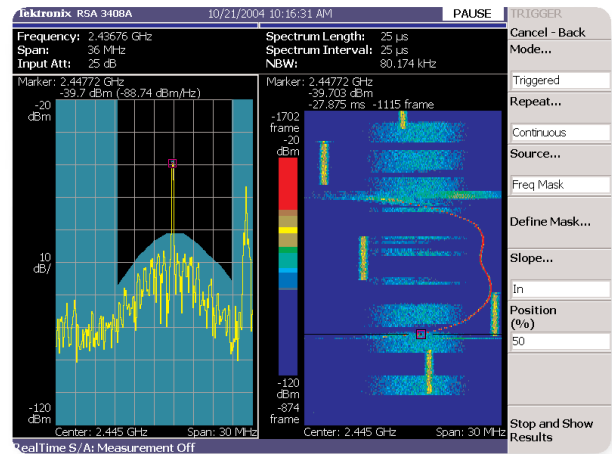
▶ 그림 7: 콤보 장치 간섭의 종류

## WLAN 콤보 장치 간섭

WLAN 및 3G 무선 표준이나 Bluetooth와 같은 다른 무선 링크 결합에 있어서 연결성과 성능이 강화됨에 따라 '콤보 장치' 설계 방식이 급속히 확산되고 있습니다. 콤보 장치는 흔히 공유 RF 및 DSP 컴포넌트를 사용하여 다양한 통신 프로토콜을 하나의 물리적 패키지로 통합합니다.

아쉬운 점은 여러 무선 시스템을 단일 장치로 통합할 경우 간섭의 가능성이 매우 커진다는 것입니다.

노트북 컴퓨터에서의 LAN과 Bluetooth의 패킷 충돌이 하나의 예이며, 이와 같은 문제는 해결이 쉽지 않습니다. 널리 알려진 이러한 문제가 발생하는 이유는 WLAN과 Bluetooth의 신호가 동일한 주파수 대역을 공유하기 때문입니다. 설상 가상으로 마이크로파 또한 동일한 대역에서 작동합니다. Bluetooth 송신기가 WLAN 수신기에 물리적으로 인접해 있는 경우에는 WLAN을 방해할 만큼 충분히 많은 간섭이 쉽게 발생하게 됩니다. 수신기 방해 전파 메커니즘은 파악하기 어려운 경우가 많습니다.



▶ 그림 8: 주파수 마스크 트리거와 스펙트로그램을 통해 포착된 Bluetooth, WLAN, 마이크로파 간의 충돌

RF 패킷 신호의 이러한 비동기적 특성으로 인해 간섭을 캡처하여 분석하기가 쉽지 않습니다. 패킷 충돌을 살펴보기 위해 무작위로 캡처된 많은 기록을 검색하는 것은 시간이 많이 걸리는 일입니다.

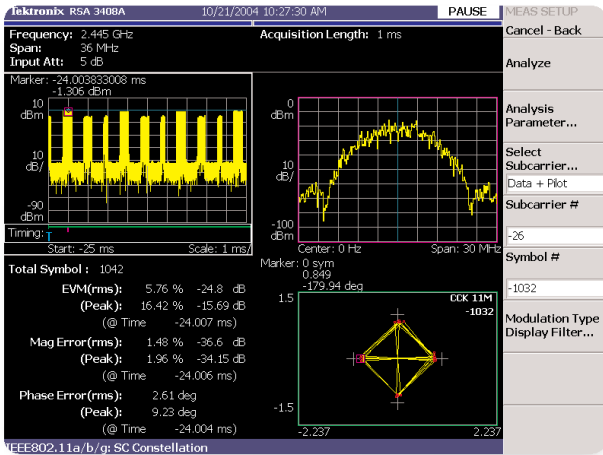
일부 최신 MAC(Media Access Controller)은 WLAN과 Bluetooth 간 패킷 전송 조정을 위한 설정이 가능하여 문제를 더욱 복잡하게 합니다. 이로 인해 적절한 기능 보장을 위한 RF의 검증이 필요합니다.

주파수 마스크 트리거를 통해 포착이 어려운 이러한 이벤트를 쉽게 확인할 수 있습니다. 패킷 충돌이나 마이크로파로 인한 간섭을 관측하기 위해 주파수 마스크를 설정하여 두 개의 신호 중 더 좁은 신호를 제외시킵니다. 신호가 마스크를 통과하면 그림 8에서와 같이 분석기 트리거를 통해 간섭 신호(interferer)가 신뢰성 있게 캡처됩니다.

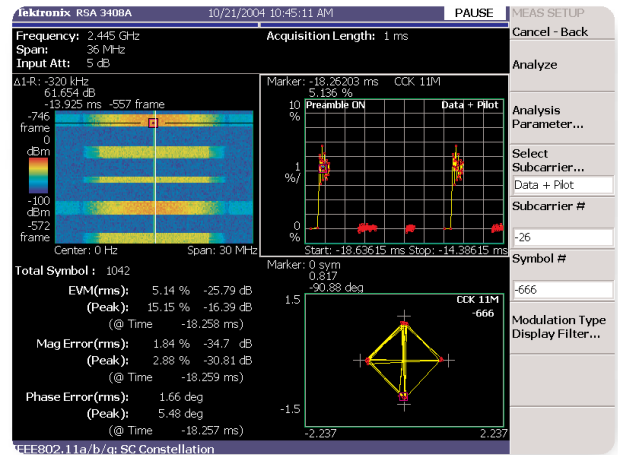
이와 같은 트리거 기능은 MAC 타이밍의 조정을 통한 데이터 처리 최적화가 필요한 개발 연구실이나 간섭 문제가 기술의 성공적인 배치를 방해할 수 있는 현장 모두에서 유용합니다.

## 과도(Transient) RF 신호의 변조 분석

### ▶ 기술 개요



▶ **그림 9:** 802.11g 신호의 다중 영역 분석을 통해 일련의 버스트에 대한 전력 수준의 변화 및 단일 CCK 버스트에 대한 정상도 디스플레이가 표시됩니다.



▶ **그림 10:** 802.11g 신호의 다중 영역 분석을 통해 CCK 버스트 도중 높은 EVM 과 스펙트럼 역제가 발생했음을 알 수 있습니다.

일단 신호가 트리거되어 메모리에 캡처되고 나면 RTSA의 다중 영역 분석 기능을 사용하여 문제의 철저한 특성화 및 해결이 가능합니다. 그림 9에서 RTSA는 버스트의 변조 유형(CCK 11M, OFDM 24M, OFDM 54M)을 자동으로 검출하여 전력 대 시간, 전력 대 주파수, 숫자로 표시된 EVM 결과, 정상도 디스플레이와 같은 도표를 표시하고 있습니다. 그림 10은 동일한 신호를 스펙트로그램, EVM 대 시간, 숫자로 표시된 EVM 결과, 정상도 디스플레이를 통해 다르게 표현한 것입니다. 이러한 상세 분석 기능을 통해 콤보 장치의 문제를 더욱 쉽게 찾아내어 진단할 수 있습니다.

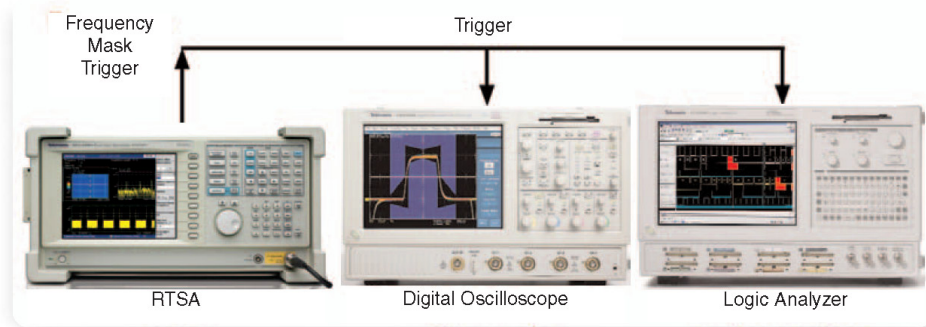
## 소프트웨어 무선 기술 통합

SDR(Software Defined Radio)은 많은 군사용 및 상용 시스템에 채택되고 있는 인기 있는 접근 방식입니다. 논리 속도가 이제 가장 넓은 대역폭 신호도 지원하게 됨에 따라 거의 모든 무선 설계에서 회로 안정성, 디지털 정밀성, 제조 공정의 반복성 등과 같은 이점이 있는 SDR 접근 방식이 선택되고 있습니다.

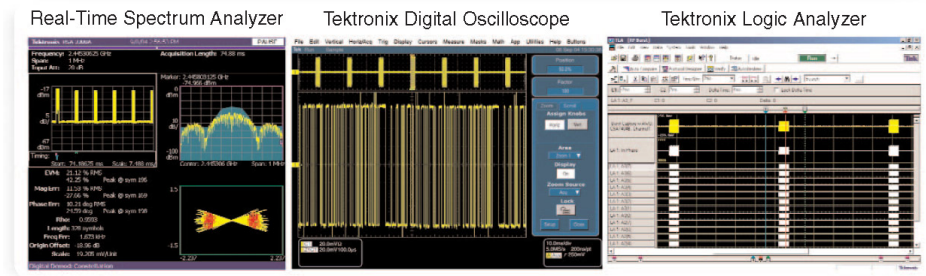
그러나 SDR은 소프트웨어로만 구성된 것이 아니므로, 소프트웨어 기반 모뎀(software-defined modem)이라 부르는 것이 더욱 적합할 수도 있습니다. 대부분의 SDR은 여전히 상당수의 아날로그 하드웨어를 통합하고 있습니다. 소프트웨어에 의해 정의된 베이스밴드 디지털 신호를 고주파, 고전력의 극초단파 신호로 변환하려면 특수 용도의 전용 아날로그 하드웨어가 필요합니다. 일반 용도의 DSP 하드웨어와 특수 용도의 전용 RF 하드웨어를 연결시키는 것은 어려운 작업이 될 수 있습니다. 소프트웨어와 하드웨어를 통합하는 과정에서 문제가 발생하는 이유는 무엇입니까?

광범위한 잠재적 문제에 대한 명확한 진단적 통찰력을 얻기가 힘들다는 것이 하나의 답이 될 수 있습니다. 소프트웨어 버그, 비트 정체, 오버플로우 오류, 타이밍 문제, 아날로그 간섭 및 선형성(linearity) 등의 문제로 인해 시스템을 통합하려는 엔지니어들은 어려움을 겪을 수 있습니다.





▶ 그림 11: 다른 장비를 시간과 연계시키기 위해 주파수 마스크 트리거가 사용됩니다.



▶ 그림 12: RTSA, TDS, TLA 화면.

정보의 형태는 SDR 을 통해 진행함에 따라 크게 달라집니다. 정보는 "DSP 칩에서는 이진 숫자 형태"였다가 아날로그 베이스밴드 신호로, 그 다음 송신기에서는 고주파 고전력의 RF 신호로 고역 변환됩니다. 수신기에서는 역방향의 과정이 진행됩니다. 정보의 형태가 각각 다르기 때에는 문제 진단을 위해서 서로 다른 분석 장비가 필요합니다. DSP 성능은 논리 분석기를 통해, 베이스밴드 성능은 오실로스코프, RF 물리계층 성능은 RTSA 를 통해 분석됩니다.

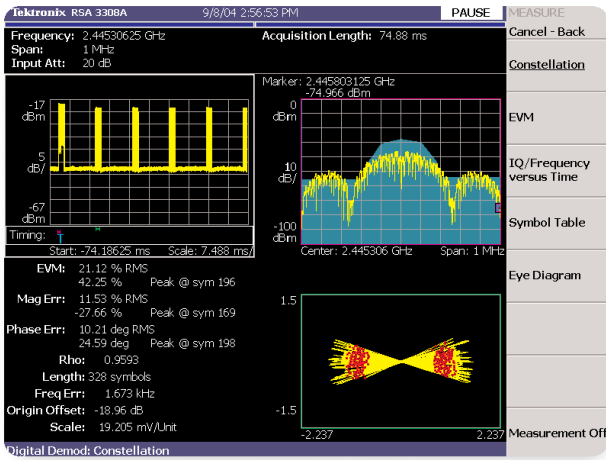
오늘날의 패킷 통신 장치는 SDR 기술의 통합과 관련한 문제의 신속한 진단 및 대응에 있어서 예전과는 비교할 수 없는 어려운 난제들에 직면하고 있습니다. 이미 복잡한 변조 과정에 비동기적이고 단속적인 패킷 버스트의 특성이 추가되면 통합은 오랜 시간이 걸리는 복잡한 과정이 됩니다.

다행스럽게도 주파수 마스크 트리거는 빠른 통합을 위해 필요한 문제 해결 통찰력을 신속하게 제공하는 새로운 접근방식을 지원합니다. 설계 검증을 위해서는 베이스밴드 및 디지털 논리 정보를 통해 RF 패킷 신호가 조정되어야 합니다. 디지털, 베이스밴드 및 RF 측정을 정확하게 시간에 연계함으로써 불확실성이 제거되고, 엔지니어들은 신호 문제의 인과관계 파악을 위해 더욱 신뢰할 수 있는 통찰력을 얻을 수 있게 됩니다.

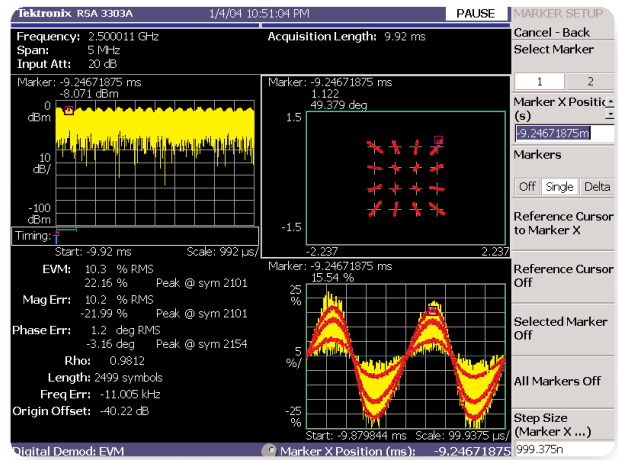
주파수 마스크 트리거를 사용하여 RF, 베이스밴드 및 DSP 문제 해결을 위해 디지털 오실로스코프, 논리 분석기, 스펙트럼 이벤트를 시간과 연계시킬 수 있습니다. RTSA 의 주파수 마스크 트리거는 스펙트럼의 변형이 발생하면 데이터 캡처를 트리거합니다.

## 과도(Transient) RF 신호의 변조 분석

### ▶ 기술 개요



▶ **그림 13:** 주파수 측파대에 대한 트리거 후 문제가 되는 버스트의 BPSK 성상도 및 EVM 측정



▶ **그림 14:** 손상된 QAM 신호

그림 13의 예에서는 RTSA 시스템 요건을 충족시키지 못하는 측파대가 포함된 RF 버스트에 대해 트리거를 발생시키도록 하기 위해 주파수 마스크가 사용되었습니다. 몇 번의 연속적인 버스트를 빠짐 없이 캡처함으로써 스펙트럼 마스크를 통과한 버스트의 EVM이 송신된 다른 버스트의 EVM보다 훨씬 더 높음을 분명히 확인할 수 있습니다.

또한 RTSA의 트리거 출력은 고속 오실로스코프와 논리 분석기를 동시에 트리거하는데 사용될 수 있습니다. 이를 통해 RF의 변형이 발생한 정확한 순간에 오실로스코프는 베이스밴드 신호 정보를, 논리 분석기는 DSP 알고리즘 정보를 제공하게 됩니다. 이처럼 SDR에 대한 완벽한 시간 상관 다중 영역 영상을 통해 실제 문제들을 확실히 진단할 수 있습니다.

### 원치 않는 변조

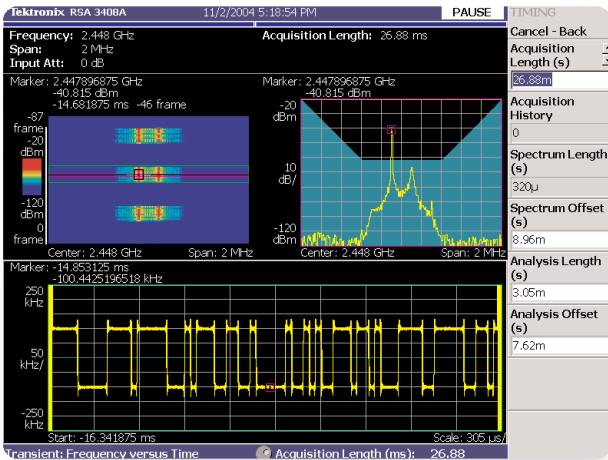
많은 RF 시스템에 있어서 주목할만한 또 다른 문제는 주 신호에 원치 않는 변조가 결합된다는 것입니다. 실제 장치에서는 신호 간의 바람직하지 않은 상호작용을 방지하기 위한 현실적인 문제를 해결하는데 제품 개발 시간의 상당한 부분이 소요될 수 있습니다.

바람직한 변조를 손상시키는 원치 않는 신호의 원천은 다양합니다. 제어 신호, 마이크로프로세서, 스위칭 과도 및 전원 공급 장치 잡음 등이 모두 바람직하지 못한 변조 신호의 일반적인 원천입니다.

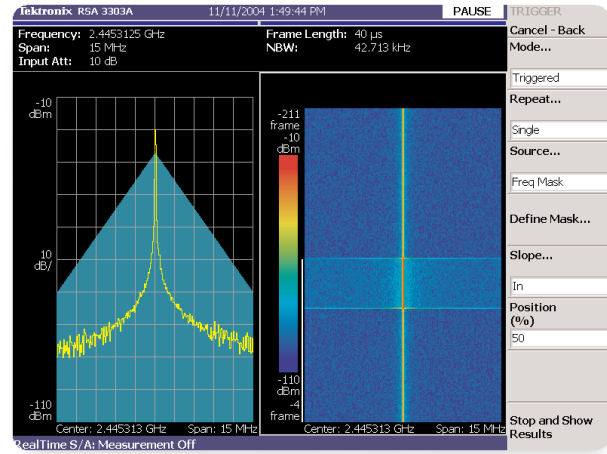
시간 상관 다중 영역 분석은 바람직한 변조가 원치 않는 신호에 의해 손상되었는지 여부를 확실하게 확인할 수 있는 가장 좋은 방법입니다. 바람직하지 못한 AM(Amplitude Modulation) 컴포넌트를 포함한 16 QAM 신호를 예로 들어보겠습니다. 전력 대 시간, 성상도 다이어그램 및 EVM 대 시간 등을 비교해 보면 뜻밖에 발생한 정현파 AM 컴포넌트를 분명하게 볼 수 있습니다.

이들 세 가지 영역 모두로부터의 시간 동기화된 정보를 통해서만 원치 않는 신호 손상을 확실하게 확인할 수 있습니다. 예를 들어, 성상도 다이어그램에는 AM 컴포넌트가 표시되지만, 원치 않는 변조를 야기하는 것이 정현파 간섭 신호임을 파악하기 위해서는 EVM 대 시간 영역 디스플레이가 필요합니다.

이와 유사한 경우로, 그림 15에는 원하는 변조가 깨끗하게 송신되지 않은 FSK 신호가 나타나 있습니다. 주파수 대 시간 영역을 통해 이와 같은 손상을 확인할 수 있으며, 오버슈트 공명을 통해 신호가 적절하게 필터링되고 있지 않음을 알 수 있습니다. 마커를 스펙트로그램의 원하는 이벤트 위에 위치시키면 버스트에서 다른 버스트로 분석 창을 이동시킬 수 있으며, 시간 상관 영역을 통해 시간의 경과에 따라 반복적으로 발생하는 문제를 확인할 수 있습니다.



▶ 그림 15: 주파수의 변화를 제거하고 더 나은 스펙트럼 억제 기능을 제공하기 위해 추가적인 필터링이 필요한 FSK



▶ 그림 16: 민감한 오실레이터의 마이크로포닉 버스트에 대한 트리거링

## 마이크로포닉 및 위상 도약

디지털 무선 데이터 링크는 마이크로포닉이나 위상 도약 현상을 보이는 내부 컴포넌트의 갑작스러운 데이터 오류에 대해 취약한 경우가 많습니다.

마이크로포닉은 기계적 에너지나 음성 에너지를 전기 신호로 변환시키는 것으로, 오디오 마이크와 유사합니다. 전기적 파장이 매우 짧기 때문에 기계적 길이를 소폭 변화시키면서 RF 및 극초단파 신호를 비교적 쉽게 변조할 수 있습니다. 따라서 음성의 진동이 원치 않는 변조로 해석될 수 있습니다. 많은 고주파 컴포넌트에서 이러한 현상이 나타나며, 오실레이터에서 가장 많은 문제가 발생합니다.

마이크로포닉의 민감성과 유사하게, 위상 도약 또한 극초단파 신호 위상의 갑작스러운 변화를 뜻합니다. 위상 도약을 발생시키는 물리적 현상은 매우 다양합니다. 보통 로컬 오실레이터에서 발생하는 마이크로포닉 및 위상 도약 과도 현상은 FEC(forward error correction)를 통한 제거가 쉽지 않은 긴 오류 버스트를 발생시킬 수 있습니다. 이와 같은 여러 버스트는 많은 시스템에 파괴적인 영향을 미치게 됩니다.

광섬유 링크나 점대점 마이크로파와 같이 통신 인프라에 사용되는 고도의 QoS(quality of service) 시스템은 마이크로포닉 및 위상 도약 과도 현상에 더욱 민감할 수 있습니다. 암호화된 데이터 링크와 고도로 대역폭 효율적인 변조 또한 마이크로포닉 오류 버스트를 허용하지 않습니다. 일반적으로 이와 같은 원치 않는 신호 과도 현상은 고속의 자료 전송률과 느린 재동기화 시간이 특징인 시스템에 문제를 가져오게 됩니다.

마이크로포닉 및 위상 도약은 무선 링크와 주위 환경과의 비정상적인 상호작용으로부터 발생합니다. 장비의 도어를 세계 단위는 경우, 오후에 화물 열차가 지나가는 경우, 비행기 진동이 발생하는 경우, 음성 픽업 및 로켓 등은 마이크로포닉 방해를 발생시키는 원인으로 알려져 있습니다. 이와 유사하게, 열팽창, 압전성(piezoelectric) 효과, 위상 상태의 변화도 위상 도약을 발생시키는 것으로 알려져 왔습니다. 여러 시스템에서 이러한 과도 현상은 확인이 매우 어려우며, 이로 인해 프로젝트의 진행 및 생산이 갑작스럽게 중단되는 결과를 낳을 수도 있습니다.

원치 않는 변조 과도 현상의 원인을 확인하기 위해서는 테스트 장비에 가능한 오랜 기간 동안 신호 스펙트럼을 관찰하고, 흔치 않은 이벤트를 메모리에 캡처하기 위한 트리거를 제공하는 특수 기능이 갖추어져 있어야 합니다. 주파수 마스크 트리거에서 이러한 기능이 제공되므로, 포착이 어렵고 때로는 파괴적인 결과를 가져오는 단속적인 이벤트를 쉽게 캡처하여 분석할 수 있습니다.

## 요약

변조의 복잡성이 증가되고 단속적인 RF 신호가 더욱 보편화됨에 따라 신호 분석은 점점 더 어려워지고 있습니다. 단속적 신호 분석을 위해서는 이벤트 캡처를 트리거할 수 있는 신뢰성 있는 방법이 필요합니다.

Tektronix RTSA의 독특한 실시간 기능인 주파수 마스크 트리거나 시간 상관 다중 영역 분석 기능을 통해 다른 방법으로는 캡처 및 분석이 어렵거나 불가능하고 포착이 어려운 신호 이벤트를 검출할 수 있습니다. 실시간 스펙트럼 분석기에 대한 추가 정보를 원하시면 해당 지역의 Tektronix 대리점에 문의하거나 웹사이트([www.tektronix.com/rsa](http://www.tektronix.com/rsa))를 방문하시기 바랍니다.

### 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  
중앙 유럽 및 그리스 +41 52 675 3777  
중앙동유럽, 우크라이나 및 발트국 +41 52 675 3777  
덴마크 80 88 1401  
핀란드 +41 52 675 3777  
프랑스 및 북아프리카 +33 (0) 1 69 81 81  
독일 +49 (221) 94 77 400  
홍콩 (852) 2585-6688  
인도 (91) 80-22275577  
이탈리아 +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, CIS 및 발트국 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  
미국(수출 판매) 1 (503) 627-1916  
기타 지역: 1 (503) 627-7111  
2004년 11월 3일 개정

### 추가 정보

Tektronix는 최신 기술을 다루는 엔지니어들에게 도움이 될 수 있는 종합적인 응용 자료, 기술 브리핑 및 기타 자료 등을 지속적으로 확대해 나가고 있습니다. [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com) 을 참조하십시오.



Copyright © 2004, Tektronix, 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. TEKTRONIX 및 TEK은 Tektronix, Inc.의 등록 상표입니다. 본 문서에 인용된 다른 모든 상표는 해당 회사의 서비스 마크, 상표 또는 등록 상표입니다.

11/04 FLG/BT 37W-18401-0

**Tektronix**  
Enabling Innovation

