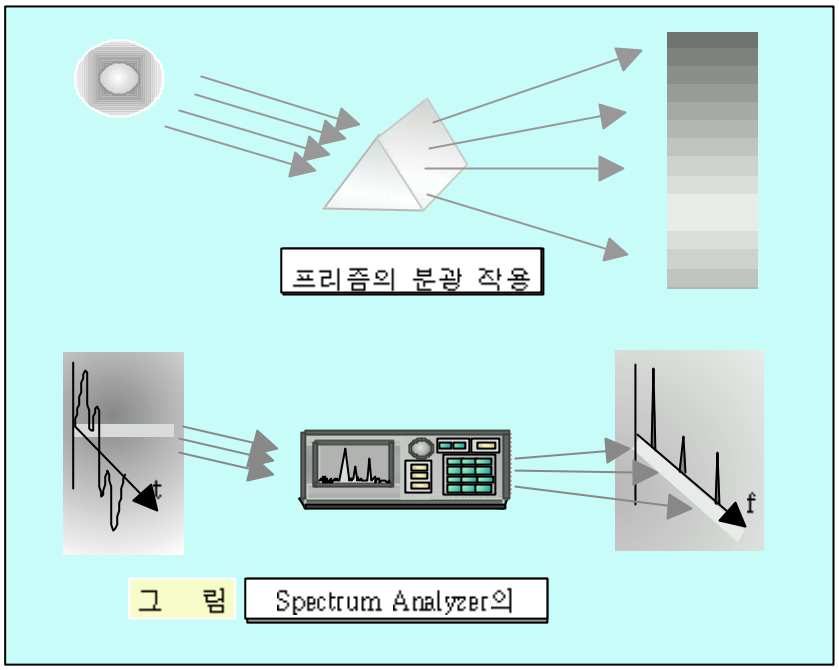
SPECTRUM ANALYZER의 동작원리

◆ Spectrum Analyzer의 동작원리 ◆

1. 스펙트럼 애널라이저(Spectrum Analyzer)란?

Spectrum Analyzer는 마치 프리즘이 빛을 파장별로 분해하여 보여주듯이 신호의 스펙트럼 또는 주파수를 분해하여 그 크기를 화면에 표시하여 주는 계기이다. <그림2-1>은 Spectrum Analyzer의 작용을 보여준다.



그 림 Spectrum Analyzer의

스펙트럼이란 어느 주파수 성분의 신호들이 어느 정도의 세기를 가지고 있는가를 표시해 주는 것이며 이러한 측정에 실용되고 있는 측정기로서, Spectrum Analyzer와 FFT Analyzer(Fast Fourier Transform Analyzer)가 있는데, FFT Analyzer로는 주로 100kHz 이하의 주파수 분석에 사용된다. Spectrum Analyzer는 실시간 처리 방식과 Heterodyne 방식 등 여러 방식의 제품이 있지만, 본문에서는 주로 많이 사용되고있는 Heterodyne Spectrum Analyzer를 위주로 설명한다. 일명 주사 스펙트럼 애널라이저(Scanning Spectrum Analyzer)라고도 부르며 수신 주파수 대역과 선택도를 가변 할 수 있는 라디오 수신기에 CRT화면 표시장치를 갖춘 것과 다를 바 없다.

☞ 이 방식의 특징은 감도가 좋으며 넓은 주파수대가 측정 가능하다는 점과 분해능이 가변으로 된다는 등의 성능에 유연성이 있다.

2. Spectrum Analyzer의 용도

Spectrum Analyzer는 입력을 통하여 들어온 신호의 각 주파수 성분들을 분석하여 각 주파수별 신호의 크기를 표시하여 준다. 따라서 Spectrum Analyzer는 다음 항목의 측정에 응용되어 질 수 있다.

- 각 신호의 주파수 & 레벨 측정
- 주파수 대역폭 측정
- 잡음 전력 & 신호 대 잡음비(C/N, S/N Ratio)측정
- 찌그러짐 측정(Distortion Measurement)
  - 상호 변조(Inter Modulation)
  - 고조파(Harmonic)
- 변조도 & FM의 주파수 편이 측정
- 불요 방사신호(Spurious) 측정
- 송, 수신기 교정

· Scalar Network Analyzer기능으로 사용

추적 발생기(Tracking Generator)와 브리지를 이용하게 되면, 응용 범위는 훨씬 확대되어 필터의 통과 대역폭, 증폭기의 주파수 응답 특성 및 정재파비(Standing Wave Ratio)등으로 측정 범위를 확대 적용할 수 있다.

3. Heterodyne Spectrum Analyzer의 원리

Heterodyne 방식 Spectrum Analyzer의 입력신호는 가변 감쇠기를 통하여 초단 Mixer에 인가된다. 여기서 국부 발진기로부터의 신호와 혼합(mixing)되어 중간 주파수(IF)로 변환된다. IF로 변환된 신호는 IF Amp단에서 적당한 크기로 증폭되어 대역폭을 선택할 수 있는 필터 회로를 통과한다.
IF 최종단의 필터가 Spectrum Analyzer의 분해능을 결정한다. 따라서 세밀한 스펙트럼 해석을 위해서는 예리(sharp)하고 대역폭이 좁은 필터가 필요하다.
현재 상용중인 Spectrum Analyzer에서는 3Hz가 가장 좁다.
측정에 필요한 분해능에 의해 대역 제한된 신호는 Log(또는 Linear)특성을 가진 증폭기를 거쳐 검파 회로에 인도된다. Spectrum Analyzer에 사용되고 있는 검파기는 보통 포락선형의 피크값 검파(첨두값 검파)이지만, EMC (electro magnetic compatibility, 전자파 적합성) 측정에도 많이 쓰이고 있다는 점에서 준첨두값 검파기를 내장하는 모델도 있다.
검파된 신호는 필요에 따라서 비디오 필터로 직류 영역의 잡음을 제거한 후 Vertical Scale Factor(A/D 변환기)에 인가되어 디지털 값으로 변환된다. 또한 화면에 Display를 위한 처리 후 비로서 CRT에 표시된다.

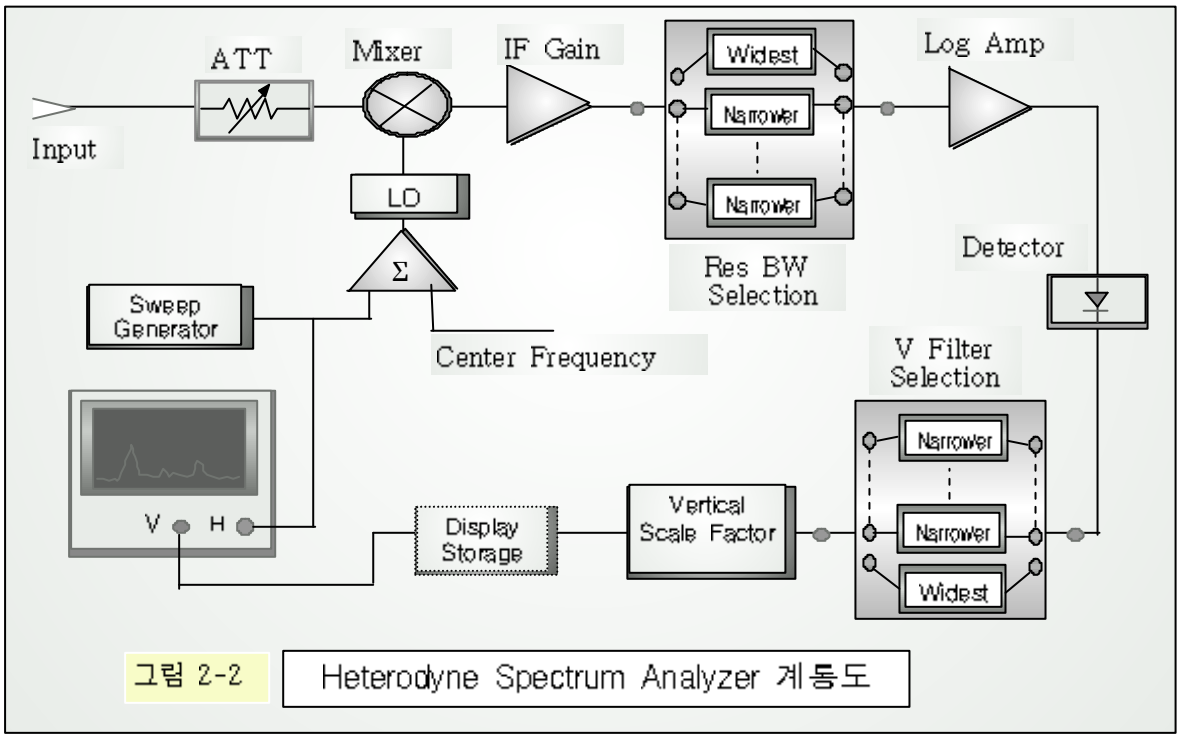


그림 2-2 Heterodyne Spectrum Analyzer 계통도

<그림 2-2>의 블록 다이어그램은 Mixer/IF단이 하나밖에 없어서 "단일 변환 수신기(Single Conversion Receiver)"라고도 한다. 간단한 블록 다이어그램으로 스펙트럼 분석기를 구성할 수 있으나, 성능은 많이 제한되므로 오늘날의 분석기들은 보다 효과적인 성능을 얻기 위하여 훨씬 더 복잡한 블록 다이어그램으로 구성되어 있다.

4. Spectrum Analyzer의 입력 단

Spectrum Analyzer의 입력은 가변 감쇠기와 때때로 증폭기로 구성되어 있다. 입력 부분의 기능은 계측기에 인가되는 신호 레벨을 제어하기 위한 것이다.

신호 레벨이 너무 높으면 분석기의 회로가 왜곡 성분을 발생시킴으로 원하는 측정 결과가 나오지 않는다. 반대로 신호 레벨이 너무 낮으면 측정코자 하는 신호는 측정기 자체에서 발생하는 잡음에 가려 버릴 수 있다. 이같은 문제가 측정 다이나믹 레인지(Dynamic Range)를 제한하는 요소가 된다.
어떤 종류의 Spectrum Analyzer는 적절한 입력신호의 크기를 위해 자동으로 입력 감쇠량을 선택 조절한다.
그러나 그러하지 못한 Spectrum Analyzer들은 사용자가 알아서 감쇠정도를 선택하여야 한다.
전형적인 Spectrum Analyzer의 입력부는 아주 민감해서 잘못 사용하면 바로 손상을 입게 된다.
특히 초고주파용 Spectrum Analyzer의 경우는 조작에 세심한 주의를 기울여야 한다.
또 어떤 종류의 분석기들은 입력에 DC가 인가돼도 견딜 수 있는 것이 있고 어떤 것은 DC가 전혀 허용이 안 되거나 소량만 허용되는 경우가 있다.

4-1. 최적 입력 레벨

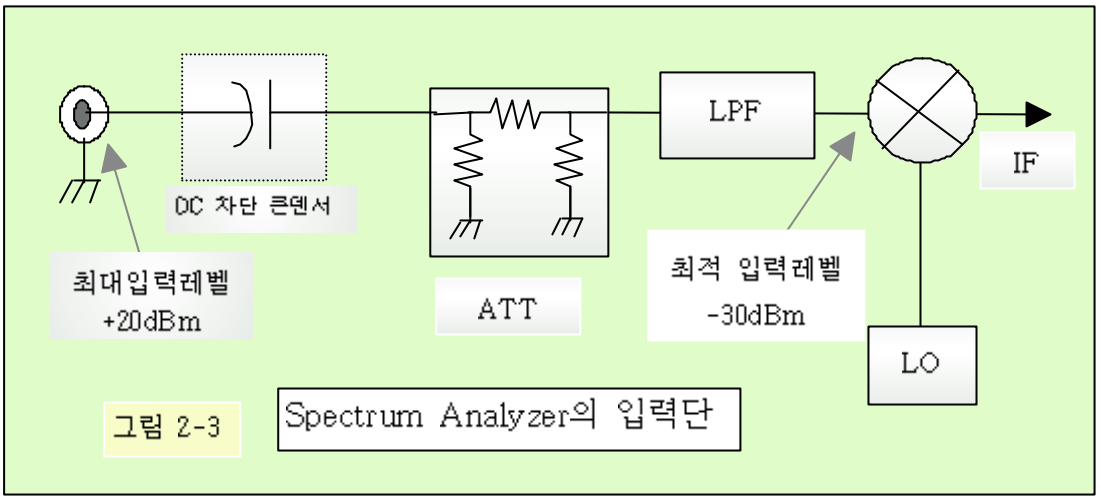
Spectrum Analyzer의 최적 입력 레벨이란 입력 신호의 크기를 제작사에서 규정한 1st Mixer의 최적 입력 레벨에 RF Step Attenuator의 감쇠량을 더한 값이다. 여기서 1st Mixer의 최적 입력 레벨은 대부분 -30dBm이다. Analyzer의 최적 특성을 위해서 Mixer에 걸리는 입력 신호레벨은 매우 중요하다. 그렇기 때문에 RF Step Attenuator의 감쇠량을 적절히 조절하여 Mixer의 최적 입력 레벨을 유지할 필요가 있다.
예를 들어 입력이 -10dBm이라고 할 때 입력 감쇠기를 20dB 감쇠 시켜주면 믹서에는 -30dBm의 최적 레벨이 걸리게 된다. 아래 표에서 입력레벨에 따른 적절한 Attenuator의 값을 알 수 있다.

Ref Level	RF Step ATT	Mixer In	Mixer Out
-50dBm	0dB	-50dBm	-58dBm
-30dBm	0dB	-30dBm	-38dBm
-10dBm	20dB	-30dBm	-38dBm
0dBm	30dB	-30dBm	-38dBm
+10dBm	40dB	-30dBm	-38dBm
+20dBm	50dB	-30dBm	-38dBm

만약 규정치 이상의 큰 입력 신호가 들어오게 되면 Mixer가 포화되어 출력 신호의 찌그러짐(Distortion)이나 원치 않는 신호 성분(Spurious)이 발생된다. 이로 인하여 측정 결과에 심각한 오차가 발생하게 되며 최악의 경우 믹서가 파괴되어 Analyzer의 사용이 불가능해진다.

☞ "최적의 측정 결과를 얻기 위해서는 입력 신호를 제작사에서 규정한 1st Mixer의 최적 입력 레벨만큼 감쇠 시켜주어야 한다."

아래 <그림2-3>은 Spectrum Analyzer의 입력단의 구조이다.

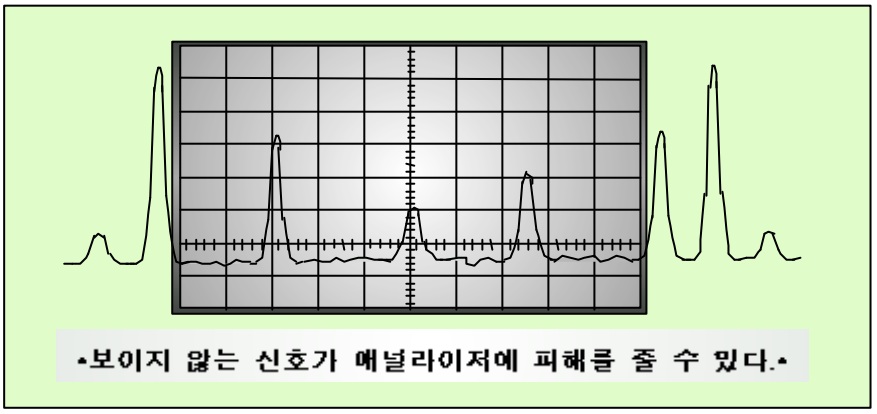


4-2. 최대 허용 입력 레벨

모든 Spectrum Analyzer들은 초과해서는 안되는 최고 입력 레벨이 있다. 이것은 입력단의 파괴레벨로 규정되며 일반적으로 +20dBm에서 +30dBm 정도이다.(2.2V~7.07V, 50Ω의 입력 임피던스) 입력에 걸리는 신호가 이 레벨을 초과할 때 RF Step Attenuator 혹은 Mixer가 파괴되어 Analyzer의 치명적인 고장을 초래한다.

최고 입력으로 규정되어 있는 레벨은 입력단에 연결된 모든 신호의 합(직류는 제외)으로서, 화면상에 신호가 있든지 없든지 관계없이 모두 포함한다.

<그림2-4>는 화면 밖의 보이지 않는 신호에 대한 것을 보여준다.



그 림

예를 들어 +18dBm의 2개의 신호가 있을 때 입력회로는 실제적으로 약 +21dBm에 노출되는 것과 마찬가지다. 진폭이 같은 2개의 신호는 상호 결합되어서 각각 하나의 신호로 존재할 때 보다 3dB 높게 나타난다. 이 정도의 레벨은 일부 모델에서 최고입력 범위를 초과하게 된다.

다른 또 하나의 예를 들면 입력단에 +10dBm과 -60dBm의 신호가 연결되어 있다고 가정하자.

사용자는 첫째 믹서의 최적 입력 레벨에(-30dBm)맞추기 위하여 40dB의 입력 감쇠기를 설정하여 입력신호(여기서는 +10dBm)를 줄여 주어야한다.

만약 기준 레벨을 +10dBm, 수직 스케일을 10dB/Div으로 설정하였다면 큰 신호는 기준레벨에 일치 할 것이고, 작은 신호(여기서는 -60dBm)는 기준선에서 7칸 밑에 나타나게 되어 측정하기 어렵게 된다.

기준 레벨을 감소시켜 입력 감쇠기를 낮추게 되면(이때 특히 큰 신호가 화면의 좌·우측을 벗어나 표시가 되지 않는 경우) 큰 신호의 레벨이 상승하게 되어 첫째 믹서의 입력단에 -30dBm 이상의 신호가 걸리게 된다.

☞ "주의!!!“

최고 입력 레벨을 초과하는 신호는 당신의 Analyzer에 광범위하고,
비용이 많이 드는 고장을 초래한다.

4-3. DC 입력 레벨

입력단에서 직류 전압을 허용하는 Spectrum Analyzer는, 최대 허용치가 입력단 부근의 전면판에 표시되어 있으며 이 허용치를 절대로 초과하면 안된다. 만약에 초과한다면 최대 허용 입력 레벨 초과시보다 더 치명적인 고장을 초래 할 수 있다.

그리고 직류전압을 허용하지 않는 경우에는 직류 전압 차단용 콘덴서(BLOCKING CAPACITOR)를 외부에 장착하고 사용해야 한다.

☞ Spectrum Analyzer는 또한 직류 전압에 의해서 쉽게 파괴될 수 있다.

4-4. Spectrum Analyzer의 안전한 사용 방법

측정할 신호의 레벨을 잘 모르는 경우에는 안전하게 사용하기 위한 몇 가지 방법이 있다.

○ 항상 계측기 자체의 입력 감쇠기를 최대로 한다.
○ 가능한 최대 기준 레벨로 한다.
○ 입력 신호가 화면에 나타나지 않는 것을 방지하기 위해서는 가장 큰 수평축(Span/Div, 또는 Max Span)을 이용한다.
○ 총 신호레벨이 Analyzer의 입력 허용치를 넘을 경우에 대비하여 가능한 외부 감쇠기를 사용한다.
○ 과도하게 큰 신호들이 화면에 나타나는가를 주의 깊게 살피면서 Analyzer 입력단에 신호선을 시험적으로 접촉(Contact)시켜 본다.
○ 신호선을 안전하게 연결(Connect)한 후, 측정기내 화면의 가장 큰 신호가 기준 레벨에 일치하도록 기준 레벨을 줄여 나간다.
○ 고주파 전력계(Power Meter)를 가지고 있다면, 신호원을 Analyzer에 연결하기 전에 전력계를 이용하여 신호레벨을 점검한다.
전력계는 입력에 연결된 모든 신호들의 합의 크기를 나타낸다.
○ Analyzer에 신호를 연결하기 전에 오실로스코프, 전압계 등으로 직류나 교류신호의 레벨을 점검한다. 특히 TV 공시청용 Line AMP등 간선용으로 사용되어지는 것들은 대부분 신호선과 전원선을 공통으로 사용하므로 교류나 직류전원이 신호선에 포함 되어있다.

5. Spectrum Analyzer의 Dynamic Range

5-1. Dynamic Range 란?

Dynamic Range는 신뢰성을 가지고 동시에 측정할 수 있는 최대 레벨의 신호와 최소 레벨 신호 사이의 범위이다. 즉 진폭이 큰 신호가 존재하는 상황하에서 얼마만큼 작은 신호를 측정할 능력이 있는가를 판가름하는 기준이다. Spectrum Analyzer의 Dynamic Range는“규정된 정확도를 가지고 측정할 수 있는 입력단에 나타나는 두 신호의 최대 비”라고 정의된다.

☞ Spectrum Analyzer는 신호의 개별 주파수 성분을 측정하는 측정기이므로 Dynamic Range는 분석기의 아주 중요한 사양이고, 또 이 범위를 벗어나면 측정이 불가능하거나 심각한 오차가 발생한다.

5-2. Dynamic Range의 제한

Analyzer 자체의 진폭 응답 특성에 비해 큰 입력 신호가 가해지면 하모닉 왜곡이 발생되며, 두개 이상의 입력 신호가 동시에 존재하게 되면 상호변조를 야기하게 된다. 또, 분석기 내부의 잡음이 존재

하는데 이 잡음들은 진폭이 작은 신호를 가려버리기에 충분하다. 이러한 모든 현상들이 Spectrum Analyzer의 Dynamic Range를 제한한다.

진폭이 작은 신호가 항상 큰 신호의 하모닉과 겹쳐지는 경우는 없으나, 일반적으로 일어날 수 있는 상황을 고려하여야 할 것이다. 달리 말하자면 Dynamic Range라는 것이 명확히 규정되지 않는다면 우리는 이 신호가 본인이 측정코자 하는 신호인지 아니면 분석기 자체의 불완전함 때문에 야기된 왜곡 성분을 측정하는지를 알 방도가 없다. 이와 같이 Dynamic Range는 계측기 사용자가 신뢰하고 측정할 수 있는 범위를 정의한다는 것이다. 이것은 Spectrum Analyzer 초단 믹서의 구동 레벨에 크게 좌우된다.

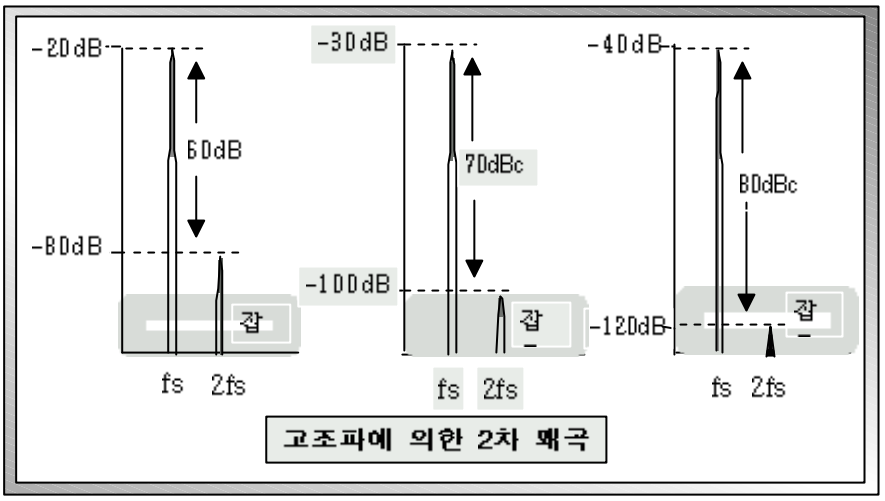


그림 2-5

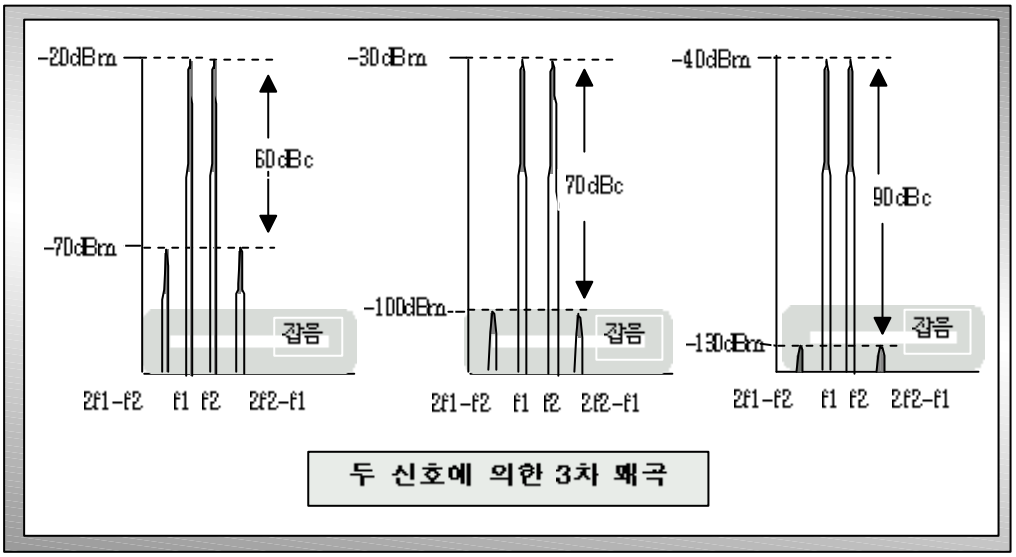


그림 2-6

☞ 위 <그림2-5> <그림2-6>은 분석기의 다이나믹 레인지를 제한할 수 있는 메카니즘을 보여주고 있다.

● 첫 번째 요인은, 분석기의 입력 단에 단일 주파수 성분의 신호만 존재 할 때 하모닉 왜곡 때문에 분석기 내부에 신호의 하모닉 성분들이 발생한다.

● 두 번째 요인은, 두 개 이상의 주파수 성분이 존재한다면 하모닉 왜곡 신호뿐만 아니라 혼변조 왜곡 신호들도 나타난다. 만일 분석기의 하모닉 및 혼변조 응답이 기준 주파수의 80dB 아래에 있다면 이 분석기의 Dynamic Range는 80dB로 제한된다. 이들 왜곡 성분 중 가장 진폭이 큰 것이 이 스펙트럼 분석기의 다이내믹 레인지를 결정하는 원인이 된다.

● 세 번째 요인은, 스펙트럼 분석기 내부에서 발생하는 잡음으로 이 잡음 플로어가 신호 측정을 불가능하게 만들어 버린다. 이와 같이 이들 왜곡, 의사응답 및 분석기 자체의 잡음들이 분석기의 Dynamic Range를 제한하는 요소가 됨을 알 수 있다.

5-3. Dynamic Range의 확대와 측정에서 적용

Dynamic Range는 Spectrum Analyzer 자체에서 발생하는 왜곡이 없이 CRT 상에서 측정할 수 있는 레벨차의 최대 값을 말하며, 즉 레벨차가 있는 복수 신호를 오차 없이 동시에 표시할 수 있는 최대 범위를 말하는데 이것은 내부 잡음발생 및 자체 일그러짐에 의하여 결정된다. Spectrum Analyzer의 내부에서 발생되는 2차, 3차 왜곡의 발생과정을 살펴보면 일반적으로 비선형 디바이스 입력에 신호를 인가하고 출력을 점점 높여 가면 어느 점까지는 직선적으로 증가한다. 이때 고조파 출력도 직선적으로 증가하나 그 기울기는 보통 기본파 기울기에 비하여, 2차 고조파는 2배의 기울기로 3차 고조파는 3배의 기울기로 기본파보다 훨씬 빠르게 증가한다. 어느 점 이상에서는 기본파는 진폭제한이 일어나 더 이상 선형으로 증가하지 않고 포화된다. 입력 전력이 계속 증가되면 고조파 출력은 더 빠른 속도로 증가하여 결국 기본파 전력과 같게 된다.

다수의 주파수가 입력 측에 인가될 때 모든 주파수의 전력의 총합이 입력신호가 되고, 입력 신호가 커지면 출력 진폭이 포화되어 고조파나 두 신호의 상호 변조를 일으켜 Dynamic Range를 제한하게 된다. Spectrum Analyzer의 최적 입력은, 내부에서 발생하는 잡음 레벨과 고조파 왜곡발생이 같은 레벨일 때이며, 이 레벨은 측정기에 따라 차이가 있겠지만 대체적으로 고조파 왜곡이 -70dBc이하가 되는 범위, 즉 초단 믹서의 입력 레벨을 -30dBm, RBW 100KHz 기준 -70dB정도에 해당한다. 이 값은 RBW에 따라 달라지며 일반적인 Dynamic Range 값이다.

<그림2-7>은 단일 주파수 신호의 크기에 따라 고조파의 세기가 달라지는 정도와 RBW에 따라 잡음 레벨 변화로 인해 Dynamic Range가 달라짐을 보여준다.

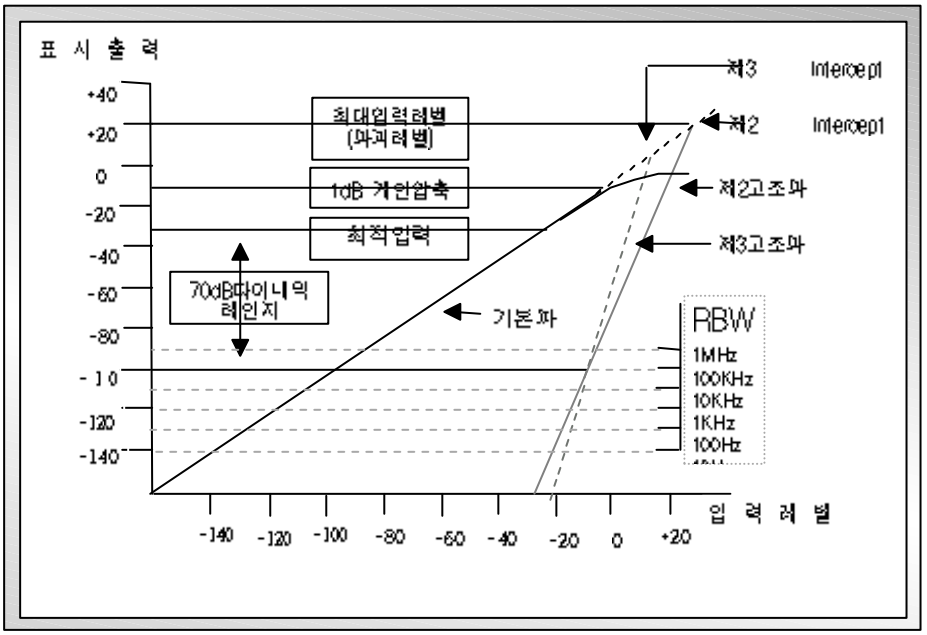


그림 2-7

사용자들은 측정의 상황에 따라서 Dynamic Range를 최적화 할 수 있는 단계를 밟을 수 있다. 만일 잡음이 Dynamic Range를 제한하는 요소라면 해상도 대역폭(RBW)이나 평균화(Video Filter)를 통하여 측정코자 하는 신호의 레벨에는 영향 없이 잡음의 레벨만 낮춤으로써 이를 개선할 수 있다.

외부 감쇠기나 분석기에 내장된 감쇠기를 사용하면 신호의 레벨을 낮추어 포화로 인한 왜곡을 줄일 수 있다. 왜곡 성분은 기준 주파수보다 레벨의 증감 폭이 더 크기 때문이다. 물론 신호 레벨이 감쇠 되면 Dynamic Range는 잡음 레벨에 따라 영향을 받는다.

측정시에 입력신호의 크기를 충분히 고려하지 않을 경우 Dynamic Range의 제한으로 측정기 자체의 2차, 3차 왜곡에 의한 측정오차는 심각하다. 특히 고조파 또는 불요파 등을 Spectrum Analyzer로 측정 할 때 Dynamic Range의 제한 폭을 무심코 지나쳐서 측정 결과가 실제와 전혀 다른 값이 되어 측정에 대한 의미를 상실하는 경우가 종종 있다. 그래서 측정시에는 이러한 오차에 대한 정확한 해석도
매우 중요하지만 필터를 이용하여 오차를 최소화 할 필요가 있다.

6. Spectrum Analyzer의 기본적인 조작

Spectrum Analyzer의 조작의 기본은 크게 3가지로 나누어 질 수 있다.

- 기준 레벨(Reference Level)
- 주파수(Frequency)
- 수평 주파수 간격(Span/Div)

대부분의 Spectrum Analyzer들은 이 3부분의 조작으로 원하는 결과치를 얻을 수 있지만, 기타의 조정 단자들도 물론 함께 사용하여야 하는데, 이와 같은 기타 조정 단자들은 Spectrum Analyzer를 더욱 편리하게 이용할 수 있도록 도와주고 사용자의 측정 목적에 적합하도록 하여준다.

6-1. 기준 레벨 조정(Reference Level Control)

기준 레벨 조정부는 신호의 진폭에 따라서 신호가 화면상에서 충분한 편향이 되도록 조절할 수 있다. 기준 레벨은 화면 눈금 중 최 상단을 나타내고 사용자가 설정한 측정 조건상의 최고 입력레벨이다. 만약 기준 레벨을 -10dBm으로 설정했다고 가정한 경우에, -10dBm의 입력 신호는 화면의 최상단 눈금까지 표시된다.

신호의 세기를 결정하는 방법은 설정한 기준 레벨에서(화면의 최상단 눈금), 현재 화면에 표시되고 있는 신호의 최고점이 위치하는 점과의 눈금 차이를 구한 후 수직축의 눈금비(감도)를 곱하여 빼주면 된다. 예를 들면 기준 레벨이 -10dBm, 수직축의 눈금비가 10dB/Div이라고 가정했을 시에, 입력 신호가 기준 레벨(최상단 눈금)에서 2칸이 낮다고 하면 이 신호의 세기는 -30dBm이다. (-10dBm - (2x10)= -30dBm)

기준 레벨은 입력단의 RF감쇠기와 IF증폭기의 이득에 의하여 결정되며 감쇠기와 이득의 결정은 각각 독립적으로 작동된다. 최근의 Spectrum Analyzer들은 2개의 조정 단자가 적절한 감쇠와 이득이 되도록 자동으로 연동되어 동작하므로, 사용자는 오직 하나의 조정 단자만 조작하여 기준 레벨을 설정할 수 있다. 입력의 감쇠기는 Spectrum Analyzer의 입력 단자를 통하여 들어온 신호의 감쇠량을 결정지어준다.

☞ 최적의 Analyzer 특성을 얻기 위해서는 입력신호를 제작사에서 규정 한 1st Mixer의 최적 입력 레벨(-30dBm)만큼 감쇠 시켜 주어야 한다.

예를 들면 입력단에 +10dBm과 -60dBm의 신호가 연결되어 있다고 가정하면, 사용자는 1st Mixer의 최적 입력 레벨에(-30dBm)맞추기 위하여 입력 감쇠기를 40dB로 설정하여 +10dBm의 신호를 줄여 주어야한다. 만약 기준 레벨을 +10dBm으로 설정하였다면 큰 신호는 기준레벨에 일치하여 측정이 가능하지만 작은 신호를(수직 scale : 10dB/Div이라면) 기준선에서 7칸 밑에 나타나므로 측정이 어렵게 된다. 그래서 이 작은 신호를 측정하고자 입력 감쇠기를 낮추면 큰 신호의 레벨이 상승하여 Analyzer 입력단은 포화되게 된다.

<그림2-8>은 이러한 메카니즘을 보여준다.

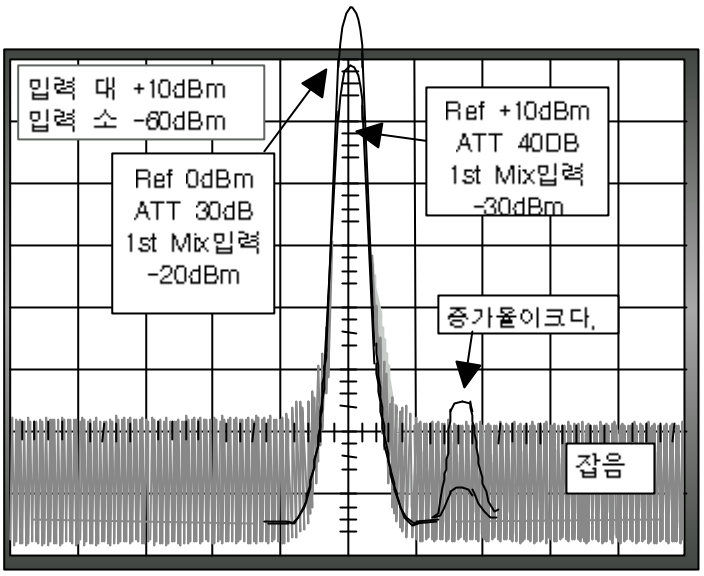
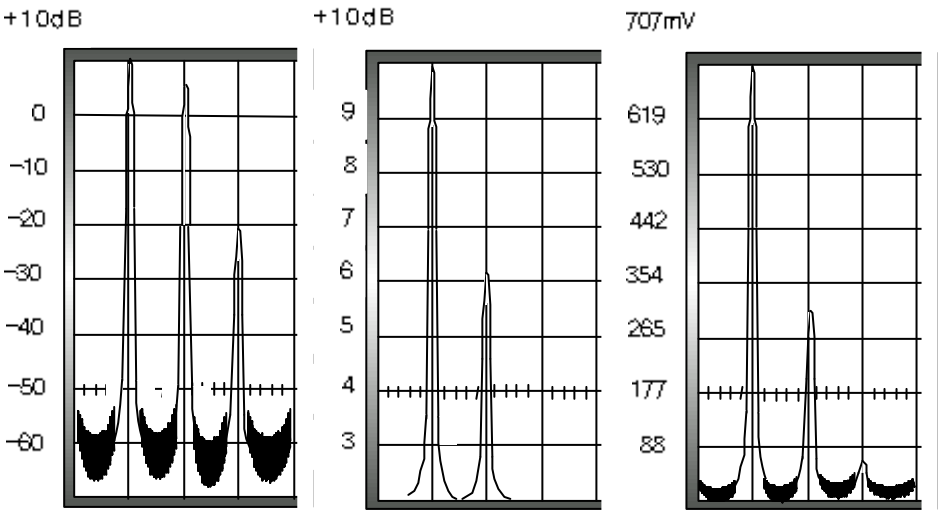


그림 2-8

항상 Spectrum Analyzer의 입력에 신호를 연결하기 전에 화면에 보이지 않는 신호와 최고 입력 레벨을 초과하는 신호로부터 Analyzer를 보호하기 위하여 입력 감쇠기를 최대로, 최대 기준레벨로 하고 가장 큰 수평축(Span/Div, 또는 Max Span)을 이용한다. 화면의 가장 큰 신호가 기준 레벨에 일치하도록 기준 레벨을 줄여 나간다.

6-2. 기준레벨과 수직눈금

Spectrum Analyzer의 표준 눈금척도는 Log척도이다. 일반적인 Spectrum Analyzer들은 Log눈금 10dB/Div를 기본으로 하지만, 같은 Log눈금인1dB/Div 또는 2dB/Div 및 Linear 눈금을 동시에 제공한다. Log눈금 1dB/Div, 5dB/Div는 신호 레벨을 좀더 세밀한 눈금으로 측정 하고자 할 때,또는 크기가 비슷한 두 신호의 상대치를 구할 때 필요하며, Linear 눈금은 직접 전압치로 측정하고자 할 때 유용하다. <그림2-9>는 +10dBm, +6dBm, -20dBm인 3개의 신호가 동시에 존재할 경우의 각 눈금별 표시 형태를 나타냈다.



수직축 눈금별 표시

그림 2-9

6-2. 주파수 조정(Frequency Control)

현재 사용중인 Heterodyne Spectrum Analyzer들은 여러 개의 국부 발진기(Local Oscillator)와 혼합 회로(Mixing Circuit)를 이용하여 입력 신호의 스펙트럼을 측정한다.

첫번째 국부 발진기(1st LO)는 측정할 수 있는 주파수 범위나 Span만큼 1st LO가 스위프를 하게 되며, 입력 신호에 대응되는 분해능필터(RBW)를 통과하게 된다. 주파수 조정은 통상 스위프되는 주파수 범위의 중앙 및 화면의 중앙을 결정지어 준다. 그래서 일반적으로 중심 주파수(Center Frequency)라고 부르고 있다. 그러나 주파수 조정의 다른 방법은 스위프되는 주파수의 처음, 즉 화면의 좌측을 기준으로 나타내는 경우도 있다. 이 기준점을 시작 주파수(Starting Frequency)라고 부른다.

보통 Spectrum Analyzer들은 화면 상단에 중심 또는 시작 주파수를 기록하여 준다. <그림2-10>은 중심주파수와 시작주파수를 보고 있는데, 이들 중심 또는 시작주파수는 주파수조정 단자에 의해 조정된다. 중심 또는 시작 주파수를 바꾸려면 주파수 조정 손잡이를 돌려 조정할 수 있으며, 시계방향으로 돌리면 주파수가 높아지고 반 시계 방향은 주파수가 낮아진다.

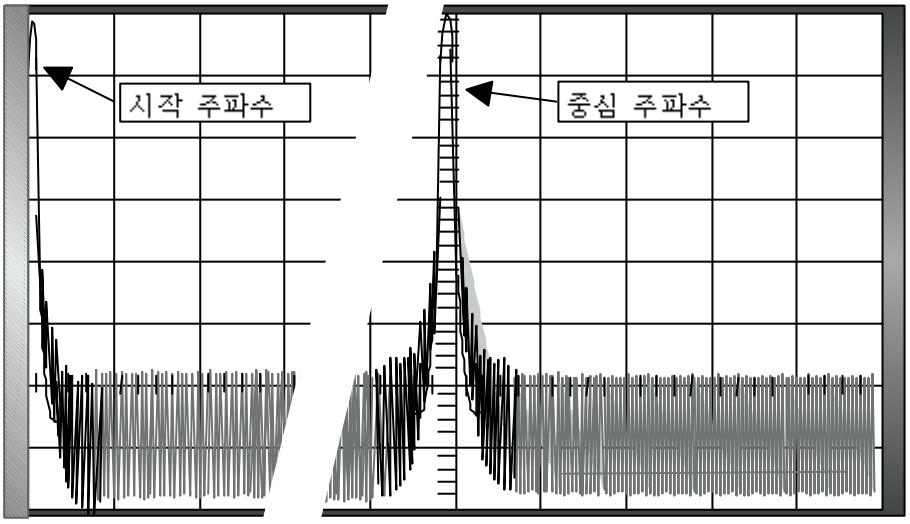


그림 2-10

최근 모델의 Spectrum Analyzer들은 디지털 기술을 채택하여, 수동으로 단자를 돌리는 방법 외에 직접 Key를 이용하여 입력시키거나(Key Entry) 미리 기억시킨 방법(Tabular, Programmed)을 이용하여 쉽게 주파수 조정이 가능하다.

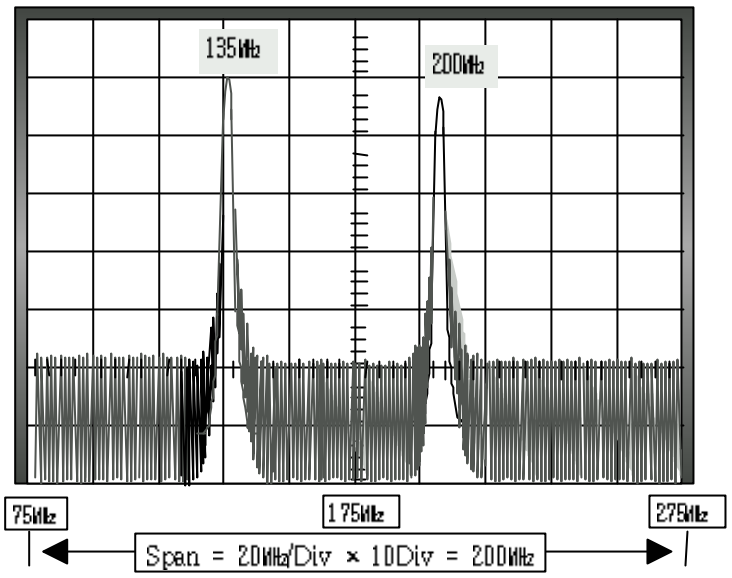
6-3. 수평축 주파수 조정(Span Control)

수평축의 주파수 간격을 조절하는 Span/Div 단자는 국부 발진 주파수의 스위프 폭을 제어하여 주파수 스펙트럼의 간격이 적절하게 표시되도록 한다. 사용자는 Span/div 단자를 조정하여 수평축의 한 눈금 당 주파수 간격(KHz 또는 MHz)을 설정할 수 있다. 또한 주파수축(수평축)은 통상 10칸으로 나누어져 있으므로 Span/Div 조정 단자는 CRT상으로 볼 수 있는 전체 주파수 범위(Total Frequency)를 결정해 준다. 사용자가 <그림2-11>과 같이 20MHz Span/Div을 선택하였다면 전체 스위프 범위는 20MHz/Div ×10칸으로 되어 전체Span은 200MHz 범위가 된다.

만약 중심주파수가 175MHz라고 하면, Spectrum Analyzer는 75MHz부터 275MHz까지 스위프 할 것이다. 일반적으로 대부분의 Spectrum Analyzer들은 화면상에 Span/Div의 값을 표시하여 준다.

Span/Div 조정 단자는 보통 2가지의 또 다른 고정된 Span 선택모드가 있는데, 이것은 Hz/Div을 별

도 지정할 필요가 없는 최대 범위(MAX Span)와 0(Zero Span)모드이다.



그 림

6-3-1. MAX Span

MAX Span은 Spectrum Analyzer의 최대 사용 주파수 범위까지, 즉 전체를 스위프한다. 만약에 보유하고 있는 Spectrum Analyzer의 최대 입력 주파수 범위가 0Hz~1800MHz라고 가정하면, MAX Span에서는 0Hz~1800MHz까지 전체를 스위프하게 되며 이때 중심 주파수는 900MHz이고 Span/DIV은 180MHz가 될 것이다.

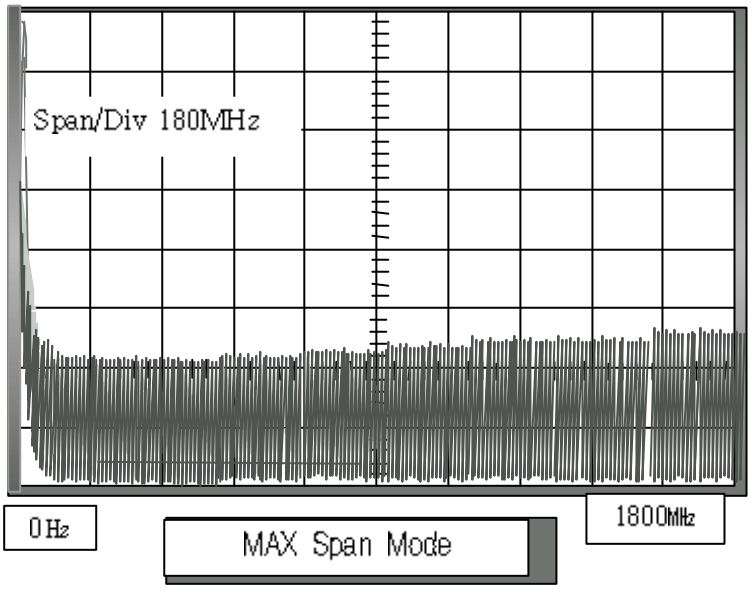


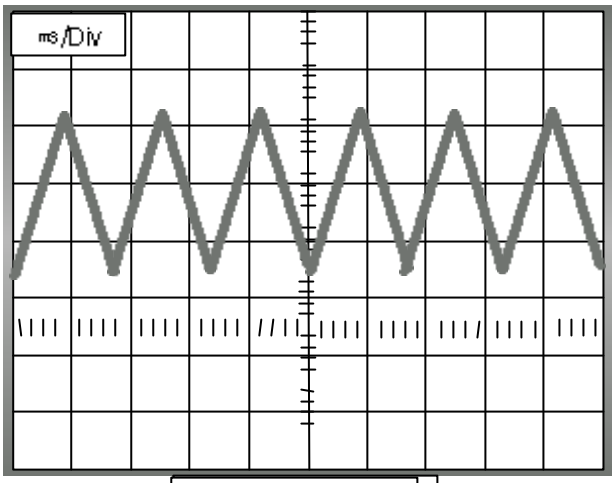
그림2-12

기준레벨을 최대치인 +20dBm이나 +30dBm(+67또는 +77dBmV)으로 맞추고, 최대 스팬(MAX span)을 선택하라. 화면은 <그림2-12>와 유사하게 표시될 것이다. 이때 0Hz 눈금에서 화면상에 첨두치가 나타나는 것을 볼 수 있다. 이것은 Spectrum Analyzer의 LO 주파수 와 IF 주파수가 같을 때 나타나며 Analyzer의 DC 응답이다.

완전한 Mixer에서는 신호의 합과 차만 나타나야 되나 실제로는 LO 성분도 조금 나타난다. 이런 현상은 바람직한 현상은 아니지만 Spectrum Analyzer를 설계할 때 기준신호 0Hz를 편리하게 표시하기 위하여 인위적으로 만든 것으로서 입력신호가 있거나 없거나 상관없이 나타난다.

6-3-2. Zero Span

Zero Span은 Spectrum Analyzer가 스위프하는 것을 멈춘 상태가 되는데 이는 일반 Super heterodyne 방식 수신기처럼 동작하게 된다. Spectrum Analyzer는 중심 주파수에 동조되어 입력 신호가 RBW Filter(주파수 분해능 필터)를 통과하여 검파된 신호를 화면에 표시하며, 출력 단자에 스피커를 장착하게 되면 소리로 들을 수 있다. 이때는 Spectrum Analyzer가 수신기에 CRT 화면 표시장치를 장착한 것과 같으며, 화면은 <그림2-13>과 같이 표시되고 마치 Oscilloscope처럼 동작하게 되어 수평축은 주파수눈금(Hz/Div) 축대신 시간눈금(Sec/Div)축으로 바뀌게 된다.



그 림

6-4. 주파수 분해능 필터(Resolution Bandwidh; RBW)조정

RBW필터는 스펙트럼 Analyzer의 3차 중간 주파수(3rd IF) 후단에 위치하고 있는 대역통과 필터(Bandpass Filter)이다. 이 필터들의 역할은 근접되어 있는 두 주파수를 어느 정도까지 분리할 수 있는가를 결정지어 준다. 폭이 좁은 필터일수록(Narrower Filter), 근접되어 있는 두 신호를 각각 분리하여 표시해 줄 수 있다.

RBW필터들은 또한 Analyzer에서, 펄스 형태의 신호와 잡음들의 응답 특성을 결정지어 준다. Analyzer 화면에 그려진 스펙트럼의 모양은 RBW필터 형태와 실제 신호 스펙트럼 형태의 조합이다. 그래서 2개의 같은 진폭을 가진 신호가 RBW폭 만큼 떨어진 상태라면 측정된 화면의 신호는 <그림2-14>와 같은 모양을 갖게 된다. 각 신호가 혼합되어 측정되는 응답 신호는, 각 신호가 각각 존재 할 때보다 크게 나타난다.

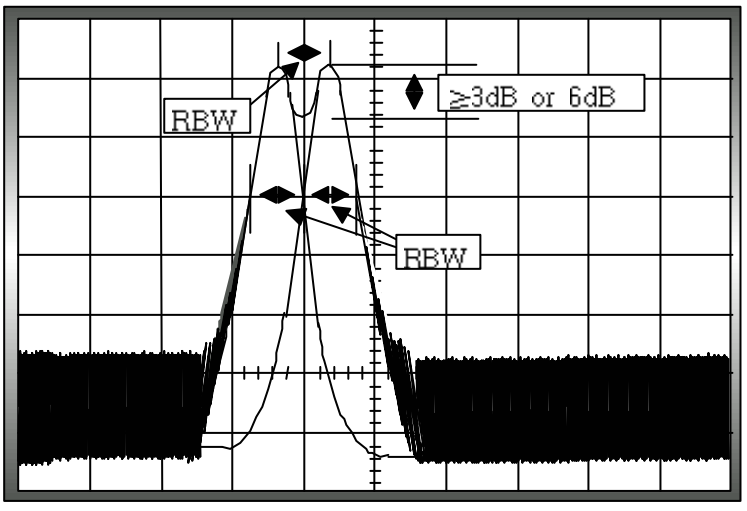


그림 2-14

각 필터가 근접되어 있는 신호들을 분리, 분해하는 능력은 자체의 주파수 대역과 형태에 달려 있다. 미국의 전기전자공학회(IEEE)에서 Spectrum Analyzer의 분해능을 다음과 같이 정의하고 있다.

"분해능은 근접한 응답신호를 개별적으로 표시하는 능력이다. 분해능의 측정은 3dB의 흠 (Notch)이 있는 합쳐진 신호를, 2개의 주파수로 분리해주는 것이다." IEC도 비슷한 정의를 사용하고 있다.

RBW필터들은 자체의 대역폭과 모양새(Shape Factor)에 의해 정의된다. 그 대역폭은 필터의 최대치에서 3dB또는 6dB떨어져 있는 2점의 주파수 간격으로 규정되어 진다. 6dB 대역폭 규격은 IEEE에서 정의한 분해능이, Analyzer가 사용하고 있는 검파기(detector)의 종류에 상관없이 진폭이 같은 2개의 정현파가 하나의 RBW에 의해 분리되는 조건에 적합하거나 초과하여 만족시켜 준다. 3dB 규격은 "반전력점(half Power)"대역이다. 국제 CISPR의 전자파 방해(EMI)측정 규격은 필터의 임펄스 대역과 근사치를 갖고있는 6dB 응답을 기초로 하고 있다.

필터의 기울기는 자체의 모양새로 결정된다. 대역폭 선택도(Bandwidth Shape Factor)는 필터의 대역폭으로 지정되어있는 점의 대역과 최대치에서 60dB 떨어져 있는 대역의 비율로서, 이 비율이 작을수록 필터는 급격한 기울기를 갖게된다.

대역폭선택도 (S.F)=3dB or 6dB의 대역폭/60dB 대역폭

Analyzer들의 Factor는 진폭이 같지 않는 2개의 신호를 분리하여 해석할 수 있는 거리가 어느 정도인가를 결정짓는 중요한 변수이다. 이상적으로는 RBW 필터들은 폭이 매우 작아서 아주 근접되어 있는 신호들의 스펙트럼을 충분히 분리해낼 수 있어야 한다. 그림과 같은 경우 중앙의 주파수에 신호 레벨이 작은 좌우신호가 존재할 때 만약 굵은 펜으로 스펙트럼을 그리게 되면 <그림2-15>의 오른쪽과 같이 중앙의 큰 신호 밑이 부풀은 것처럼 표시하게 된다. RBW를 넓히게 되면 펜의 굵기를 넓히는 것과 같은 결과를 초래한다.

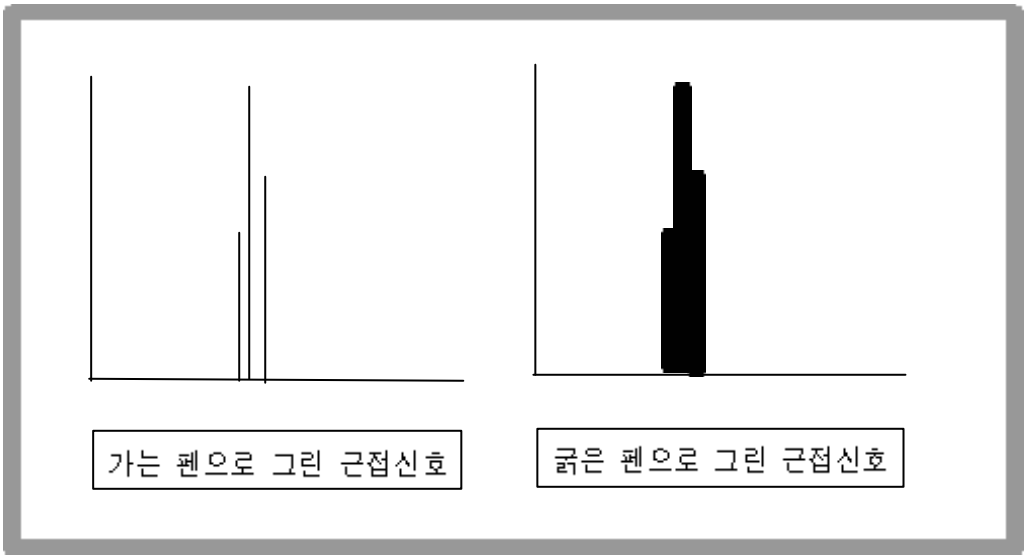
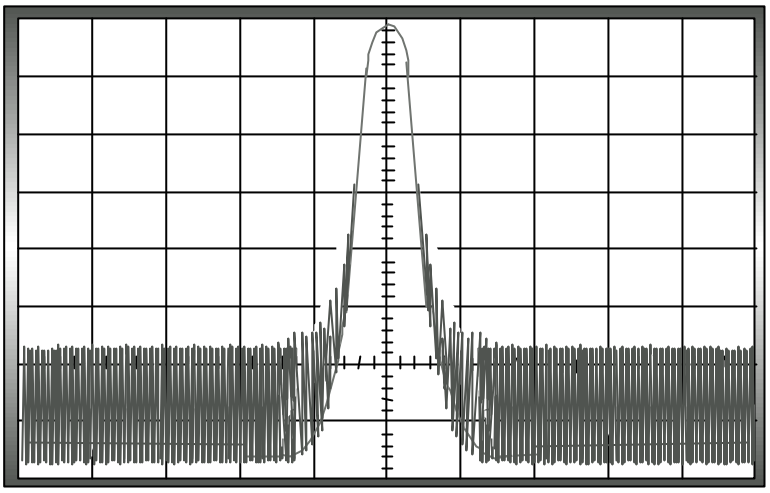


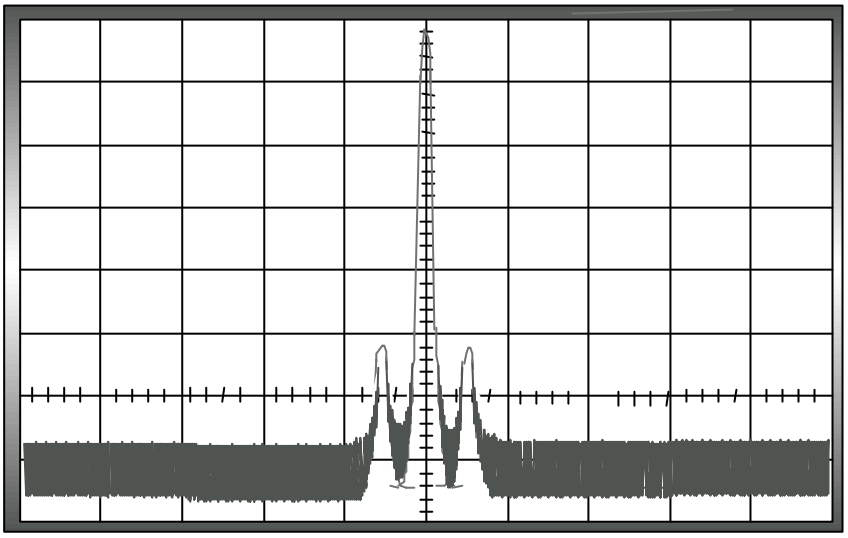
그림 2-15

아래의 <그림 2-16>은 넓은 RBW이고, <그림 2-17>은 좁은 RBW가 선택되어 졌을 때의 화면에 표시되는 형태이다. 각 그림에서 알 수 있듯이 모든 측정 조건은 똑같으나 넓은 폭의 RBW에서는 근접되어 있는 작은 신호가 큰 신호에 가려서 신호의 유무를 확인할 수 없지만 좁은 폭의 RBW에서는 쉽게 확인할 수 있다.



RBW를 크게한 경우

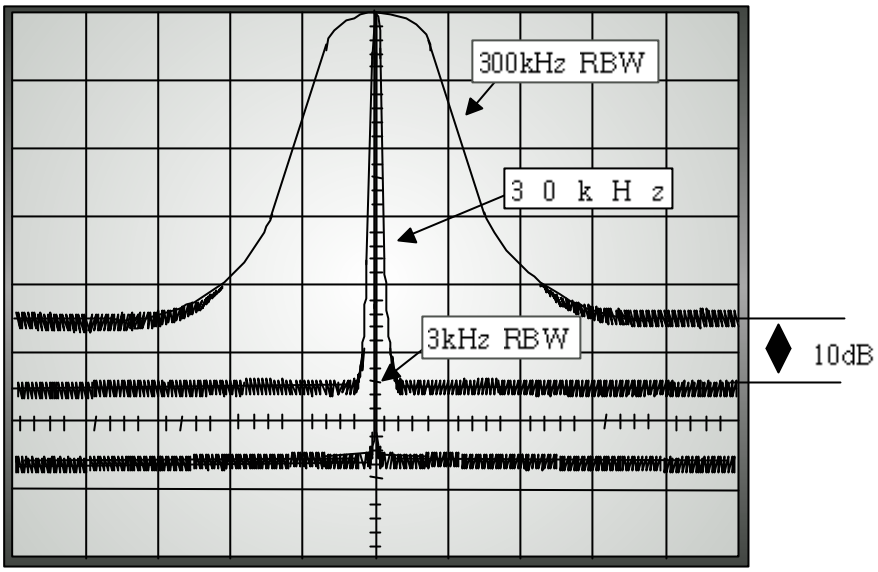
그림 2-16



RBW를 좁게한 경우

그림 2-17

RBW의 또 다른 특징으로서 대역폭이 좁을수록 화면의 바닥잡음(Noise Floor)이 낮아진다. 이것은 잡음전력이 주파수 대역폭에 비례하기 때문이다. 바닥잡음이라 함은 밑선(Baseline) 또는 수평주사선(Trace)의 최저치를 의미하는 것으로 Spectrum Analyzer의 자체에서 발생되는 잡음이다. 이것은 Analyzer에 아무 신호도 연결하지 않았을 때 화면에 나타나는 잡음을 말한다. 잡음이 Spectrum Analyzer 자체의 내부에서 발생되었거나, 입력신호와 같이 들어온 것이든 진짜 중요한 요인은 아니다. 사용자가 RBW필터의 대역폭을 10배수씩 변화시키면, 바닥잡음도 10dB씩 변하게 된다. 즉, 만약 RBW를 10배 감소(예를 들어 300kHz에서 30kHz로)시키면 바닥잡음도 약 10dB 감소한다. 또 대역폭을 30kHz에서 300kHz로 증가시키면 잡음은 약 10dB증가 한다는 말이다.



RBW폭에 따른 바닥잡음의 변화

그림 2-18

RBW필터가 이상적인 직각의 기울기를 가지고 있다면 잡음의 변화는 일정할 것이다. 그러나 필터의 기울기가 이상적인 직각을 이루지 못하므로, 통과 잡음양이 필터의 3dB 또는 6dB 대역폭으로 예상한 값과는 똑같지 않다. 그래서 정확한 잡음전력을 측정하기 위해서는 측정값을 반드시 보상해 주어야 한다.

낮은 신호 레벨의 협대역 신호를 측정하기 위해서는 바닥잡음을 낮추는 작업이 필요하다. <그림 2-18>은 똑같은 신호를 RBW의 폭을 다르게 선택하였을 경우 바닥잡음의 변화를 보여준다. 그림에서 300kHz RBW를 사용한 경우 신호의 좌우 측파대(Sidebands)가 잡음에 숨겨져 있으나, RBW를 1/10로 (30kHz) 줄이게 되면 잡음이 10dB 감소되는 것을 알 수 있다.

☞그러면 왜 가능한 좁은 RBW를 사용하지 않은 이유는 무엇인가?

그 첫번째 답은 Analyzer의 스위프는 주어진 주파수 대역에서 필터가 각 신호들이 최대치에 도달할 수 있도록 충분한 시간이 주어져야 한다.

그렇지 않으면 오차가 발생된다. 이 같은 현상은 이론적으로 스위프 시간을 한없이 빠르게 하면 해결 할 수 있지만 현실적으로 어렵다.

어떤 주파수 SPAN에서 최소 Sweep 시간(Ts)

$$Ts = \frac{f \cdot SPAN \cdot k}{BW^{2}_{RES}}$$

단, k는 RBW 필터의 해상도 대역폭에 따른 인자이다. 전형적인 가우시안 필터의 k값은 2이고, 단위는 Hz/초이다.

넓은 대역(Wide Span)을 설정하면서 폭이 좁은 RBW를 선택하게 되면 한번 스위프 하는데 너무 긴 시간이 소요하게 된다. 그러므로 스위프 속도는 주파수 대역을 크게 하면 RBW도 같이 증가시켜서 적절한 속도가 유지되도록 해야 한다. 특별한 요구사항이 아니라면, RBW는 수평주파수(Span/Div)의 1/50에서 1/10의 범위를 유지하게 된다.

Spectrum Analyzer에서 필터는 성능을 결정짓는 중요한 변수이다. 비록 Analyzer 사용자는 최적의 측정 결과를 얻기 위하여 스위프 시간의 제한을 이해하고 있어야 하지만, 최근의 Analyzer는 마이크로

프로세서를 이용하고 있기 때문에 최적의 RBW를 Span/Div과 스위프 속도에 맞추어 자동으로 선택하여 준다. 자동 스위프 기능을 선택하고있는 한 사용자는 잘못 선택된 스위프 시간에 따른 에러로부터 보호 받을 수 있다.

그러나 신호의 형태 또는 측정의 목적에 따라 수동으로 선택하여 측정하는 것이 더 적합할 때도 있다.

6-5. 스위프 조정(Sweep Control)

스위프 조정은 스펙트럼을 주사하고 표시해주는 속도를 선택하는 것으로, 단위는 Time/Div이다. 대부분의 Analyzer들은 RBW에 따라서 스위프 속도를 자동으로 선택하여 준다. 스위프 속도를 결정짓는 다른 요소들로서 Span, RBW와 비디오 필터 대역폭등이 있다.

AUTO는 스위프 속도를 자동 조정하는 일반적인 측정 조건이다. 만약 스위프 속도를 수동으로 조작할 때는 다음 사항을 기억해야 한다. 스펙트럼이 너무 빨리 스위프 하게되면, RBW필터가 충, 방전할 시간(시정수)이 부족하기 때문에 정확하지 못한 측정 결과가 나타난다.

<그림2-19>는 너무 빠른 스위프 속도에서 일어날 수 있는 에러를 보여주고 있다.

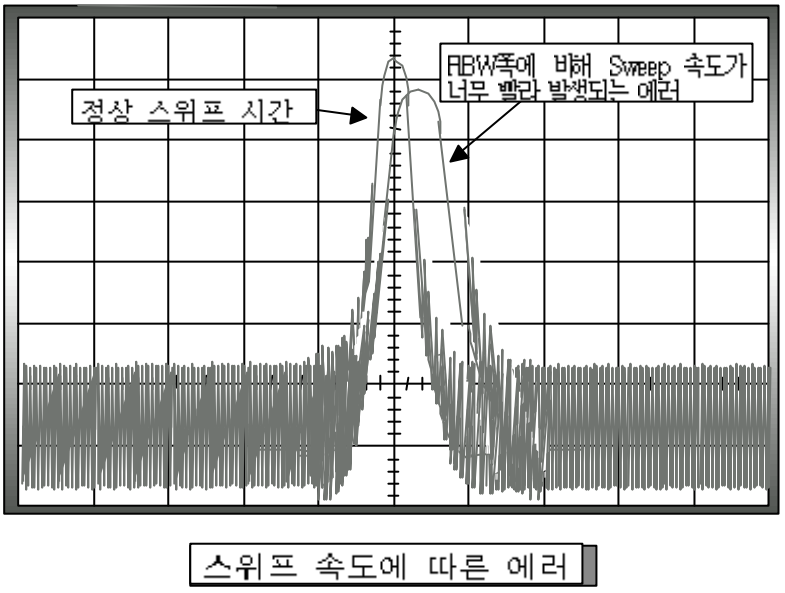


그림 2-19

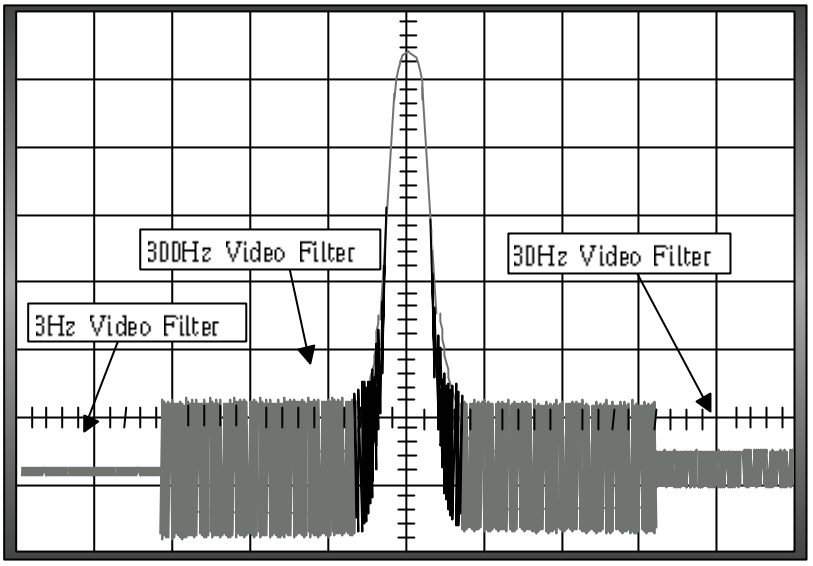
또한 스위프 속도가 너무 느리게 되면 화면상 신호에 대한 오차는 발생하지 않지만 화면 전체를 한 눈에 확인할 수 없는 깜박임(Flicker) 현상이 발생하거나, 다음 스위프 동작 전에 화면이 사라지게 되는데, 이때 이런 현상은 화면을 저장(Storage)하여 해결할 수 있다.

앞에서 언급하였던 것처럼 Analyzer의 수평주파수 축을 Zero Span에 설정하게 되면, 중심주파수에 동조된 신호가 필터를 통과하여 시간영역의 화면표시를 하게된다. 이때 스위프 속도조정 기능은 오실로스코프의 스위프 속도 조정 기능과 마찬가지로 되어, 스위프 속도를 변화시키는 대로 화면의 신호는 수평축으로 확대 또는 축소되어 나타난다.

6-6. 비디오 필터 조정(Video Filter Control)

비디오 필터(일명 잡음 평균화 필터)의 주목적은 화면에 표시된 스펙트럼의 잡음을 평균하여 감소시키는 것이며, 이것은 바닥 잡음의 두께를 작게 하여 아주 작은 신호를 인식하기 쉽도록 하여준다.

바닥잡음(dB) = $10\log\frac{RBW_1}{RBW_2}$



Video필터에 따른 바닥 잡음의 변화

그림 2-20

<그림 2-20>은 Video Filter와 바닥 잡음과의 관계를 보여주고 있다.
비디오 필터를 사용하기 전에는 주의가 필요하다. 왜냐하면, 비디오 변조된 신호나 반복주기가 짧은 신호등과 같이 특정 형태의 신호들의 진폭도 함께 감소되기 때문이다.

대부분의 Analyzer들은 여러 개의 비디오 필터 대역을 갖추고 있으며, 비디오 필터의 조정은 필터를 ON/OFF 시키면서 대역을 정하여 주는 것이다.

일반적으로 Analyzer들이 RBW와 스위프 속도에 맞추어 비디오 대역을 자동(AUTO MODE)으로 설정하는 기능을 갖추고 있다. RBW필터와 마찬가지로, 비디오 필터를 통과하여 신호의 최대치에 도달하기 위해서는 시간이 필요하므로 비디오 필터를 ON시켰으면 스위프 속도는 늦어져야 한다.

만약 스위프 속도를 Analyzer에서 자동으로 선택하며, 비디오 필터를 ON 시키면 스위프 속도가 늦어지는 것을 알 수 있다. 만약 펄스 형태나 광대역 신호들을 해석하고자 할 때는 비디오 필터를 ON시키면 안된다. 왜냐하면 저역통과 및 필터의 협대역 특성은 해석할 신호의 최고 높이까지 도달하는데 충분치 못하기 때문이다.

7. 기타 기능

7-1. 디지털 스토리지(Digital Storage)

주사 스펙트럼 애널라이저(Scanning Spectrum Analyzer)는 일반적으로 신호 스펙트럼의 완전한 스위프를 위하여 수 msec에서 수 sec까지의 시간을 필요로 한다. 스위프 속도가 빠를 경우에는 아날로그 CRT를 이용하여 스펙트럼을 볼 수 있지만 스위프 속도가 늦을 경우(잔상 시간이 충분치 못함)에는 주사선이 깜박이거나 첫 번 화면이 다음 스위프가 시작되기 전에 천천히 사라지게 되어서(Flicker 와 Fade out) 완전한 전체 화면을 볼 수가 없다.

아날로그 Spectrum Analyzer는 이것을 해결하기 위하여 잔상 시간이 긴 특수한 형광물질 CRT를 이용하였으나 오늘날의 발전된 디지털 기술은 신호 스펙트럼을 디지털화 하여 저장할 수 있게 되었다.

Spectrum은 작은 증가 분으로 분할되어있고, Analyzer가 스위프 하면서 신호 Spectrum의 진폭의 각 증가분이 추출(Sample)되어 디지털화(Digitized)되고 이 값이 파형 메모리에 축적된다. 축적되어 있는 값들은 재생되어 아날로그 값으로 다시 바뀌어져 화면상에 표시된다. 만약 스위프 속도가 매우 늦다고

가정하면 주사선은 축적되어 있는 정보를 계속 공급받아 깜박임이 없는 상태를 유지하게 된다.

파형 메모리의 내용은 각 스위프 동안 새롭게 변화하며 스위프 속도가 느리게되면 이 현상을 쉽게 확인할 수 있다. 그리고 메모리의 값을 보관(Save)하게 되면 화면의 변화는 멈추게되고 검사하거나 나중에 기준으로 삼을 수 있다. 즉 파형 메모리에 축적되는 값은 각 스위프 때마다 변하게 되며, 보관되어 있는 값은 계속 일정하다.

Digital Storage Analyzer들은 보관기능을 이용하여 측정값을 보존할 수 있다. Analyzer들은 보통 하나 이상의 파형을 보관 및 표시해 줄 수 있으며, 보관되어있는 파형(들)은 기준이나 다른 측정과 비교 시 이용할 수 있다. 또한 측정치들은 불 휘발성 메모리(Non volatile RAM)에 기록시켜서 전원이 꺼져도 증발되지 않게 할 수도 있다. 이 말은“야외에 현장에서 측정한 후 이 측정치를 사무실로 가져올 수 있다”는 의미이다.

여러 개의 보관메모리는 어느 메모리에 파형을 보관, 저장할 것인가를 선택하여 저장하고, 보관되어 있는 파형은 화면에 표시할 것인지 아닌지를 또한 선택해야 한다.

Digital Storage Analyzer들에서 모든 파형 메모리를 off 시키면 아날로그 주사선이 그려지게 된다.

☞ Analog 상태는 잔상시간이 부족하여 주사선이 깜박이거나 첫 화면이 다음 스위프가 시작되기 전에 사라지는(Flicker 와 Fade out) 현상으로 전체 화면을 볼 수가 없다.

○ Video 변조신호나 펄스파 같이 일정하지 않은 신호를 관찰할 경우에는 아날로그 화면이 절대적으로 필요하다.

○ 스위프 속도가 빠른 경우 아날로그 화면은, 디지털 화면보다 몇 배 빠르게 스위프 할 수 있으므로 매끄러운 화면과 빠르게 변화하는 신호 특성을 볼 수 있다.

디지털 Storage의 또 다른 장점도 있다. 보관되어 있는 파형에서 다른 파형(입력 파형)의 차를 구하여 표시해 주는 방법이다. 이 기능은 Tracking Generator와 함께 사용할 때 아주 유용하며 또한 스펙트럼들의 주파수나 진폭의 변화에 아주 민감한 검출기로서 사용할 수 있다. 만약 2개의 스펙트럼들이 똑같다면 그 차이는 완전한 0이 될 것이며 어느 하나라도 차이가 생기게되면 스펙트럼 모양이 변화하였다는 것을 나타낼 것이다.

대부분 Digital Storage Analyzer는 최고치 유지(MAX HOLD)기능도 가지고 있다. 이것은 스위프가 계속되는 동안 어떠한 주파수에서의 최고 진폭들을 검출, 유지시켜 준다. 이 기능은 현재 스위프되는 신호의 디지털 화된 스펙트럼의 진폭과 앞서 스위프되어 축적된 값과 비교하여 현재의 값이 크게되면 저장 값을 바꾸어 주고 다음 스위프의 비교기준으로 삼는다. 이 방법으로 스위프하는 동안 진폭의 최고치 들을 관찰할 수 있다.

최고치 유지기능은 무작위로 발생되고 신호의 최고치를 한번 검출하였으면, 최고치 유지기능은 이것이 다시 나타나거나 말거나 상관없이 계속 표시해준다.

또 다른 응용으로는 발진기나 송신기 등의 변동(Drift)을 감시할 수 있다는 것이다. 만약 신호가 시간에 따라서 변동이 있게되면 최대치가 이동하면서 폭이 넓어지게 되고 이 값들은 메모리에 저장될 것이다. 장시간 스위프 동안에 최대치의 변화에서 한번 스위프 때의 최대치를 빼게되면 발진기의 변동량이 되는 것이다. 이러한 때에는 사용하는 Analyzer의 자체 변동율 확인이 매우 중요한데, 이것은 곧 검사할 신호보다 훨씬 Analyzer가 안정되어 있어야 한다는 것을 뜻한다.

비슷한 기능으로서 어떤 Spectrum Analyzer들은(Tektronix 2712) 최저치 유지(MIN HOLD)기능도 가지고 있다. 최고치 유지와 최저치 유지 기능을 함께 이용하면 신호 진폭의 최대 변화범위도 확인할 수 있는 유용한 기능이다.

디지털 샘플링과 저장기능은 아날로그 세계에서는 불가능한 신호처리를 가능하게 해준다. 예를 들

면, 디지털화 Spectrum Analyzer에서 최대치나 평균치만을 선택하여 화면에 표시할 수 있다. 스위프 속도에 따라서 다르지만, Analyzer는 한번 스위프 때마다 화면의 각 수평점에 대응하는 진폭의 디지털 값들을 대략 10,000개 정도의 샘플값들을 받아들인다. 만약 최대치 표시를 선택하면, 스위프 시 저장되어 있는 메모리에서 각 점들의 최대치만을 표시하는데 이 방법을 최대치 검출(Peak Detection)이라고 하고, 만약 평균치 표시를 선택하면 메모리의 평균치를 화면에 표시하는데 이것을 평균치 검출(Average Detection)이라고 부른다.

Tektronix 2750과 490 계열의 Analyzer들은 화면상에서 직선으로 이 기능을 선택하여, 선 위의 성분은 최대치로, 선 아래의 성분은 평균치로 표시하여 준다. 이 기능은 신호 대 잡음비 (S/N) 측정 시, 신호는 최대치로 측정하고, 잡음이나 기타성분(Grass)은 평균하여 가능한 최상의 측정치를 제공하여 주는 역할을 한다.

7-2. 주파수 마커(Frequency Markers)

대부분의 Spectrum Analyzer들은 저장되어 있는 스펙트럼 상에서 측정을 원하는 지점에 주파수 Maker를 위치시킬 수 있다. 마커들은 화면상에서 밝게 빛나는 점으로 존재한다. 이 마커들을 이용하여 각종 측정시 정확하고 편리하게 주파수, 레벨 등을 측정할 수 있다.

7-3. 중심 주파수 측정 및 트랙킹(Center Frequency Measure and Tracking)

이 방법은 신호의 주파수를 측정하는 가장 쉬운 방법으로서 Analyzer가 자동으로 최고 레벨의 주파수를 측정하고, 이 주파수를 중심주파수로 만들어 주어 화면의 중앙으로 위치해주는 기능으로서, 측정할 신호는 사용자가 마커를 다른 신호에 위치하지 않는 한 화면 중앙에 위치할 것이다.

7-4 주파수 카운터(Frequency Counter)

오늘날의 많은 Spectrum Analyzer는 대부분 주파수 카운터를 내장하고 있다. 이 카운터의 목적은 주파수를 측정하는 것이지만 Marker나 Center Measure등과 함께 사용하여 화면상의 어느 신호라도 가장 정확하게 주파수를 측정할 수 있다. 정확한 오차는 계기의 규격과 입력 신호에 의하여 결정되지만, 저가의 Tektronix 2712는 100MHz 신호를 60Hz 이내의 오차로 측정할 수 있다.

Analyzer에 내장된 카운터의 장점은 일반 카운터로 측정이 어려운 레벨이 낮은 신호(일반 Counter와 비교하면 감도가 훨씬 양호)나 여러 개의 주파수가 포함된 신호라도 Analyzer의 측정 범위(레벨 및 주파수)에 있다면 필요한 신호를 선택 및 측정이 가능하다.

7-5. 주파수 범위 조정(Frequency Range Control)

넓은 대역을 측정할 수 있는 Analyzer들은 주파수 범위를 몇 개의 대역으로 분할하여 사용한다. 이런 Analyzer들의 주파수 범위 조정은 수신기의 대역 선택 스위치와 같은 동작을 하며, Analyzer가 현재 주사하는(Scanning)대역을 결정지어 준다. 그렇지만 일반적으로 중심 주파수만 입력하면 자동으로 대역을 선택하므로 별도의 대역 선택을 필요로 하지 않는다.

7-6. 위상 잠금(Phase Lock)

Spectrum Analyzer들은 일반적으로 2개 이상의 국부 발진기(Local OSC)를 사용하고 있다. 수평축의 주파수 대역을 넓게 선택하면 내부 발진기에서의 작은 주파수 변화는 크게 문제되지 않지만, 수평축을 수 kHz/Div으로 낮추게 되면 내부 발진기의 불안정은 심각한 문제로 나타난다. 따라서 내부 발진기의 주파수 변동은 화면상에서 큰 문제가 되므로 설정된 주파수 대역이하로 좁게 하면 자동으로 내부 발진기에 대한 위상 잠금(Phase Lock)을 걸어 안정된 화면을 제공한다.

7-7. 고조파 변환, 프리셀렉터(Harmonic Mixing, Preselectors)

마이크로웨이브나 millimeter파의 주파수를 해석하기 위하여 많은 Analyzer들이 고조파를 이용하고

있다. 이 방법은 국부 발진기의 기본파와 고조파(Harmonics)를 이용하여 입력 신호와 혼합하는 것이다. 즉 항상 입력신호에 대해 국부 발진기의 기본파나 고조파들 주파수 차이는 중간주파수와 같으며, 이 신호가 Analyzer에 의해 표시되는데, 이것은 국부 발진기를 여러개 가지고 있는 것과 같은 의미라고 볼 수 있으며, 각각은 기본파에 대해 n배의 범위를 갖게된다.
(여기서 n은 고조파의 배수로서 정수값을 갖는다 ; 1, 2, 3, . . .)

만일 기본파가 2GHz에서 6GHz의 범위를 발진한다고 하면, 2차 고조파는 4GHz-12GHz, 3차는 6GHz-18GHz, 4차는 8GHz-24GHz등이 되며, 50차 정도까지 이용할 수 있다. 그러므로 국부 발진기의 고조파들의 조합을 이용해 2GHz에서 최고 300GHz까지도 스위프할 수 있다는 것이다.

이 방법은 넓은 대역까지 이용할 수 있으나, 원치 않는 다른 문제가 발생한다. 모든 고조파들은 기본파와 항상 같이 존재하므로 여러 개의 스펙트럼이 화면상에 나타나게 되어 어떤 신호가 진짜 인지를 알 수 없게된다. 이 문제를 해결하는 방법으로서 프리셀렉터를 사용하거나 신호확인(Identifier) 절차를 이용한다.
<그림2-21>은 프리셀렉터의 동작 과정을 보여준다.

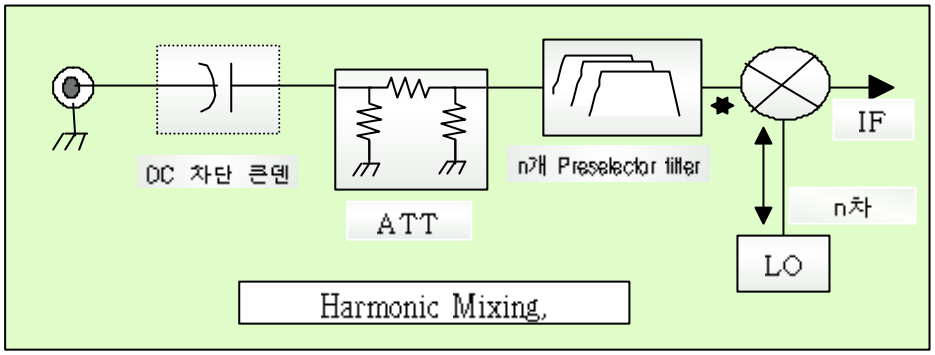


그림 2-21

프리셀렉터는 트랙킹 필터로서 1차 믹서 앞에 위치하고 있다. 프리셀렉터는 Analyzer의 주파수를 따라가면서 측정 범위내의 신호만 통과시켜 1차 믹서로 넣어준다.(즉 Analyzer에서 선택한 대역의 주파수들만을 통과시킴) 필터의 전환에 의하여 Analyzer는 원하는 고조파의 주파수를 따라가게 되는 것이다. 이 방법을 이용하여 입력 신호들과 고조파들 사이의 상호 작용으로서 필요한 하나의 신호만을 검출할 수 있다. 또 다른 장점은 <그림2-22>에서 보여 주듯이 주파수 대역이 다른 큰 신호가 입력에 연결되어 1차 믹서에 도달하는 것을 예방할 수 있다. 즉 1차 믹서를 보호하는 추가적인 감쇠기의 역할을 한다.

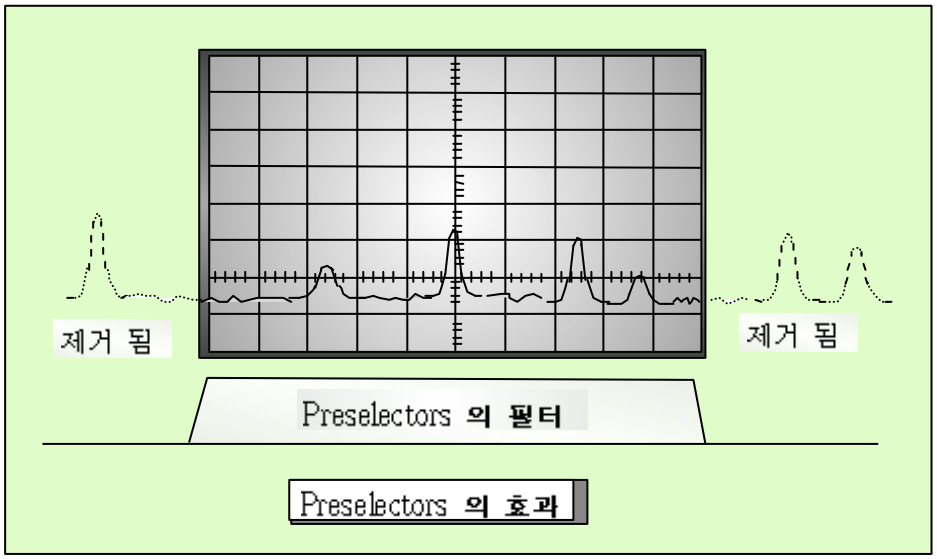


그림 2-22

프리셀렉터는 일반적으로 Analyzer의 최저사용 대역(Band 1)을 제외한 동축대역(Coaxial Band)에서 사용하며, “BAND 1” 대역에서는 같은 목적으로서 저역 통과 필터(Low Pass filter)를 대신 이용한다.

☞ 고조파 변환 방법을 사용할 때에는 2개의 또 다른 문제점이 발생된다.

첫째, 고조파의 차수가 증가할 때마다 3dB씩 신호 감쇠가 발생된다.(5차의 고조파는 기본파에 비하여 15dB의 손실이 나타난다) 이 감쇠를 보상하기 위하여 이득을 추가시키게 되는데 이로 인하여 Analyzer의 바닥 잡음(Noise Floor)이 함께 상승하게 된다.

둘째, 국부 발진기의 불안정이 고조파의 차수만큼 곱해져서 더욱 커지게 된다. 즉 국부 발진기의 기본파가 약 2㎑의 흔들림(Jitter or FM's)이 있을 때 10차 고조파에 의한 흔들림은 20㎑가 된다.