



Kumnong Engineering

Electronical measuring instruments

Mechanical measuring instruments

Hadaewondong.

139-3 2F Jungwonku.

SeongnamCity.

KyungkiDo.

462-839. Korea.

Tel #82-31-756-7320

Fax #82-31-758-4998

Info@kumnong.co.kr

www.kumnong.co.kr

잡음 지수 측정(Noise Figure Measurement)

잡음지수 측정 기술 :

디바이스의 잡음지수를 측정하는 세가지 방법을 소개한다.

1. 잡음지수계(HP 8970B, N8973A) Noise Figure Meter
 - a. 잡음비율 측정 잡음소스의 ENR
 - b. 캘리브레이션
 - c. 측정
 - d. 잡음지수측정을 위해 고려 시 해야 하는 부분요소
 - e. 이러한 방법의 장단점
2. 이득(Gain)을 이용한 방법
 - a. 잡음지수측정을 위한 식
 - b. 적용된 측정기술
 - c. 이 방법의 장단점
3. Y Factor 방법
 - a. Y-Factor란
 - b. Y Factor 방법의 장단점

각 측정방법의 장단점을 고려하여 이용한다.

1. 잡음지수계를 이용한 측정:

아래에 측정 연결방법을 보이고 있다. RF 주파수를 원하는 IF주파수로 바꾸기 위해 믹서를

필요로 한다. 만약 주파수 믹서가 필요치 않다면 간단히 IF 출력을 노이즈소스에 연결한다. 그리고 캘리브레이션한다.

a. 초과잡음비율 (ENR) : ENR은 주로 캘리브레이션한 노이즈소스를 피측정체(DUT)에 인가하는 노이즈를 표시하기 위해 사용한다.

$$ENR = [T_h - T_c] / T_0$$

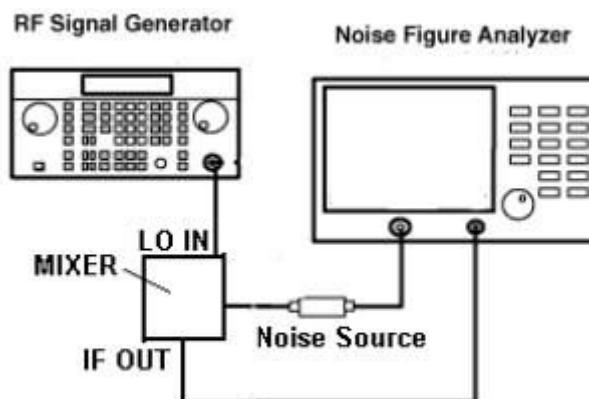
T_h 는 노이즈 소스 ON시 응답하는 고온을 의미한다. T_c 는 노이즈 소스 OFF시 응답하는 저온을 의미한다.

$$\text{룸온도, } T_c = T_0$$

$$ENR = [T_h - T_0] / T_0$$

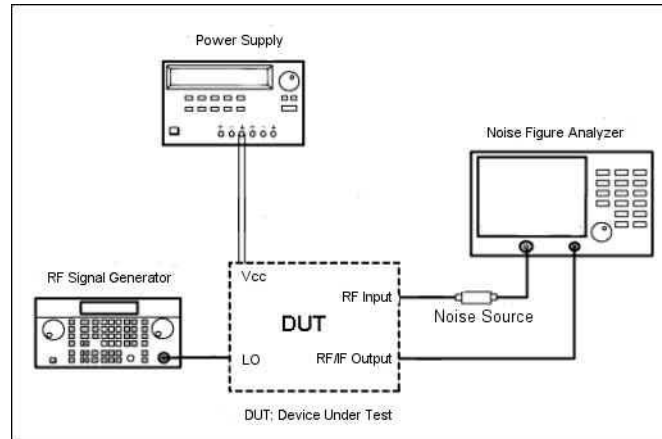
ENR은 측정된 주파수에 응답하는 잡음지수 분석기를 사용한다. ENR 도표는 통상 노이즈소스에 보면 도표로 표시된다.

b. 캘리브레이션 과정 : 우선하여 이 과정을 실시한다. 이 과정은 노이즈 소스에 주어진 대로 ENR을 인가하며 이때 잡음 지시계(noise figure meter)가 원하는 주파수 대역에서 제대로 반응하는가를 알아보는 것이다. 이것은 피 측정체(DUT) 잡음지수가 측정 되어 지는 것에 대한 기본레벨을 설정하는 것이다.



c. 잡음지수와 이득(gain)측정:

다음 그림은 연결 방법이다. 테스트장비가 잡음지수를 위해 교정과정을 수행한 후 그림과 같이 연결 시 피측정체의 잡음지수와 이득을 표시한다.



측정 과정 중 측정된 값이 잡음 지시계의 범위 안에 있는 것을 보장 시는 어떤 어댑터 또는 감쇄기를 사용해도 가능하다.

d. 잡음지수 측정을 위해 장비 선택 시 고려 사항 :

1. 잡음지수의 고려 : NF 분석기는 작은 양의(일반적으로 10dB이하) 잡음 지수를 측정 하는데 알맞다. 만약 매우 높은 값 또는 매우 적은 값(0.05dB이하)를 측정한다면 Agilent 장비를 구매하는 것이 좋다. 측정을 위해 외부 믹서를 사용해야 된다면, NF 분석기는 내부 외부 믹서 기능을 지원하므로 편리하다.
2. 피측정체(DUT) 연결 : 웨이브 가이드처럼 때론 피 측정체는 다른 커넥터 타입을 갖 을지 모른다. 각각의 필요성이 요구되어 지지만 대부분의 NF분석기는 단지 동축 어댑터만 지원한다.
3. 이득(Gain) 측정: 대부분의 경우 각 분석기는 피 측정체의 이득을 측정 가능하며 쉽게 디스플레이가 가능하다.
4. 주파수변환을 위해서는 외부로 신호발생기와 혼합기(믹서)를 사용 해야 한다. 업/다운 컨버터의 측정처럼 대부분의 측정은 외부로 신호발생기를 사용 해야 한다.
5. 이방법의 장단점 :
 1. 잡음지수와 이득을 간단하게 측정

2. 작은 NF의 정확한 측정
3. 외부 믹서를 통한 넓은 주파수 범위 측정.

2. 이득방법:

a. 규칙:

다음은 이득을 이용한 잡음지수 측정을 위한 식이다:

$$F = [GN_{in} + N_{dut}] / [GN_{in}]$$

$$= 1 + N_{dut} / [GN_{in}]$$

$$\text{또는 } 10\log F = 10\log N_{dut} + 10\log N_{in}$$

$$= 10\log N_{dut} + 10\log(KT_0\Delta fG)$$

주파수에서 헤르츠당 고려시,

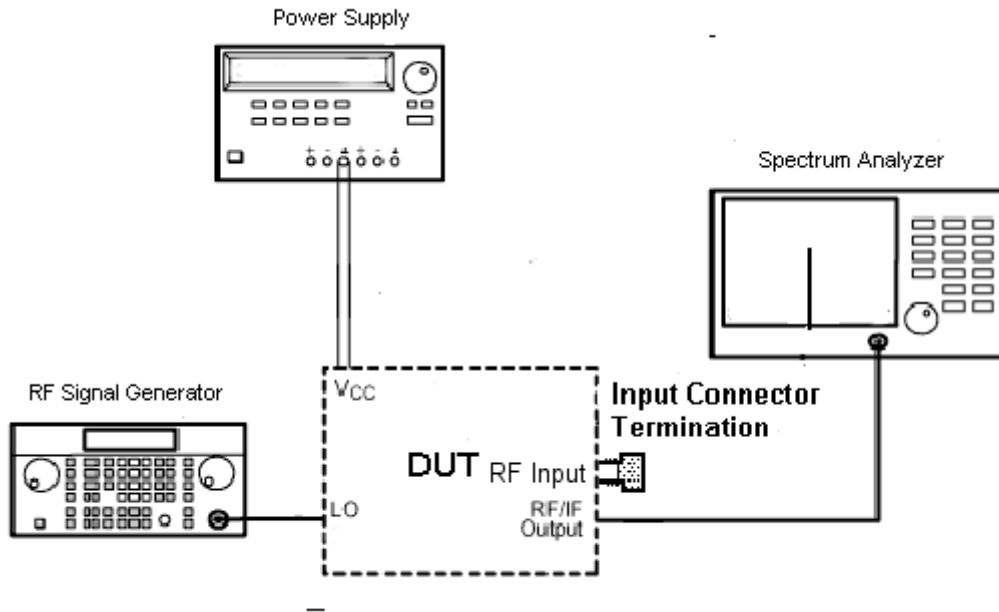
$$= 10\log N_{dut} + 10\log KT_0 + 10\log G$$

$$= [10\log N_{dut} + 174 + 10\log G] \text{ db/Hz}$$

KT_0 , 174 dBm/Hz와 같은 이미 알고있는 상수이다. 이전에 우리는 N_{dut} 측정에 의해 dB에서 NF를 계산해야 한다.

b. 이득 방법을 이용한 측정:

다음 그림은 이득 방법을 이용하여 측정하는 방법을 나타낸다.



c. 이방법의 장점:

1. 매우 높은 값의 잡음 지수를 측정시 유용하다(또는 반대로 10dB 또는 이상).
2. 이방법은 매우 직관적이며, 실험을 위해 유용하다.
3. 스펙트럼 분석은 앰프의 왜곡, 이득을 함께 측정가능하다. 통상 잡음지수분석기(NF)는 잡음지수만을 측정가능하기 때문에 보다 효과적이다.
4. 이 방법은 10MHz이하의 낮은 주파수 대역에서 추천된다.

d. 이 방법의 단점:

1. 스펙트럼 분석기는 매우 높은 분해능의 대역폭과 노이즈 floor를 제공한다(-130dBm). 그러나 가격이 비싸다.
2. 이 방법은 피 측정체의 이득을 먼저 알아야 한다는 단점이 있다. 잡음지수의 정확도는 절대적으로 측정된 이득의 정확도와 연계된다는 단점 또한 고려 사항이다.

3. Y-Factor 방법:

a. Y-Factor란:

Y-Factor는 저온과 고온에서의 잡음 파워(watt)의 비율이며, 다음과 같이 규정한다.

$$Y = N_h / N_c$$

만약 노이즈소스가 상온이라면, 이때 $N_c = N_0$ 그리고 식은,

$$Y = N_f / N_0 \text{ 이 된다.}$$

Y factor 방법은 테스트장비가 없어도 가능한 것은 아니며, 노이즈소스를 On, OFF시 정확한 파워레벨을 측정하여야 한다.

잡음지수식:

$$F = ENR / [Y - 1]$$

추가자료는 www.kumnong.co.kr 참조