



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE INGENIERÍA

Instrumentos Electrónicos (66.44)

Analizador de Espectro - Ruido

FECHA: 27 de junio de 2016

INTEGRANTES:

Carballeda, Ignacio - #91646
<carballeda.ignacio@gmail.com>

Docentes:

Enrique Zothner

1. Ruido

1.1. Ruido estudiado como una señal

Cuando queramos usar el analizador de espectros para medir ruido debemos tener en cuenta que por la naturaleza del mismo, este, indica un nivel que es mas bajo que el ruido que estamos midiendo. A continuacion vamos a ver porque sucede esto y como hacer para corregir este efecto.

Entendemos como ruido aleatorio una señal que tiene una amplitud instantanea distribuida de forma Gausiana (como en la figura 1). Un ejemplo de esto es el ruido termico Johnson. Una señal asi no tiene componentes discretos en el espectro, por lo que no podemos tomar la amplitud de punto en particular para medir. Debemos definir a que nos referimos cuando hablamos de “potencia de la señal”.

Si muestreamos una señal en un instante arbitrario de tiempo podriamos (en teoria) obtener su valor de amplitud. Pero necesitamos una medicion que exprese el nivel promedio de ruido a travez del tiempo. La potencia RMS satisface este requerimiento.

El filtro de video, y el promediador de video reducen las fluctuaciones pico a pico y nos pueden dar un valor estable. Debemos comparar este valor con la potencia o la tensión RMS. El valor RMS de una distribución Gausiana equivale a su desvio estandar σ .

Vamos a comenzar como el analizador en modo display lineal. El ruido Gausiano es limitado en banda al pasar por la cadena de IF, y su envolvente adquiere una distribucion Rayleigh como en la figura 2. El ruido que vemos en el display del analizador es la salida del detector de envolvente, es una envolvente distribuida como una Rayleigh de la señal de ruido de entrada. Para obtener un valor constante, un valor promedio, usamos el filtro de video o promediador. El valor medio de una distribucion Rayleigh es $1,253\sigma$.

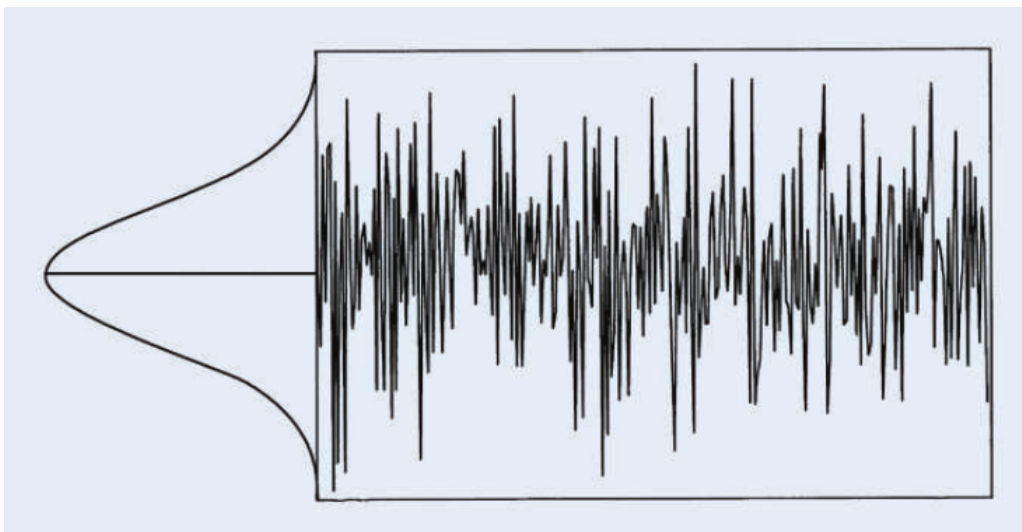


Figura 1: El ruido aleatorio tiene una distribución Gausiana

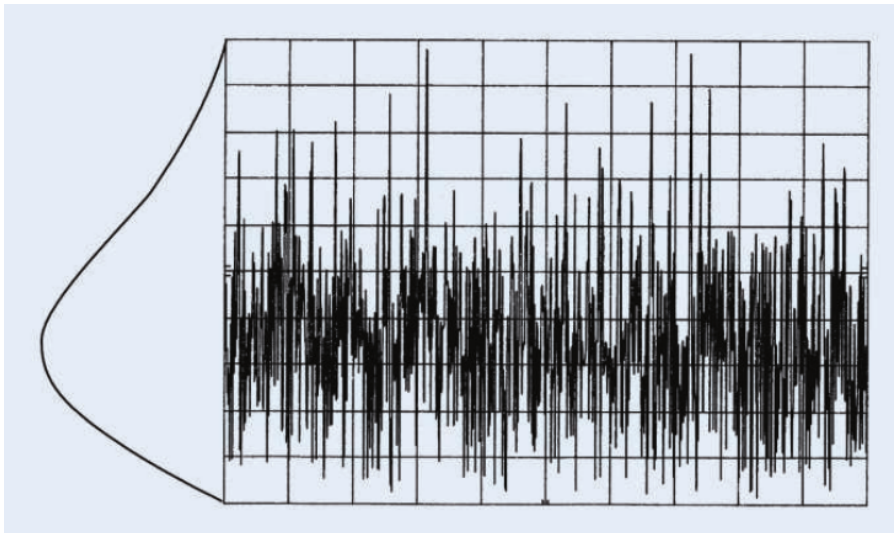


Figura 2: La envolvente de una señal de ruido Gaussiano tiene una distribución Rayleigh

2

De todas formas nuestro analizador es un voltímetro calibrado que responde a picos para indicar el valor rms de una señal senoidal. Para convertir de valores pico a RMS, nuestro analizador escala su salida por 0,707 (-3 dB). El valor promedio del ruido distribuido como Rayleigh es escalado entonces por el mismo factor, dándonos una lectura de $0,886\sigma$ (1,05 dB por debajo de σ). Para equiparar el valor medio mostrado por el analizador a tensión RMS de la señal ruido de entrada debemos tener en cuenta el error introducido en el valor mostrado. Notar que este error no es ambiguo, este es un error constante que puede ser corregido agregando 1.05 dB al valor mostrado en el display.

En la mayoría de los analizadores de espectro la escala del display controla la escala en la cual la distribución de ruido es promediada tanto con el filtro de VBW o con la traza promediadora. Normalmente, usamos el display del analizador en modo logarítmico, y este modo se agrega al error en nuestra medición de ruido.

La ganancia de un amplificador logarítmico está en función de la amplitud de la señal, los valores altos de ruido no son tan amplificados tanto como los valores pequeños. Como resultado, la salida del detector de envolturas es una distribución Rayleigh sesgada, y el valor medio que obtenemos del filtro de video o promediado es otro que está 1.45 dB más abajo. En el modo logarítmico, entonces, la media o ruido promedio es mostrado 2.5 dB más abajo. Otra vez, este error no es ambiguo, y por lo tanto lo podemos corregir.

Otro factor que afecta a las mediciones de ruido es el ancho de banda en el cual la medición es hecha. Un cambio en la resolución del ancho de banda (RBW) afecta el nivel mostrado del ruido interno generado por el analizador. Este RBW afecta en igual medida a las señales de ruido externas. Para comparar las mediciones hechas con diferentes analizadores, debemos conocer los anchos de banda usados en cada caso.

No solo los 2 o 6 dB del ancho de banda del analizador afectan la medida del nivel de ruido, la forma del filtro de resolución también juega un papel importante.

Para hacer posible las comparaciones, definimos un “ancho de banda de potencia del ruido”:

el ancho de un filtro rectangular que permite pasar la misma potencia de ruido que el filtro del analizador. Para un filtro cuasi-Gausiano en un analizador Agilent, el equivalente “ancho de banda de la potencia del ruido” es de 1.05 a 1.13 veces los 3 dB del ancho de banda, dependiendo de la selectividad del ancho de banda. Por ejemplo para un filtro RBW de 10KHz se tiene una “ancho de banda de potencia del ruido” en el rango de 10.5 a 11.3 KHz.

Si usamos $10 * \log(BW_2/BW_1)$ para ajustar el nivel de ruido mostrado a lo que habríamos medido con “ancho de banda de potencia del ruido” del mismo valor que con nuestro ancho de banda de 3 dB, encontramos que los ajustes varían de: $10 * \log(10000/10500) = -0,21dB$ a $10 * \log(10000/11300) = -0,53dB$. En otras palabras, si restamos algo entre 0.21 y 0.53 dB del nivel de ruido indicado, tendremos el “ancho de banda de potencia de ruido” que es conveniente para realizar los cálculos. Para los siguientes ejemplos vamos a usar 0.5 dB como un compromiso razonable para la corrección del ancho de banda.

Vamos a considerar los factores de corrección para calcular el total de correcciones para cada modo de promediado:

Promediado Lineal

Distribución Rayleigh (modo lineal): 1,05 dB

3-dB/Ruido potencia ancho de banda: -0,50 dB

Corrección total: 0,55 dB

Promediado Logarítmico

Distribución Rayleigh (modo logarítmico): 2,50 dB

3-dB/Ruido potencia ancho de banda: -0,50 dB

Corrección total: 2,00 dB

Promediado de potencia (tensión rms)

Distribución potencia: 0,00 dB

3-dB/Ruido potencia ancho de banda: -0,50 dB

Corrección total: -0,50 dB