

1. Introducción

En los sistemas de telecomunicaciones como los que se encargan de transmitir las señales de televisión, recogerlas, amplificarlas o adecuarlas se requieren una serie de cálculos para realizar una valoración objetiva de la calidad de la señal y ofrecer a los usuarios de los servicios ciertas garantías a la hora de visualizar la información en sus televisores.

Es común en muchos campos de la ciencia hacer uso de unidades denominadas lineales. Las unidades lineales son las que se usan en términos cotidianos (metro, amperio, voltio, watio...), sin embargo, en telecomunicaciones es muy común hacer uso de unidades logarítmicas. Un ejemplo claro son las instalaciones de televisión.

Las unidades logarítmicas se miden en decibelios (dB) y tienen dos características fundamentales que las hacen ventajosas a la hora de operar con ellas:

1. Las cifras que se manejan al hacer uso de unidades logarítmicas son más pequeñas
2. Operaciones que manejadas con unidades lineales serían productos pasan a ser sumas, facilitando los cálculos.

2. El Decibelio (dB)

El decibelio es una unidad que por sí sola en muchas ocasiones no es capaz de dar información, es una unidad relativa. La mayor parte de las veces tiene que tener una magnitud de referencia.

Nosotros haremos uso de los decibelios para calcular los niveles de señal que vamos a tener en distintos puntos de nuestra instalación de televisión, y también para comprobar que el nivel de señal en las tomas de televisión instaladas en las viviendas cumple con la normativa.

Para el paso de unidades lineales a decibelios (dB a partir de ahora) vamos a dar algunos ejemplos:

- Paso de voltios a dBV

$$V[dBV] = 20 \log(V[V])$$

- Paso de watios a dBw

$$P[dBw] = 10 \log(P[w])$$

- Paso de microvoltios (μV) a dB μV

Esta unidad resulta de interés porque las medidas en instalaciones de televisión vienen dadas mayoritariamente haciendo uso de ésta. El medidor de campo también nos familiarizará con esta unidad.

$$V[dB\mu V] = 20 \log(V[\mu V])$$

- Paso de miliwatios a dBm

Esta unidad toma como referencia el miliwatio (mw) y es muy utilizada en sistemas de comunicaciones.

$$P[dBmw] = 10 \log(P[mw])$$

3. Ganancia

El concepto de ganancia es fundamental en el estudio de los sistemas de comunicaciones, que se encarga de relacionar la relación entre una señal de salida y una señal de entrada.

La ganancia es el aumento de nivel de señal a la salida de un dispositivo con respecto a la entrada.

Se puede hablar de ganancia tanto en potencia como en tensión o en corriente.

- **Ganancia en potencia (G_P):** viene definida como la relación entre la potencia disponible a la salida del sistema (P_o) y la potencia disponible a la entrada del sistema (P_i).
- **Ganancia en tensión (G_V):** viene definida como la relación entre la potencia disponible a la salida del sistema (V_o) y la potencia disponible a la entrada del sistema (V_i).
- **Ganancia en corriente (G_I):** viene definida como la relación entre la potencia disponible a la salida del sistema (I_o) y la potencia disponible a la entrada del sistema (I_i).

$$G_P = \frac{P_o}{P_i} \quad G_V = \frac{V_o}{V_i} \quad G_I = \frac{I_o}{I_i}$$

Estas ecuaciones anteriores hacen referencia a magnitudes **lineales**. Las ganancias también pueden ser calculadas en dB, de la siguiente manera:

$$G_P = 10 \log \left(\frac{P_o}{P_i} \right) \quad G_V = 20 \log \left(\frac{V_o}{V_i} \right) \quad G_I = 20 \log \left(\frac{I_o}{I_i} \right)$$

Cuando se habla en unidades lineales la ganancia tendrá un valor superior a 1 y cuando se habla de dB, la ganancia tendrá un valor superior a 0 dB.

4. Atenuación

La atenuación es la pérdida de nivel de señal de salida con respecto a la entrada. Si en un dispositivo hay atenuación, lo que se quiere decir es que a la salida, la potencia, tensión o intensidad es menor que a la entrada.

Se trata de una ganancia negativa, que en unidades lineales será inferior a 1 y que en unidades logarítmicas será inferior a 0 dB.

5. Ruido

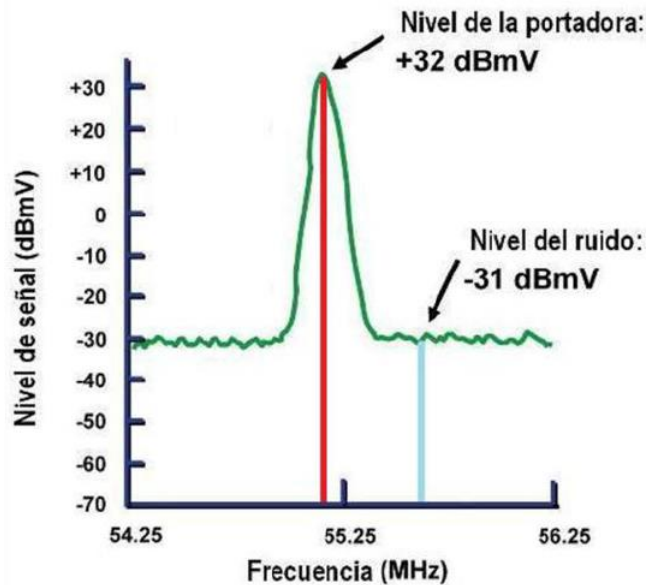
El ruido se define como aquella señal no deseada que se suma a la señal de información.

El ruido tiene dos orígenes, interno y externo. Las fuentes de ruido internas son todos aquellos elementos que forman parte del sistema de comunicación (antenas, amplificadores, derivadores, repartidores...) y que añaden ruido a la señal. El ruido externo es debido a otros factores como puedan ser conductores próximos, inclemencias del clima etc.

Algunos tipos de ruido son:

- **Ruido térmico:** provocado por efecto Joule, que provoca el calentamiento de los conductores y la vibración de los átomos que estos poseen, provocando un ruido imposible de evitar. Es continuo, pero de escasa amplitud
- **Ruido impulsivo:** se trata de picos de voltaje de gran amplitud, pero de escasa duración, pueden ser provocados por algunos dispositivos o por fenómenos como tormentas.

En la imagen que se muestra a continuación se puede observar una señal acompañada de ruido en un diagrama en que se puede interpretar por un lado el nivel de señal en dBmV y por otro lado la frecuencia en el eje x.



6. Relación portadora a ruido

La relación portadora a ruido (C/N) es una medida de calidad similar a la relación señal a ruido utilizada en sistemas de comunicación en la que la información ha sido modulada. En este tipo de sistemas la señal que transporta la información se denomina portadora.

Un valor alto de la relación portadora a ruido indica que el nivel (utilizando el término como un sinónimo de potencia) de la señal portadora que lleva la información es muy superior al nivel de ruido y por tanto de buena calidad. Por el contrario, una baja relación portadora a ruido significa que el nivel de señal con respecto al ruido no es muy alto, queriendo decir que la calidad no será buena.

Esta relación portadora a ruido puede medirse en valores tanto lineales como en dB

$$C/N = \frac{S}{N}$$

$$\text{Para potencias: } C/N[\text{dB}] = 10 \log\left(\frac{S}{N}\right) = S[\text{dB}] - N[\text{dB}]$$

$$\text{Para tensión: } C/N[\text{dB}] = 20 \log\left(\frac{S}{N}\right) = S[\text{dB}] - N[\text{dB}]$$

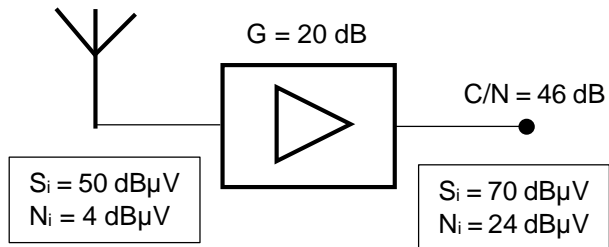
7. Figura de ruido

Todo elemento utilizado en un sistema introduce ruido. Así, tanto antenas como cables como amplificadores introducen en la señal ruido que empeora la calidad de la comunicación disminuyendo la C/N.

Para la evaluación del ruido que introduce un dispositivo se define la **figura de ruido (F)**, que indica el nivel de ruido adicional que va a añadir el dispositivo.

Por lo general, la figura de ruido se expresa en dB aunque tiene su término equivalente en unidades lineales, denominado **factor de ruido**.

Amplificador ideal



Amplificador real:

