

Indicación Logarítmica

Se conoce como *indicación logarítmica* a la comparación realizada entre magnitudes del mismo tipo, lo que implica que las mismas van a ser relativas y adimensionales, viniendo justificada su utilización por razones de orden práctico y de tipo fisiológico.

La forma general que presentan estas indicaciones logarítmicas es la que se indica en la ecuación siguiente,

$$K \cdot \log_n \frac{x_2}{x_1}$$

donde n es la base de logaritmos a utilizar, K un factor de proporcionalidad y x_1 y x_2 dos valores de la magnitud física a la que se está aplicando la indicación logarítmica.

Los valores de x_1 y x_2 pueden ser los de la magnitud que se considera en dos puntos diferentes del sistema. Este sería el caso de que la indicación logarítmica representase, por ejemplo, la ganancia de un amplificador, en la que los valores considerados serían los de tensión a la entrada y a la salida del dispositivo.

También puede ocurrir que x_2 sea un valor de la magnitud y x_1 otro valor de ésta, tomado como **referencia**, efectuándose la comparación en un mismo punto del sistema. En este caso la indicación logarítmica se denomina *nivel* y sirve para caracterizar a la magnitud. Este sería el caso de medir la tensión a la salida de un amplificador para distintas frecuencias; refiriendo todas las medidas a la obtenida para la frecuencia de 1000 Hz tendríamos el nivel de señal para cada uno de los distintos valores de frecuencia.

2.1. El decibelio y el neperio.

Cuando en la indicación logarítmica, dada por la expresión general, la base es 10 ($n = 10$), dicha indicación se denomina *decibelio*, representándose abreviadamente por **dB**.

Si las distintas x_i son potencias, la expresión general queda de la forma

$$A = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1}$$

Cuando el valor de A es positivo se dice que la indicación logarítmica es la *ganancia* del dispositivo o sistema; si A tiene un valor negativo se habla de *atenuación* o *pérdida*. Suele aplicarse el término de atenuación en sistemas distribuidos (sistemas por cable o fibra óptica) y el término de pérdida en sistemas concentrados (sistemas radioléctricos).

El *neperio*, representado abreviadamente por la letra N , es otra medida relativa logarítmica, equivalente a un cambio de escala con respecto a la medida dada en decibelios. Por definición, suponiendo los que los distintos x_i fuesen potencias, tendríamos

$$A = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{P_2}{P_1}$$

La relación entre el decibelio y el neperio y viceversa se puede obtener por simples relaciones logarítmicas, cuyo resultado sería el indicado a continuación:

$$1 N = 8'7 dB \quad 1 dB = 0'115 N$$

2.2. Niveles absolutos.

Cuando en la expresión general de la indicación logarítmica x_2 es el valor de una magnitud en un punto y x_1 es el valor de referencia de dicha magnitud, expresados ambos en las mismas magnitudes físicas, la relación

$$L = K \cdot \log \frac{x_2}{x_1} \quad (dBx)$$

se denomina *nivel absoluto* de x_2 , representado por la notación **dBx**, designando el sufijo **x** la referencia empleada [HERN 90].

2.2.1. Niveles absolutos utilizados en telecomunicación.

Los niveles absolutos que más se utilizan en los Sistemas de Telecomunicación son los dados a continuación para las distintas magnitudes indicadas:

1. Potencia eléctrica, P. En función de las distintas referencias que tomemos tendremos una notación diferente del nivel absoluto, así como una expresión que nos permita determinarlo.

1.1. Nivel absoluto de potencia en dBm, L(dBm). La referencia es una potencia de 1 mW, y está dado por la expresión

$$L = 10 \cdot \log p \text{ (mW)}$$

1.2. Nivel absoluto de potencia en dBW, L(dBW). La referencia es una potencia eléctrica de 1 W, y está dado por la expresión

$$L = 10 \cdot \log p \text{ (W)}$$

1.3. Nivel absoluto de potencia en dBKW, L(dBKW). Referido a una potencia de 1 KW, está dado por la expresión

$$L = 10 \cdot \log p \text{ (KW)}$$

2. Tensión eléctrica, V. En función de las distintas referencias que tomemos tendremos una notación diferente del nivel absoluto, así como una expresión que nos permita determinarlo, tal y como se indica a continuación.

2.1. Nivel absoluto de tensión en dBV, L(dBV). Referido a una tensión eléctrica de 0'775 V, está dado por la expresión

$$L = 20 \cdot \log \frac{v \text{ (V)}}{0'775 V}$$

2.2.Nivel absoluto de tensión en dBj, **L(dBj)**. Está referido a una tensión de 1 mV, y se determina utilizando la ecuación

$$L = 20 \cdot \log v (mV)$$

2.3.Nivel absoluto de tensión en dBu, **L(dBu)**. Referido a 1 μ V, lo podemos calcular mediante la expresión

$$L = 20 \cdot \log v (\mu V)$$

3.Campo eléctrico, E. Para este tipo de magnitud, tendremos el nivel absoluto referido a 1 μ V/m y expresado en dBu, **L(dBu)**, dado por la ecuación

$$L = 20 \cdot \log e (\mu V/m)$$

4.Intensidad sonora, I. Para este tipo de magnitud, tendremos el nivel absoluto referido a 10^{-12} W/m², conocido como nivel de intensidad sonora, **LIS**, expresado en dB y dado por

$$NIS = 10 \cdot \log \frac{I (W/m^2)}{10^{-12}}$$

5.Presión acústica, p. En el caso de utilizarse esta magnitud nos encontraríamos con el nivel de presión sonora, **LPS**, medido en dB referidos a una presión de $2 \cdot 10^{-5}$ pa, y expresado como

$$NPS = 20 \cdot \log \frac{p (pa)}{2 \cdot 10^{-5}}$$

De todos los niveles absolutos citados, los más utilizados en las teorías de los Sistemas de Telecomunicación son, sin duda, los que responden a las notaciones de **dBm** (para potencias), **dBV** (para tensiones) y **dBu** (para campos eléctricos).

2.3. Relación entre niveles absolutos.

El nivel absoluto de potencia, representado por la notación **dBm**, tiene la expresión

$$L (dBm) = 10 \cdot \log \frac{p (mW)}{p_o (mW)}$$

donde **P_o** es la potencia de referencia, cuyo valor es de **1 mW**. Esta potencia de referencia está medida sobre una carga de 600 Ω , por lo que, al ser

$$p_o = 1 mW = \frac{V_o^2}{600}$$

dará lugar a una tensión **V_o** de **0'775** voltios.

Como por otra parte sabemos que

$$p (mW) = \frac{v^2}{R}$$

tendremos que, sustituyendo en la expresión general del nivel absoluto de potencia expresado en dBm cada una de las potencias por su valor, una vez que se ha operado nos queda la relación entre el nivel absoluto de potencia, expresado en **dBm**, y el nivel absoluto de tensión, expresado en **dBV**, que vendrá dada por la expresión

$$L (dBm) = L (dBV) + 10 \cdot \log \frac{600}{R}$$

De forma análoga, la relación entre los niveles de tensión y potencia estará dada por

$$L (dBV) = L (dBm) + 10 \cdot \log \frac{R}{600}$$

2.4. Nivel relativo en un punto.

Cuando en la expresión general de la indicación logarítmica x_2 es el valor de una magnitud en un punto de un sistema o circuito y x_1 el valor de dicha magnitud en otro punto del sistema que se toma de referencia, expresándose ambas magnitudes en las mismas unidades, a la relación

$$L_r = K \cdot \log \frac{x_2}{x_1} \quad (dBr)$$

se le denomina *nivel relativo* del punto **2** respecto al punto **1**, y se representa por la notación **dBr** [HERN 90].

2.4.1. Punto de nivel relativo cero.

Por definición, el nivel relativo de un punto de referencia es de **0 dBr**, por lo que a dicho punto se le denomina *punto de nivel relativo cero*.

Para caracterizar un sistema desde el punto de vista de niveles de señales, basta con definir el punto de nivel relativo cero; una vez establecido, la indicación en **dBr** de cualquier otro punto califica unívocamente al mismo.

Supóngase un sistema en el que se ha definido el punto de nivel relativo cero.

En dicho punto vamos a aplicar una señal de nivel absoluto $L(dBm)$. Indicaremos este hecho con la notación **L(dBm0)**, que expresa que nuestra señal tiene un nivel absoluto de $L(dBm)$ en el punto de nivel relativo cero. De la definición de nivel relativo se sigue que el nivel absoluto de la señal en un punto "A" cualquiera en el que el nivel relativo sea $L_{rA}(dBr)$ estará dado por la ecuación

$$L_A (dBm) = L (dBm0) + L_{rA} (dBr)$$

2.4.2. Perfil de un sistema.

Se denomina *perfil de un sistema* a la variación del nivel relativo a lo largo del mismo, representada de una manera gráfica. En función de la existencia de los perfiles, establecido éste para un sistema cualquiera, no hará falta dar el valor del nivel absoluto para cada punto, sino que bastará con conocer el nivel absoluto del punto de nivel relativo cero y aplicar la relación del apartado anterior, que nos dará el nivel absoluto en los puntos que deseemos.

Por este motivo, es práctica de los sistemas especificar el nivel de ruido en el origen en **dBm0**, tanto para las señales de prueba como para el ruido.

Bibliografía.

Fortet, P.; Cañizares, A. y Azula, C.- *Conceptos Básicos de Telecomunicación.*- Dpto. Publicaciones EUITT-UPM. 1982.

[HERN 90]Hernando, J.M.- *Transmisión por línea y redes. Volumen I.*- Dpto. Publicaciones ETSIT-UPM. 1990.

Novillo, J.M.- *Transmisión de la información. Parte I. Sistemas de telecomunicación.*- Dpto. Publicaciones EUITT-UPM. 1980.