

SISTEMAS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS Y DIGITALES



EL DECIBEL:

- 1. Función Logaritmo**
- 2. Ventajas del Uso del Decibel**
- 3. Ecuación Básica**
- 4. El Decibel como Magnitud de Medida**
- 5. Mediciones Prácticas**

4°B – ELECTRÓNICA

2010



¿Qué es el dB?

Originado en los Laboratorios de la "Bell Telephone Company" (el nombre de esta magnitud recuerda al inventor del teléfono Alexander Graham Bell, 1847-1922), el decibel surgió debido a la necesidad de definir una unidad que diera una idea de la reducción o atenuación en la potencia obtenida a la salida de una línea telefónica con respecto a la entrada.

Planteado en principio como una "*magnitud de relación*" de parámetros (tensión, corriente, potencia, etc.), es posible su utilización como "*magnitud de medida*" cuando a uno de los parámetros de referencia se le asigna un valor unitario o un valor constante.

Recordemos que una magnitud es todo aquello que es capaz de sufrir un aumento o disminución.

Se define al decibel (en adelante **dB**) como "*la unidad utilizada para expresar la magnitud de una modificación en una señal o nivel sonoro*".

1. FUNCIÓN LOGARITMO

La practicidad que plantea el uso del decibel se basa fundamentalmente en las posibilidades que brinda el carácter logarítmico de su definición matemática. Se define matemáticamente el logaritmo de un número como:

$$Y = \log_a X \quad \text{en donde} \quad a^Y = X$$

Numéricamente sólo es posible definir al logaritmo de un número si éste es positivo (mayor que cero).

2. VENTAJAS DEL USO DEL DECIBEL

El gran auge del uso del decibel como magnitud de relación o magnitud de medida se debe fundamentalmente a tres motivos:

- **Homogenización de cifras:**

Si tomamos logaritmos a números muy grandes y/o muy pequeños, veremos que el resultado de esa operación matemática nos brinda cantidades cuyos números de cifras son similares. A lo sumo tendremos diferencias en los signos, lo que nos indicará lo siguiente:

Signo Positivo: número considerado >1

Signo Negativo: número considerado <1

Ejemplos:

$$\log_{10} 1.000.000.000 = +9$$

$$\log_{10} 0,000.001 = -6$$

De manera que con la utilización del decibel es posible operar matemáticamente un valor muy grande o muy pequeño (o ambos simultáneamente), sin tener la necesidad de recurrir a números que por su cantidad de cifras harían impráctico su manejo.

- **Facilidad de Cálculo:**

Como el decibel aprovecha la propiedad matemática de la operatividad con logaritmos (el logaritmo de un producto o un cociente es igual a la suma o resta de los logaritmos de los factores, respectivamente), permite resolver sistemas complicados bajo la forma simple de suma algebraica en decibeles de cada etapa que lo componen.



En la forma clásica, la ganancia total de un sistema se expresa en número de veces. Sin embargo, sin en lugar del número de veces se expresa la ganancia o amplificación **A** y la atenuación o pérdida **P** de cada componente del sistema en decibeles, la ganancia total del sistema (expresada también en decibeles) es el resultado de la suma algebraica de las ganancias y/o atenuaciones parciales en decibeles.

- **Similitud con el Oído Humano**

La curva de respuesta del oído humano ante las ondas sonoras es del tipo logarítmica; de esta manera, la definición del decibel permite disponer de una unidad de medida auditiva que varía prácticamente "*en forma lineal*" con la característica de transferencia del oído humano (por esta causa es que el control de volumen de cualquier etapa amplificadora de audiofrecuencia, debe ser un potenciómetro de variación logarítmica y no de variación lineal).

Cualquier persona que escuche la salida de un amplificador de audiofrecuencia, solamente "sentirá" que el amplificador duplicó su potencia de salida cuando se duplique su valor en decibeles.

| Potencia de Salida | Decibeles |
|--------------------|-----------|
| 10 W | 10 dB |
| 20 W | 13 dB |
| 100 W | 20 dB |

3. ECUACIÓN BÁSICA

El decibel es la manera adecuada para describir relaciones de potencia o tensiones entre la entrada y la salida de un cuadripolo. A continuación se observa la ecuación básica que permite expresar en decibeles una relación de potencias cualquiera, independientemente de la frecuencia.

$$N(dB) = 10 \cdot \log \frac{PA}{PB}$$

PA y PB son dos potencias cualesquiera, sea que se las consideren entradas o salidas de un circuito o sistema. Si en lugar de expresar relaciones de potencia eléctrica queremos indicar relaciones de tensión:

$$N(dB) = 10 \cdot \log \frac{PA}{PB} = 10 \cdot \log \frac{EA^2/Z_A}{EB^2/Z_B}$$

Si **ZA = ZB = Z** obtenemos:

$$N(dB) = 10 \cdot \log \left(\frac{EA}{EB} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{EA}{EB}$$

La expresión de decibeles para tensiones, permitirá análisis similares que para el caso de potencias. Lo mismo ocurre con la intensidad de corriente eléctrica.



$$N(dB) = 10 \cdot \log \frac{IA^2 \cdot ZA}{IB^2 \cdot ZB}$$

Si $ZA = ZB = Z$ obtenemos:

$$N(dB) = 10 \cdot \log \left(\frac{IA}{IB} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{IA}{IB}$$

En cualquiera de las expresiones de cálculo, las unidades de medida en que se expresan ambas potencias, tensiones o corrientes, deben ser las mismas. Ello es debido a que en su definición matemática solamente se puede tomar el logaritmo a un número adimensional.

Si en las ecuaciones básicas anteriores se toma PB, EB o IB como valores eléctricos fijos o de referencia, es posible usar a esas fórmulas para determinar magnitudes de medida.

Además, si dicho valor es unitario, también es posible hablar indistintamente de la magnitud de medida en su unidad respectiva o en decibeles.

| | |
|-------|----------|
| 1 KW | 30 dB |
| 220 V | 46,85 dB |
| 10 mA | -40 dB |

4. EL DECIBEL COMO MAGNITUD DE MEDIDA

Se ha planteado que el decibel se origina como una expresión de relación de potencias, tensiones, corrientes o algún parámetro analizado. Si ahora hacemos que una de las magnitudes relacionadas permanezca constante, nos posibilita utilizar al decibel como unidad de medida.

Generalmente, la denominación del tipo de decibel quedará determinada por el tipo y magnitud de señal tomada como referencia.

El "dBm"

El subíndice "m" se origina en que la potencia de referencia es un miliwatt. El dBm permite determinar la potencia de una señal al fijar su relación respecto de 1mW (potencia que se toma como referencia en telecomunicaciones; generalmente es una señal sinusoidal de una frecuencia de 800 o 1000 Hz).

$$N(dBm) = 10 \cdot \log \frac{P(mW)}{1mW}$$

De la ecuación que define al decibel se puede considerar:

$$N(dB) = 10 \cdot \log \frac{PA}{PB} = 10 \cdot \log \frac{PA/1mW}{PB/1mW} = 10 \cdot \log \frac{PA}{1mW} - 10 \cdot \log \frac{PB}{1mW}$$

$$N(dB) = PA(dBm) - PB(dBm)$$



Es decir que un valor en decibeles, puede ser obtenido también como diferencia entre dos valores expresados en dBm.

El "dBW"

Es otro tipo de decibel donde la potencia de referencia es 1 Watt.

$$N(dBW) = 10 \cdot \log \frac{P(W)}{1W}$$

Su equivalencia con los dBm es:

$$1dBW = 30dBm$$

El "dBu"

De amplia aplicación en telefonía, el valor de referencia (0,775V) surge de aplicar una potencia de 1 miliwatt a la entrada de una línea telefónica que presenta una impedancia de 600Ω.

$$V_{ref} = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{0,001 \cdot 600} = 0,775V$$

Por lo tanto el valor de 0dB, corresponderá a 0,775V.

$$N(dBu) = 20 \cdot \log \frac{E(V)}{0,775V}$$

Factor de Corrección (FC):

Si la impedancia analizada en un punto es distinta del valor de 600Ω, al hacer una medición en dBm, es necesario considerarla en el cálculo. Esta consideración surge bajo la denominación de "factor de corrección" (FC), el que toma un valor nulo cuando la impedancia del punto en cuestión vale 600Ω.

$$N(dBm) = 10 \cdot \log \frac{P(mW)}{1mW} = 10 \cdot \log \frac{E^2/Z}{0,775^2/600} = 10 \cdot \log \left[\left(\frac{E(V)}{0,775V} \right)^2 \cdot \left(\frac{600\Omega}{Z(\Omega)} \right) \right]$$

$$N(dBm) = 20 \cdot \log \frac{E(V)}{0,775V} + 10 \cdot \log \frac{600\Omega}{Z(\Omega)}$$

$$FC(dB) = 10 \cdot \log \frac{600\Omega}{Z(\Omega)}$$

$$dBm = dBu + FC$$

Como la potencia varía al hacerlo la resistencia, es necesario considerar al factor de corrección FC cuando la impedancia bajo análisis no es de 600Ω.



5. MEDICIONES PRÁCTICAS

La gran mayoría de los multímetros analógicos poseen una escala para la medición de decibeles. La conexión entre el instrumento de medida y el correspondiente circuito se efectúa como si se fuera a medir una tensión en C.A; sin embargo, la lectura se toma en decibeles.

La escala de decibeles representa una medida de relación de potencias, no de tensiones. En muchos casos, 0dB corresponde a 1mW de potencia disipada por una resistencia de 600Ω. Por lo tanto, la tensión eficaz correspondiente a ese valor, es de 0,775V.

La escala de decibeles de un multímetro, tiene como referencia a una de las escalas de medición de tensión en C.A (generalmente una de las más bajas). Si la lectura en decibeles se efectúa directamente en la escala, deberá colocarse el selector del multímetro en la posición de tensión de CA de referencia; si se selecciona otra escala, deberá sumarse una corrección en decibeles al valor que indica la escala. Este factor de corrección viene dado por la relación que hay entre los rangos, por ejemplo, si un voltímetro tiene una escala graduada de 0 a 6V en su rango fundamental, al pasar a un rango de, digamos, 30V, la lectura debe multiplicarse por la relación:

$$F = \frac{V2}{V1} \quad \text{Numéricamente} \quad F = \frac{30}{6} = 5$$

Si la escala en dB de este instrumento ha sido calibrada para medir en el rango de 6V, al pasar al rango de 30V, la lectura en dB será:

$$N(dB) = 20 \cdot \log\left(\frac{V1}{0,775}\right) \cdot F$$

Por la propiedad de los logaritmos se puede obtener:

$$N(dB) = 20 \cdot \log \frac{V1}{0,775} + 20 \cdot \log F$$

Es decir que, a lo que se lea en la escala fundamental se le debe sumar el término $20 \cdot \log F$.