

El decibelio (dB)

PINANSON S.L.



DPTO. DE INGENIERÍA
PÍNANSON S.L
Elizabeth Sánchez Manzanero

www.pinanson.com
engineering@pinanson.com

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	Pág. 3
EL DECIBELIO (dB)	Pág. 3
EL dB SIN UNIDADES (dB)	Pág. 3
EL dB CON UNIDADES (dBu, dBm, dBW...)	Pág. 4
TRANSFORMACIONES DE DECIBELIOS CON UNIDADES	Pág. 6
OPERACIONES BÁSICAS CON DECIBELIOS	Pág. 7
BIBLIOGRAFÍA	Pág. 9

INTRODUCCIÓN

Es bastante común cometer errores cuando se usan valores en *decibelios (dB)*. Incluso se pueden observar algunos datos técnicos usando *dB* cuando se tendría que haber utilizado *dBu*, *dBV*...y viceversa. El objetivo de este White Paper es intentar presentar de una forma práctica, el concepto y uso del tan conocido *dB* a las personas que se vean obligadas a utilizarlo tanto en su vida académica como profesional.

EL DECIBELIO (dB)

En el mundo de las telecomunicaciones el *dB* es una unidad básica de medida muy útil. Se creó en 1928 como resultado de varios intentos por parte de compañías telefónicas que intentaban cuantificar de alguna forma la unidad de atenuación en las líneas de teléfono.

El **Decibelio** viene de la décima parte del **Belio** (nombre que proviene de Alexander Graham Bell).

El decibelio (*dB*) es una relación logarítmica entre dos números, es decir comparamos un valor con otro valor de referencia. Los decibelios están basados en relaciones luego son una escala relativa. Dependiendo de **a qué sea relativa** tendremos: **dB sin unidades (dB)** y **dB con unidades o sufijos (dBu, dBV, dBm...)**:

- Si lo que hacemos es comparar en un equipo el nivel de salida con el nivel de entrada (hablando así de la *Ganancia del equipo G*) usaremos **dB sin unidades o sufijos**.
- Si lo que comparamos es un valor en voltios, vatios, con otro valor estandarizado de referencia, usaremos **dB con unidades o sufijos** como: **dBV, dBm, dBu**...Estos valores se traducen en un valor determinado (por ejemplo + 4dBu son 1.228 V).

Los usuarios usan más la escala del decibelio sobre la escala lineal debido a su relativa facilidad de expresión. En acústica, el uso del decibelio ofrece el beneficio de acercarse a la percepción que el oído humano tiene de los niveles sonoros la cual es, generalmente, logarítmica.

EL dB SIN UNIDADES

El **dB sin unidades** se usa cuando se compara el nivel de salida de un equipo relativo al nivel de entrada. A esta relación le llamamos **Ganancia del equipo (G)** y se calcula:

$$G_{dB} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Nivel de Salida}}{\text{Nivel de Entrada}} \right)$$

- Cuando tengamos **0dB** estamos hablando de la **ganancia unidad** (la relación entrada-salida es 1), es decir tenemos el mismo valor a la salida y a la entrada. **El dispositivo no modifica el nivel de señal.**
- Si tenemos un valor **negativo en dB**, sabemos que tenemos a la salida un nivel menor que el que tenemos a la entrada. **Si el valor es < 0 el dispositivo atenúa la señal.**
- Si tenemos un valor **positivo en dB**, sabemos que tenemos a la salida un nivel mayor que el que tenemos a la entrada. **Si el valor es > 0 el dispositivo amplifica la señal.**

EL dB CON UNIDADES

Podemos encontrar derivados del dB como: **dBu, dBV, dBm, dBW...** en este caso estamos relacionando una cantidad determinada de voltios, vatios, etc., con una unidad de referencia fija. Luego se usa para dar **valores concretos** de voltaje, potencia...

Tenemos las siguientes fórmulas:

$\text{dB}_{\text{sufijo}} = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor}}{\text{Valor de Referencia}} \right)$	$0.001 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/20)}$	→	(*)Fórmula para valores de Voltaje o dB Acústicos.
Para pasar de unidad lineal a decibelio	Para pasar de decibelio a unidad lineal		
$\text{dB}_{\text{sufijo}} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor}}{\text{Valor de Referencia}} \right)$	$0.001 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/10)}$	→	(*)Fórmula para valores de Potencia.
Para pasar de unidad lineal a decibelio	Para pasar de decibelio a unidad lineal		

Es importante usar la versión $10 \times \log_{10}$ y $20 \times \log_{10}$ correctamente según (*). De esta forma, cuando hablamos del doble en voltaje son 6 dB y cuando hablamos del doble en potencia son 3 dB.

Poniendo un ejemplo con **dBu**, cuyo valor de referencia es **0.775 V**:

- Cuando tengamos **0dBu** estamos hablando de un valor que coincide con el valor de referencia, es decir: **0.775 V**.
- Si tenemos un valor **negativo en dBu**, sabemos que es un valor **menor** que el valor de referencia: **< 0.775 V**.
- Si tenemos un valor **positivo en dBu**, sabemos que es un valor **mayor** que el valor de referencia: **>0.775 V**.

Es aplicable a todos los dB con unidades, con sus respectivos valores de referencia.

A continuación se definen los principales derivados del dB:

dBV	El dBV es una unidad de medida de voltaje con valor de referencia 1 V . Es comúnmente usada cuando hablamos de dispositivos de consumo desbalanceados de alta impedancia (equipos de uso doméstico) cuyo valor nominal de salida es -10dBV.
dBu	Unidad de medida de voltaje tomada sin tener en cuenta la impedancia del circuito pero que es referenciada a 0.775 V como si el circuito fuera de 600 Ω (que puede ser o no ser el caso). Debido a que la impedancia no se conoce, la potencia no se define y la medida es, estrictamente hablando, una medida en dB no real pero muy útil ya que la interpretación libre de este tipo de decibelio lo hace un método comúnmente utilizado en la industria.

<p>dBm (z)</p>	<p>Unidad de potencia eléctrica referenciada a 1 mW. Mientras que la 'z' (a menudo omitida), es la impedancia del circuito medido. Cuando se omite se asume una impedancia de 600 Ω. Si se miden 0 dBm en una carga de 600 Ω (denotado como "dBm (600 Ω)") se sabe que se está consumiendo 0.001 W. Entonces tenemos que :</p> $P = V \times I = \frac{V^2}{R}$ $0.001 = \frac{V^2}{600}$ $V = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775 \text{ V} = 0 \text{ dBu}$ <p>Además, cuando se miden 0.775 V en una carga de 600Ω, tenemos una potencia de señal de 0 dBm. La relación entre dBm y dBV: $\text{dBm} = \text{dBV} - 2.21$</p>
<p>dBW</p>	<p>Unidad de medida de potencia eléctrica como el dBm pero referenciado a 1W. El dBW es generalmente demasiado grande para una medida de nivel de micrófono o línea, pero sí puede usarse para cuantificar la salida de un amplificador de potencia. La relación del dBW con el dBm es: $\text{dBW} = \text{dBm} - 30$</p>
<p>dB SPL</p>	<p>Es una unidad de medida de presión acústica. Los niveles de presión acústica (SPL) medidos en dB son comúnmente referenciados a un nivel de 20×10⁻⁶ Pa (Pascuales) o 20 μPa. Este es el nivel de umbral de la audición humana. Los decibelios SPL son el número de decibelios por encima de este umbral. Como ejemplos de niveles estimados tenemos: Una conversación a una distancia de 1 m → 60 dB SPL, un concierto de Rock → 110 dB SPL y el despegue de un avión a unos 450 m → 120 dB SPL. El umbral mínimo de audición humana es de 0 dB SPL y el umbral máximo de nivel de dolor se sitúa entre 130-140 dB SPL.</p>
<p>dB A,B,C</p>	<p>Esta unidad logarítmica es una medida de señal de test que ha pasado a través de un filtro (ponderado) antes de la medida. Por lo que, a diferencia de otras sufijos A, B o C no son niveles de referencia sino solo un filtro. Se usa en medidas acústicas tales como las dadas por un medidor de nivel sonoro y el nivel de referencia es el del dB SPL. El dB A, en concreto, es el más popular ya que se aproxima a la sensibilidad del oído a las diferentes bandas de octava y por tanto se obtiene un número que se aproxima a la respuesta del oído humano. Esto se puede aplicar con niveles SPL moderados y comienza a ser menos aplicable conforme el nivel incrementa. El filtro ponderado A atenúa la señal por debajo de 1000 Hz y por encima de 6KHz. Los filtros B y C son menos comunes.</p>
<p>dBu</p>	<p>Es una unidad referenciada a 1μV (microvoltio). Esta medida es comúnmente usada en señales RF de antenas receptoras, donde podría ser acortado como dBu. Esto puede confundir ya que, en medidas de audio el dBu es referenciado a 0.775 V y no a 1 μV.</p>

TRANSFORMACIONES DE DECIBELIOS CON UNIDADES

En la siguiente tabla se muestran tanto **las fórmulas** para pasar de un valor con unidad estándar a dB como para pasar de dB a una unidad estándar y **un ejemplo** de cada.

Decibelios	Fórmula	Ejemplo	
dBm → W	⁽¹⁾ $0.001 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/10)}$	Para + 1 dBm	$0.001 \times 10^{(+1/10)} = 1.259 \cdot 10^{-3} \text{ W}$
W → dBm	$10 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en vatios}}{10^{-3} \text{ W}} \right)$	Para 0.2 W	$10 \times \log_{10} \left(\frac{0.2 \text{ W}}{0.001 \text{ W}} \right) = 23 \text{ dBm}$
dBu → V	⁽¹⁾ $0.775 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/20)}$	Para + 4 dBu	$0.775 \times 10^{(+4/20)} = 1.228 \text{ V}$
V → dBu	$20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en Voltios}}{0.775 \text{ V}} \right)$	Para 2 V	$20 \times \log_{10} \left(\frac{2 \text{ V}}{0.775 \text{ V}} \right) = 8.23 \text{ dBu}$
dBV → V	⁽¹⁾ $1 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/20)}$	Para - 10 dBV	$1 \times 10^{(-10/20)} = 0.316 \text{ V}$
V → dBV	$20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en Voltios}}{1 \text{ V}} \right)$	Para 5 V	$20 \times \log_{10} \left(\frac{5 \text{ V}}{1 \text{ V}} \right) = 13.97 \text{ dBV}$
dBW → W	⁽¹⁾ $1 \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/10)}$	Para - 3 dBW	$1 \times 10^{(-3/10)} = 0.5 \text{ W}$
W → dBW	$10 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en vatios}}{1 \text{ W}} \right)$	Para 3 W	$10 \times \log_{10} \left(\frac{3 \text{ W}}{1 \text{ W}} \right) = 4.77 \text{ dBW}$
dBuv → V	⁽¹⁾ $1 \cdot 10^{-6} \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/20)}$	Para +2 dBuv	$1 \cdot 10^{-6} \times 10^{(+2/20)} = 1.26 \cdot 10^{-6} \text{ V}$
V → dBuv	$20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en Voltios}}{10^{-6} \text{ V}} \right)$	Para $2 \cdot 10^{-6} \text{ V}$	$20 \times \log_{10} \left(\frac{0.000002 \text{ V}}{0.000001 \text{ V}} \right) = 6 \text{ dBuv}$
dB SPL → Pa	⁽¹⁾ $20 \cdot 10^{-6} \times 10^{(\text{Valor en decibelios}/20)}$	Para 0 dB SPL	$20 \cdot 10^{-6} \times 10^{(0/20)} = 20 \mu\text{Pa}$
Pa → dB SPL	$20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Valor en Pascales}}{20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}} \right)$	Para 50 μPa	$20 \times \log_{10} \left(\frac{0.00005 \text{ Pa}}{0.00002 \text{ Pa}} \right) = 7.95 \text{ dB SPL}$

⁽¹⁾NOTA:
 $\log_{10} a = b \rightarrow 10^b = a$

OPERACIONES BÁSICAS CON DECIBELIOS

Cómo se ha dicho antes, podemos obtener la **ganancia de un dispositivo usando dB SIN UNIDADES**:

Nivel de Entrada = 5 V
Nivel de Salida = 10 V

$$G = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Nivel de Salida}}{\text{Nivel de Entrada}} \right) = 20 \times \log_{10} \left(\frac{10V}{5V} \right) = \mathbf{6.02 \text{ dB}}$$

Vemos la relación entre el nivel de salida y el que tenemos a la entrada. Nos da una idea de lo que ha **aumentado** dicho nivel.

Si en vez de ganancia hay **atenuación**:

Nivel de Entrada = 10 V
Nivel de Salida = 5 V

$$G = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\text{Nivel de Salida}}{\text{Nivel de Entrada}} \right) = 20 \times \log_{10} \left(\frac{5V}{10V} \right) = \mathbf{-6.02 \text{ dB}}$$

La relación sale negativa, por lo que el **equipo atenúa** la señal de la entrada.

Si en vez de que las unidades de entrada y salida sean lineales, son logarítmicas (dB con unidades), los cálculos son distintos:

Nivel de Entrada = +4 dBu
Nivel de Salida = + 2 dBu

$$G = \text{Nivel de Salida} - \text{Nivel de Entrada} = +2\text{dBu} - 4 \text{ dBu} = \mathbf{-2\text{dB}}$$

Si lo que nos dan es la ganancia $G = + 3 \text{ dB}$, el Nivel de Entrada = + 5 dBu y queremos saber qué **nivel** habrá en la **salida**:

$G = +3 \text{ dB}$
Nivel de Entrada = + 5 dBu

$$\mathbf{\text{Nivel de Salida} = \text{Nivel de Entrada} + G = +5\text{dBu} + 3 \text{ dB} = + 8 \text{ dBu}}$$

Se puede calcular la **relación entrada - salida** que tiene un dispositivo en "veces" ⁽²⁾:

$$\text{Relación (veces)} = \frac{V_{\text{salida}} (V)}{V_{\text{entrada}} (V)} = \frac{5 V}{2 V} = \mathbf{2.5 \left[\frac{V}{V} \right]} \text{ ("veces")}$$

(2) Se habla de "veces" puesto que hablamos de la relación que guarda un nivel con el otro y se usa el término para distinguirlo de la misma relación en dB.

O calcularla en unidades logarítmicas dB:

$$\text{Relación (dB)} = V_{\text{salida}} (\text{dBu}) - V_{\text{entrada}} (\text{dBu}) = \mathbf{16.2 \text{ dBu}^{(3)} - 8.23 \text{ dBu}^{(4)} = 7.9 \text{ dB}}$$

⁽³⁾ 16.2 dBu son 5 V convertidos a dBu (mirar cómo se hace en pág. 6).

⁽⁴⁾ 8.23 dBu son 2 V convertidos a dBu (mirar cómo se hace en pág. 6).

Es decir lo que en "veces" se divide, en dB se resta. De la misma forma cuando en "veces" se multiplica, en dB se suma.

Si ahora pasamos 7.9 dB a "veces" tiene que darnos lo mismo que antes:

$$\text{Relación} = 10^{7.9/20(1)} = \mathbf{2.5 \left[\frac{V}{V} \right]} \text{ ("veces")}$$

⁽¹⁾ NOTA:

$$\log_{10} a = b \rightarrow 10^b = a$$

$$\text{dB} = 20 \times \log_{10} (\text{Relación}) \rightarrow \frac{\text{dB}}{20} = \log_{10} (\text{relación})$$

$$\text{Relación} = 10^{\text{dB}/20} \text{ [adimensional]}$$

BIBLIOGRAFÍA:

AUDIO SYSTEMS DESIGN AND INSTALLATION, Philip Giddings. ED.FOCAL PRESS.

SISTEMAS DE SONIDO: DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN, Bob McCarthy. ED.ALVALENA.

Pinanson S.L.
Avda. Constitución, 40
Mondéjar (Guadalajara) SPAIN
C.P.: 19.110
Teléfono: +34 949 387 180
www.pinanson.com
engineering@pinanson.com