

Qué es el dB?

El **decibel (dB)** es una unidad relativa de una señal muy utilizada por la simplicidad al momento de comparar y calcular niveles de señales eléctricas. Los logaritmos son muy usados debido a que la señal en decibeles (dB) puede ser fácilmente sumada o restada y también por la razón de que el oído humano responde naturalmente a niveles de señal en una forma aproximadamente logarítmica.

Pero, ¿qué es un decibel? Y, ¿qué ventaja de rendimiento ofrece realmente un margen de unos cuantos decibels? La respuesta puede encontrarse si se miran los orígenes de la terminología.

Usado primeramente para medir la intensidad del sonido, el decibel debe su nombre a físico norteamericano Alexander Graham Bell (1847-1922).

Bell. Un decibel es la manera adecuada en que los ingenieros describen las relaciones de potencia o voltajes entre la entrada y la salida de un cuadripolo. Las ventajas de especificar relaciones de potencias o de tensiones en unidades de decibeles incluyen:

1- Los decibeles pueden emplearse para describir el rendimiento independientemente del voltaje o potencia de operación de una aplicación - por lo tanto, es una especificación de un rendimiento "genérico". Si el cuadripolo presenta una Ganancia (Salida mayor a la entrada) esta se expresa como un valor en dB de valor positivo, y si presenta una Atenuación (Salida menor a la entrada) ella se representa como un valor en dB de valor negativo. Cuando el valor en dB es 0, representa que el cuadripolo no "gana" ni "atenúa" con lo cual el valor de amplitud de la señal de salida es igual al de entrada.

2- El decibel se calcula en una escala logarítmica que permite la especificación del rendimiento a través de un amplio rango de voltaje/potencia.

3- Los decibeles pueden sumarse o restarse (multiplicando y dividiendo sus correspondientes relaciones), facilitando de ese modo los cálculos y soluciones gráficas.

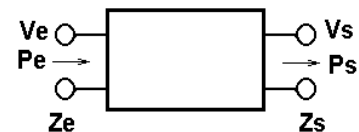
Comúnmente, la mayoría de las veces, el rendimiento de una transmisión se especifica en unidades dB.

El Bel fue originariamente definido por a Alexander Graham Bell para medir relaciones de sonido y usado en líneas telegráficas con impedancia de 600 ohms.

$$B = BEL = \log_{10} (P_s / P_e)$$

P_s = Potencia de salida

P_e = Potencia de entrada



Más comúnmente usado es el "decibel" (dB). Matemáticamente, el dB es 10 veces el **BEL**, que se define como 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre la potencia de salida a la potencia de entrada de un cuadripolo.

$$dB = 10 \log_{10} (P_s / P_e) \quad (1)$$

Cuál es la real ventaja de usar el dB? - Ella se basa en la facilidad que se tiene para saber si hay una atenuación o ganancia en función del signo, y además por la posibilidad de hacer cálculos fáciles de suma y resta en lugar de complicadas multiplicaciones y divisiones de magnitudes.

A mayor valor positivo en dB, mayor será la ganancia que presente el sistema, y a mayor valor negativo en dB, mayor será la atenuación. Cuando el valor en dB es cero, indica que la relación de potencias es 1, o sea la potencia de salida es igual a la de entrada.

Puesto que la ganancia total de potencia de dos etapas en cascada de un sistema es de

$$G = G_1 G_2$$

pueden tomarse logaritmos en ambos lados para obtener

$$\log G = \log G_1 G_2 = \log G_1 + \log G_2$$

y, al multiplicar ambos miembros por 10, se tiene

$$10 \log G = 10 \log G_1 + 10 \log G_2$$

lo que también puede escribirse como

$$G_{dB} = G_{1dB} + G_{2dB}$$

donde G_{dB} = ganancia de potencia total en decibeles

G_{1dB} = ganancia de potencia en decibeles de la primera etapa

G_{2dB} = ganancia de potencia en decibeles de la segunda etapa

La ecuación nos dice que la ganancia de potencia total en decibeles de dos etapas en cascada es igual a la suma de las ganancias en decibeles de cada etapa. La misma idea es válida para n etapas.

Por ejemplo, si se tiene un sistema con cuatro cuadripolos conectados en cascada con función de transferencias de 10 dB, el segundo de -5 dB, el tercero de 11 dB y el cuarto de 0 dB, la ganancia/atenuación total entre la salida y la entrada del sistema, será:

$$G/A = 10 \text{ dB} + (-5 \text{ dB}) + 11 \text{ dB} + 0 \text{ dB} = 16 \text{ dB} \quad \text{O sea, tiene una ganancia de 16 dB}$$

El Bel, al igual que el dB y la Ganancia o Atenuación en dB, son medidas ADIMENSIONALES.

El **dB** se usa permanentemente como un valor relativo que permite comparar características de un sistema, independizándose de las impedancias puestas en juego. Un valor más comúnmente usado es el **dBm** el cual es el valor en dB de una señal respecto a un valor de potencia de referencia de 1 mW (milivatio). Así, si un cuadripolo tiene a la entrada una señal de 6 dBm y a la salida una señal de 12 dBm, esto indica que a la entrada habrá una señal de 4 mW y a la salida 16 mW, con lo cual se tendrá una ganancia de

$$G_{dBm} = dBm_{salida} - dBm_{entrada} = 12 \text{ dBm} - 6 \text{ dBm} = 6 \text{ dBm}$$

Para medir el valor de dB, se deben usar instrumentos que en general no miden potencia, sino que miden tensión, por lo cual como hay una relación entre la tensión y la potencia, se puede medir el dB tarando la escala del instrumento en dB, siempre y cuando se tengan en cuenta algunas consideraciones, como sigue:

La potencia sobre un dispositivo es consecuencia de la caída de potencial sobre un valor de impedancia.

$$P = V^2 / R \quad (2)$$

Al reemplazar esta expresión en la expresión (1), se tiene:

$$dB = 10 \log_{10} \frac{V_s^2 / Z_s}{V_e^2 / Z_e} = 10 \log_{10} [(V_s / V_e)^2 \cdot Z_e / Z_s]$$

$$dB = 10 \log_{10} (V_s / V_e)^2 + 10 \log_{10} (Z_e / Z_s)$$

$$dB = 20 \log_{10} (V_s / V_e) + 10 \log_{10} (Z_e / Z_s)$$

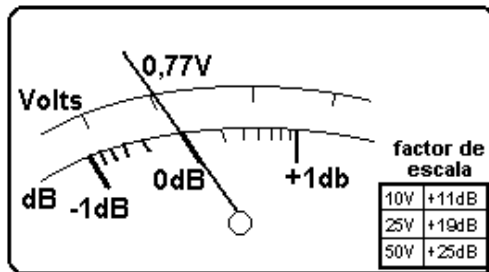
Debido a que las primeras mediciones y usos fueron en telegrafía/telefonía donde las líneas eran de 600 ohms, normalmente los instrumentos de medición refieren sus lecturas a 600 ohms de impedancia. Esto es debido a que estos instrumentos miden voltajes y reflejan en la escala una lectura de dB independizándose de la impedancia. Pero al tabular la escala se usa una impedancia de referencia de 600 ohms, por lo cual esa escala es SOLO válida cuando se mide sobre una impedancia de 600 ohms. Si se mide sobre otro valor de impedancia, al valor de lectura indicado por el instrumento, hay que sumarle o restarle el factor de corrección correspondiente al cálculo del término $10 \log (600 / Z)$. Esto es debido a que para una potencia e impedancia dada, corresponde un voltaje, que es la que lee el instrumento. Si se mantiene la potencia pero se varía la impedancia, la intensidad variará en forma inversa " $I=V/Z$ " pero la voltaje no variará, haciendo que el instrumento señale la misma lectura de tensión y de dB, pero sabemos que la potencia ha cambiado.

En consecuencia, cuando se mide dB, el instrumento especifica el valor de impedancia al cual fue calibrado, que generalmente es de 600 ohms. Si se mide dB sobre un punto del sistema de impedancia distinta a 600 ohms, a la lectura indicada hay que sumarle o restarle el resultado del término $10 \log (600 / Z)$.

Otra consideración sobre los instrumentos de medición es relativa a la escala. Cuando se calibra el instrumento, se lo hace para un rango determinado. Cuando la potencia es muy pequeña o muy grande cayendo fuera de escala, se debe cambiar de rango. Esto nos indicaría una lectura distinta por igual consideración de la impedancia, con lo cual el valor leído de dB sería erróneo.

En los instrumentos digitales, normalmente al hacer cambio de escala, ellos hacen la corrección necesaria por cambio de escala, y la lectura presentada es la verdadera lectura de dB independiente de la escala. En los instrumentos analógicos, esto no se hace y por eso presentan una tabla sobre la escala para indicar los valores de corrección que hay agregar al valor de lectura en dB para calcular el verdadero valor de dB.

En Multímetros comunes, los valores de los factores de corrección por escala son:



Rango	corrección
10V	0
50V	+14 dB
100V	+20 dB
500 V	+34 dB
1000V	+40 dB

Si el instrumento no tiene tabla de corrección por cambio de rango, se puede calcular ese factor con la siguiente expresión:

$$\text{Factor de escala} = 20 \log (\text{Rango Usado} / \text{Rango Normal})$$

Donde el "rango normal" es el rango de lectura directa.

En consecuencia, para determinar un valor de dB en un punto de un sistema, se debe usar la expresión general:

Potencia de referencia de 1 W (vatio)

$$\text{dB}_{(\text{reales})} = 20 \log (V) + 10 \log (600 / Z) + \text{Factor de Escala}$$

Potencia de referencia de 1 mW (milivatio)

$$\text{dBm}_{(\text{reales})} = 20 \log (V) + 10 \log (600 / Z) + \text{Factor de Escala}$$

Una regla práctica para el uso de dB es aquella que nos dice que si duplicamos el valor de voltaje, se agregan 6 dB. Si duplicamos el valor de potencia, se incrementa 3 dB al valor inicial.

Por cada 20 dB, el voltaje se incrementa en 10 veces y la potencia en 100 veces.

Desde el punto de vista de la atenuación, cada -6 dB la potencia se reduce a 1/4 y la tensión se reduce a la mitad.

dB	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12
W(vatios)	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16
V(voltios)	0,25	0,355	0,5	0,707	1	1,41	2	3	4

Para determinar los mV correspondientes a un determinado valor de dBmV se aplica la ecuación:

$$P[mW] = 10^{\frac{xdB}{10}}$$

Donde x es el valor en dB que se desea convertir a potencia en miliVatios.

Relación de Potencia y Voltaje con dB (El valor negativo indica que la potencia o voltaje es menor a la de referencia).

Tabla de dB versus Voltaje y Potencia

dB	Rango de Voltaje	Rango de Potencia
0	1 V	1
- 1	0,891	0,794
- 2	0,794	0,631
- 3	0,707	0,500
- 4	0,631	0,398
- 5	0,562	0,316
- 6	0,500	0,250
- 7	0,447	0,224
- 8	0,398	0,158
- 9	0,355	0,125
- 10	0,316	0,100
- 11	0,282	0,079
- 12	0,250	0,063
- 13	0,224	0,050
- 14	0,200	0,040
- 15	0,178	0,031
- 16	0,158	0,025
- 17	0,141	0,020
- 18	0,125	0,016
- 19	0,112	0,013
- 20	0,100	0,010
- 30	0,032	0,001
- 40	0,010	0,000
- 50	0,003	0,000
- 60	0,001	0,000
- 80	0,000	0,000

DB Milivolt (dBmV)

Es una unidad comúnmente usada en CATV para expresar un nivel de señal (voltaje) absoluto. Dado que el dB es una unidad de relaciones de potencia, para que se refiera a voltajes las impedancias donde se midan deben ser exactamente iguales. Generalmente esta impedancia es de 75 o 50 ohms. La referencia que se establece es de $V_{ref} = 1 \text{ mV}$.

$$dBmV = 20 \log \frac{V[mV]}{1mV}$$

<i>V [mV]</i>	<i>BmV</i>
0,1	-20
1	0
10	20
100	40

Las reglas del dB se aplican al dBmV, por lo cual los mismos se suman con su signo, indicando una ganancia de voltaje si es positivo, o una atenuación si es negativo, pero siempre referido a una misma impedancia.

Para determinar los mV correspondientes a un determinado valor de dBmV se aplica la ecuación:

$$V[mV] = 10^{\frac{x dBmV}{20}}$$

Donde x es el valor de dBmV que se desea convertir a voltaje en mV.