

ELECTRÓNICA

Guía de estudio 11:

Decibel

Nivel: Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

Ciclo: Segundo ciclo.

Especialidades: Electrónica, Electricidad.

Introducción

En esta guía se define el decibel, se explica cómo surgió, los tipos de decibeles según la referencia que se tome, relación de tensiones en decibeles y las ventajas de utilizar decibeles.

Material de estudio

Recursos: Video del Ing. Damián Pedraza
<https://www.youtube.com/watch?v=gUQAHLcg2c>



Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones

Decibel

En el siguiente enlace se encuentra un video que explica el significado de decibel:

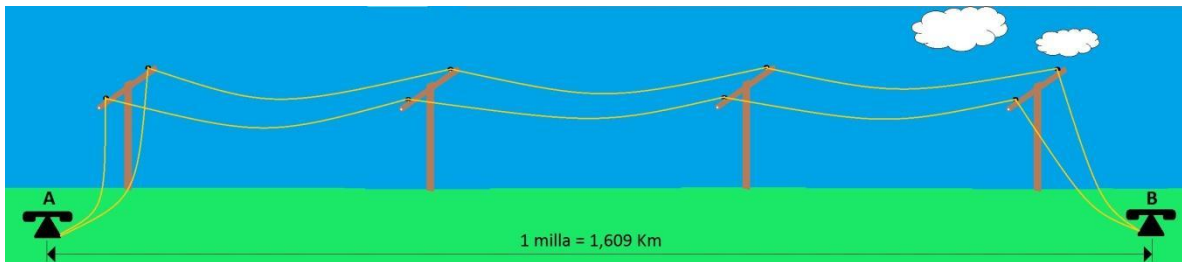
<https://www.youtube.com/watch?v=gUQAHTLCg2c>



- ¿Cuántas veces se aparta de la referencia una magnitud de 0 dB?
- ¿Cuántas veces se aparta de la referencia una magnitud de 1,2 dB?
- ¿Cuántas veces se aparta de la referencia una magnitud de 1,8 dBm?
- Resolver los ejercicios luego de leer cada explicación.

El decibel es una unidad utilizada en ingeniería y en acústica para expresar la relación entre dos valores de las mismas dimensiones. Los valores comparados pueden ser dos potencias, dos tensiones, dos niveles de presión sonora, etc. El decibel en sí mismo es adimensional. Su símbolo es dB.

El decibel tiene su nombre en honor al científico norteamericano de origen escocés Alexander Graham Bell que nació en 1847 y murió en Canadá en 1922. Fue creado por los ingenieros de la empresa Bell Telephone Company para reemplazar una unidad obsoleta denominada Milla de Cable Normal a 800 Hz. Los laboratorios Bell, que hoy pertenecen a Lucent y se encuentran en más de 10 países, fueron fundados en 1925, en Nueva Jersey, por AT&T. AT&T cuenta con 11 premios Nobel y las patentes e invenciones de, entre otras maravillas técnicas, el transistor, el laser, la fibra óptica, los celulares, el lenguaje C, etc.



Para reemplazar a la milla de cable normal se tomó un alambre de 0,912 mm de diámetro con una resistencia de 2,73 Ω cada 100 m con una señal a 886HZ. En esas condiciones la potencia de señal recibida por el abonado B es 1,2589254 veces mayor que la transmitida por el abonado A.

$$\frac{P_B}{P_A} = 1,2589254$$

De esta manera, la atenuación de potencia de señal entre el abonado A y el abonado B es un número redondo en dB ya que:

$$\frac{P_B}{P_A} = 1,2589254 = 10^{\left(\frac{N \text{ dB}}{10}\right)}$$

Tomando logaritmos a ambos miembros de la igualdad:

$$\log(1,2589254) = \log\left(10^{\left(\frac{N \text{ dB}}{10}\right)}\right)$$

Por propiedades de logaritmo el exponente queda multiplicando al logaritmo:

$$0,1 = \frac{N \text{ dB}}{10} \log(10)$$

Pasando el 10 al otro lado del signo igual y sabiendo que el logaritmo de la base es 1:

$$N \text{ dB} = 1 \text{ dB}$$

Vemos que esa relación de potencias de 1,2589254 entre abonados a una milla de distancia se corresponde con 1 dB.

¿Por qué decibel y no bel?

Simplemente porque el bel es 10 veces más grande y se decidió tomar un submúltiplo. Una cantidad de N belios es una relación de potencias que se puede expresar como 10^N :

$$\frac{P_B}{P_A} = 10^{(N)}$$

$$\log\left(\frac{P_B}{P_A}\right) = \log(10^{(N)}) = N$$

Así:

$$\left(\frac{P_B}{P_A}\right)$$

Y:

$$\boxed{\left(\frac{P_B}{P_A}\right)}$$

Ejercicio N°1

En el circuito de la figura siguiente, la potencia que se mide en la entrada es de $P_1=200$ mW mientras que en la salida la potencia es $P_2= 0,3$ W. Calcular la ganancia de potencia del circuito en veces y en dB.



¿Qué características útiles y ventajas tiene trabajar con decibeles?

- 1) La medición en decibel permite trabajar con números chicos. Por ejemplo, un amplificador cuya ganancia de tensión es 100.000, puede expresarse como $20 \log 100000=100\text{dB}$.
- 2) Por propiedad de los logaritmos, el logaritmo de un producto es la suma de los logaritmos. Por eso, otra característica de los decibeles es que un producto puede transformarse en una suma.



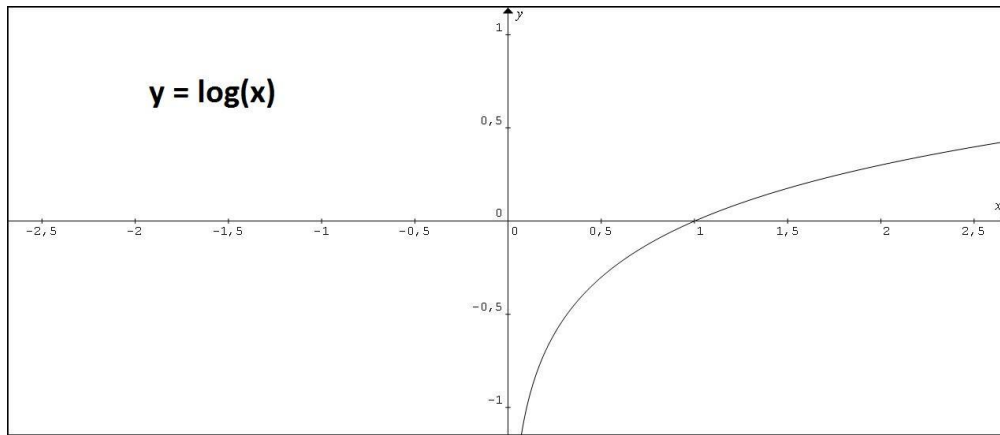
En veces:

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{P_4}{P_3} \times \frac{P_3}{P_2} \times \frac{P_2}{P_1}$$

En dB:

$$\left(\frac{P_4}{P_1}\right) \text{dB} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right) \text{dB} + \left(\frac{P_3}{P_2}\right) \text{dB} + \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \text{dB}$$

- 3) De igual modo, por las propiedades de logaritmo, un cociente se puede transformar en una resta de decibeles.



- 4) Una ganancia de potencia o de tensión es un número mayor que uno, por lo que su logaritmo es positivo, entonces, los decibeles de una ganancia son positivos.
- 5) Una atenuación de potencia o de tensión es un número que se encuentra entre 0 y 1, por lo que su logaritmo es negativo, entonces, los decibeles de una atenuación son negativos.
- 6) Si no hay ganancia ni atenuación la relación a medir es 1 y en decibeles es 0 dB, debido a que el logaritmo de 1 es cero.

Ejercicio N°2

Un transmisor inyecta una potencia de $1/8$ W a la entrada de una línea de transmisión. Si en los bornes de entrada del receptor colocado a la salida de la línea se mide una potencia de 1 nW. ¿Cuál es la atenuación de la línea en dB?

¿Qué ocurre con los decibeles cuando en veces una potencia se duplica?

Ejercicio N°3

- a) A un amplificador ingresa una señal de 5W y salen 30W. ¿Cuál es la ganancia de potencia en veces y en dB?
- b) Al amplificador anterior se le agregan más etapas amplificadoras y se obtiene una salida de 60W. Si la entrada sigue siendo de 5W, ¿Cuál es la ganancia de potencia en veces y en dB?
- c) ¿Cuántos dB aumenta una ganancia si se duplica en veces?

Puede concluirse con el ejercicio anterior que, si una ganancia se duplica, entonces aumenta 3 dB. Del mismo modo, si la potencia de salida o la relación de potencias se reduce a la mitad, entonces disminuye en 3dB.

Ejercicio N°4

Se nos informa que una línea telefónica tiene una atenuación de 3 dB. Si a la entrada del teléfono se miden 12 mW, ¿Qué potencia le entrega la central a la línea?

¿Cómo se expresa en decibeles una ganancia de tensión? ¿Es la misma expresión que para ganancia de potencia?

La ganancia de potencia GP en decibeles se puede calcular con:

$$\left(\frac{P_B}{P_A} \right)$$

Si las potencias P_A y P_B se relacionan con la ley de Ohm, la expresión anterior se puede escribir como:

$$\left(\frac{\frac{V_B^2}{R}}{\frac{V_A^2}{R}} \right)$$

Simplificando R:

$$\left(\frac{V_B^2}{V_A^2} \right) = 10 \log \log \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^2$$

Por propiedades de logaritmo el exponente puede multiplicar al 10 y la ganancia de tensión GT en decibeles se expresa como:

$$\left(\frac{V_B}{V_A} \right)$$

¿Es posible medir en decibeles una potencia en vez de una relación de potencias? ¿Y tensiones?

Cuando se mide una potencia en decibeles, se debe adoptar una referencia de potencia. Para indicar respecto de que potencia se mide, se le agrega una letra a las unida-

des dB. Si la potencia de referencia es 1W se emplea el dBw, si la referencia es 1mW la unidad es el dBm.

Cuando se toma como referencia 1 W el decibel hace referencia a watios y se indica con dBw:

$$GP \text{ dB} = 10 \log (30W/5W) = 10 \log (6W/1W) = 7,79\text{dBw}$$

$$P \text{ dBw} = 10 \log (P / 1W) \text{ (dBw)}$$

Algunas veces 1W es un valor demasiado elevado y la referencia se hace con 1mW. En este caso se usa el símbolo dBm. La expresión para calcular una potencia P en dBm es:

$$P \text{ dBm} = 10 \log (P / 1\text{mW}) \text{ (dBm)}$$

Con las tensiones ocurre lo mismo, hay que tomar una referencia de tensión.

Si la referencia es 1 volt, la tensión V medida en dB se expresa en dBv:

$$V \text{ dBv} = 20 \log V / 1\text{v} \text{ (dBv)}$$

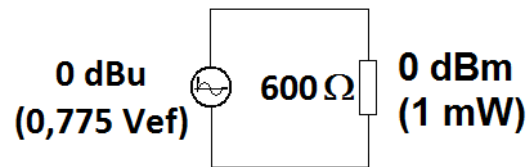
En determinadas medidas, como son las relacionadas con antenas, el dBv es demasiado grande y se utiliza el dBμ, en cuya medida tomamos como referencia el valor de 1 μV.

$$V \text{ dB}\mu = 20 \log V / 1 \mu\text{V} \text{ (dB}\mu)$$

Cuando se toma como referencia la tensión definida por la Comisión Electrotécnica Internacional, (CEI) con un valor de 0,775 v. La fórmula que expresa en dBu una tensión V medida en valor eficaz es:

$$V \text{ dBu} = 20 \log V / 0,775 \text{ v} \text{ (dBu)}$$

Se utiliza el valor de 0,775 V como referencia porque si se aplica a una línea telefónica de 600Ω, desarrolla una potencia de 1mW.



Una característica importante es que, en el circuito (línea de transmisión) de impedancia 600Ω , el nivel de la señal en dBm y en dBu coincide.

Ejercicio N°5

Una central telefónica provee una señal de 200 mW de potencia sobre una línea cuya atenuación es de 4dB. ¿Cuál será la potencia, expresada en dBm, que llega al teléfono del abonado?



Para seguir aprendiendo:

Ejercicio N°6

Un sistema de comunicaciones basado en fibra óptica tiene las siguientes características:

- Fibra óptica: Croning SMF-28 con 0,17 dB/Km de atenuación
- Potencia transmitida: 100mW
- Distancia entre transmisor y receptor: 1000Km
- Potencia mínima detectada por un sistema regenerador de señal: -30dBm
- Potencia de salida del regenerador de señal: 20dBm

Resolvé:

- ¿A qué distancia máxima puede estar la primera estación regeneradora de señal?
- ¿Cuántas estaciones regeneradoras de señal deben ponerse?

- c) ¿A qué distancia deben estar las estaciones regeneradoras de señal para que estén equidistantes?
- d) Para la distancia obtenida en c, ¿qué potencia en μW y en dBm llega al receptor?

A modo de cierre de esta guía, te proponemos resaltar aquello que te ha resultado más difícil, que te hayas dado cuenta que requiere más explicaciones, ejercitaciones, etc. Repasá la guía, revisá tus apuntes y respuestas. ¡¡¡Escribilo todo!!! Para el momento en que te encuentres con tus profesoras y profesores.