UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

FACULTAD REGIONAL CÓRDOBA

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

CÁTEDRA DE COMUNICACIONES

EL DECIBEL
TEORIA Y PRÁCTICA

Autor: Ing. Néstor Pisciotta
Jefe de Trabajos Prácticos

ORÍGENES DEL DECIBEL

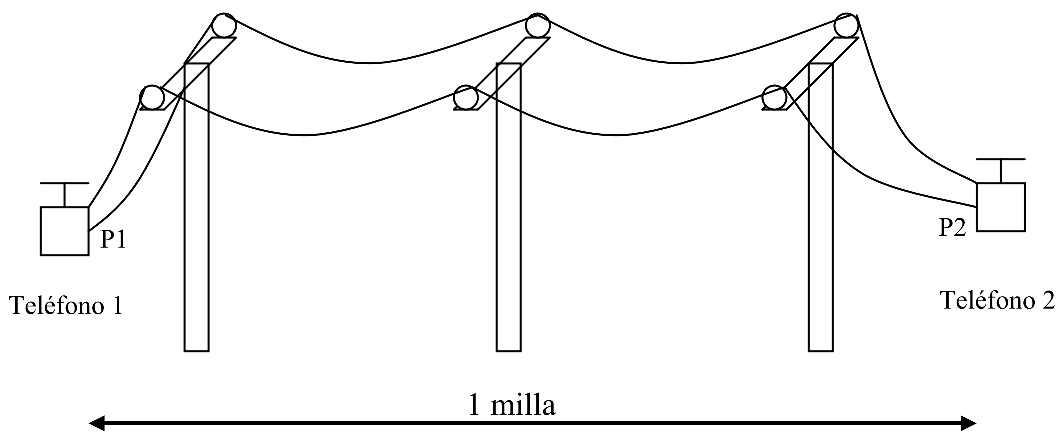
Un poco de historia

El desarrollo de la unidad denominada “decibel” tuvo su origen en los comienzos de la telefonía, más precisamente en los Laboratorios Bell de los EE.UU. De esta organización surgieron importantes herramientas de cálculo para la ingeniería de comunicaciones, entre ellas los diagramas de Bode, el ábaco de Smith y los criterios de estabilidad de Nyquist, solo por citar algunos ejemplos sobresalientes.

En aquel momento se buscaba una forma sencilla de poder expresar la pérdida de potencia en un circuito telefónico (téngase en cuenta que no había calculadoras electrónicas; solo ábacos, tablas y regla de cálculo). Los cálculos se hacían muy tediosos y era necesario encontrar un sistema que cumpliera con estos criterios:

a) Que fuera sencillo de utilizar, con números “redondos”.
b) Que pudiera asociarse con elementos de utilización habitual.

Se partió de un patrón que cumplía perfectamente el segundo criterio: Un circuito telefónico de 1 milla de longitud (1,609 km):



El circuito (par de alambres que vinculan a los dos teléfonos de la figura), está realizado con alambre de cobre calibre Nº 19 Brown &Sharpe (equivale a un diámetro de 0,912 mm), cuyas características son:

- Resistencia (R) = 2,73 Ω cada 100 metros
- Coeficiente de resistividad (α) = 0,0041 Ω / ºÇ

Realizando el ensayo a una temperatura ambiente de 25 ºC y empleando una frecuencia de 886 Hz, si se envían señales desde el teléfono 1 hacia el teléfono 2, la relación entre la potencia que sale del teléfono 1 (P1, que se mide en vatios) y la potencia que llega al teléfono 2 (P2, también medida en vatios) es:

$$\frac{P1}{P2} = 1{,}2589254$$

O sea, la potencia que sale P1 es 1,2589254 veces más grande que la potencia que llega P2. Esta relación de potencias a la que se llega cumple con el primer criterio, ya que es un número "redondo"... El alumno se preguntará que tiene de "redondo" un número con siete decimales y que no le trae ningún recuerdo o relación a su memoria. Aparentemente este resultado no es práctico ni simple de recordar. Entonces ¿para que hemos hecho todo esto?

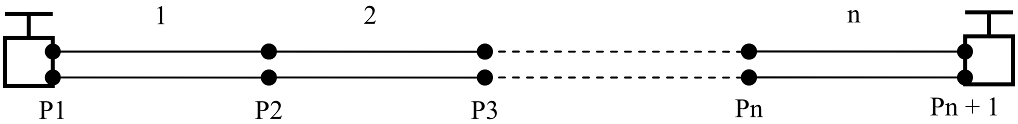
Lo que ocurre es que:

$$1{,}2589254 = 10^{\frac{1}{10}}$$

Este número decididamente si es "redondo y fácil de recordar" y, poco más adelante, descubriremos su enorme potencial para *<u>medir o relacionar magnitudes.</u>* Por favor, ¡preste mucha atención a lo que se acaba de subrayar!

<u>Extendiendo el circuito</u>

Imaginemos que conectamos varios tramos en cascada de 1 milla de alambre de cobre Nº 19, digamos "n" tramos. Ahora lo dibujaremos de forma más sencilla:



Podemos escribir las relaciones de potencia de la misma manera que antes:

$$\frac{P1}{Pn+1} = \frac{P1}{P2}\cdot\frac{P2}{P3}\cdots\frac{Pn}{Pn+1} = \underbrace{10^{\frac{1}{10}}\cdot 10^{\frac{1}{10}}\cdots 10^{\frac{1}{10}}}_{\text{n veces}} = 10^{\frac{n}{10}}$$

Tomando logaritmo de base decimal en ambos miembros de la igualdad tenemos:

$$\log\left(\frac{P1}{Pn+1}\right)=\log 10^{\frac{n}{10}}$$

Para despejar n, aplicamos las propiedades de los logaritmos y realizamos algunas operaciones sencillas, llegando a la siguiente expresión:

$$n=10\log\left(\frac{P1}{Pn+1}\right)$$

Si bien "n" es adimensional porque proviene de una relación logarítmica entre las potencias P1 y Pn+1, el resultado se expresa en "decibeles" y se abrevia "dB". A partir de aquí lo escribiremos así:

$$n\ (dB)=10\log\left(\frac{P1}{Pn+1}\right)$$

<u>Observe lo siguiente:</u> Si un determinado circuito presenta una relación de potencias de 8 dB, equivale a decir que tenemos un circuito de 8 millas de alambre de cobre Nº 19. Si otro circuito dado presenta una relación de potencias de 15 dB, equivale a decir que tenemos un circuito de 15 millas de alambre de cobre Nº 19... ¿se entiende porqué el decibel es sencillo de utilizar y los resultados son en cierta manera "simples de visualizar" y asociables a elementos concretos?

Volviendo a retomar nuestro circuito telefónico de 1 milla de longitud, habíamos dicho que a la frecuencia de 886 Hz, la relación entre las potencias P1 y P2 es:

$$\frac{P1}{P2}=1{,}2589254$$

Tomando logaritmo de base decimal en ambos miembros de la igualdad tenemos:

$$\log\left(\frac{P1}{P2}\right)=\log 1{,}2589254=\log 10^{\frac{1}{10}}=\frac{1}{10}\quad\therefore$$

$$1\ dB=10\ \log 1{,}2589254$$

1 decibel equivale a una relación entre las potencias en juego de 1,2589254 veces

<u>¿ Y por qué decibel ?</u>

El alumno intuye que el prefijo "deci" se ha utilizado porque el resultado es la décima parte de algo... sí, es así. Veamos porque:

La unidad de la cual deriva el decibel es el “Bel” (Simplificación de “Bell”, en honor al inventor de la telefonía, no podía ser de otra manera). 1 Bel equivale a 11 millas de alambre de cobre Nº 19, o sea:

$$\frac{P1}{P12} = \frac{P1}{P2} \cdot \frac{P2}{P3} \cdots \frac{P11}{P12} = \underbrace{10^{\frac{1}{10}} \cdot 10^{\frac{1}{10}} \cdots 10^{\frac{1}{10}}}_{\text{11 veces}} = 10^{\frac{11}{10}}$$

Resolviendo el último término:

$$10^{\frac{11}{10}} = 12{,}589254$$

Es decir 10 veces más grande que la relación de potencias que existe en 1 milla de alambre de cobre Nº 19. Por conveniencia y comodidad en el manejo numérico, el Bel no se utiliza.

EL DECIBEL COMO MAGNITUD DE COMPARACIÓN

La primera aplicación importante del decibel tiene lugar cuando lo utilizamos como ***"magnitud de comparación"***, es decir para expresar cuán grande es una potencia con respecto a otra, o bien cuán pequeño es un voltaje con respecto a otro, etc. Primero nos pondremos de acuerdo, emplearemos una convención para interpretar el significado de un resultado positivo (+) o de un resultado negativo (-) cuando se aplica la expresión logarítmica del decibel.

El concepto de ganancia y pérdida

No siempre la potencia que se encuentra en la salida de un circuito es más pequeña que la potencia que se aplicó en la entrada del mismo. Cuando el circuito tiene características de "amplificador", los resultados serán inversos, es decir, la potencia obtenida en la salida del circuito será más grande que la potencia aplicada en la entrada del mismo.

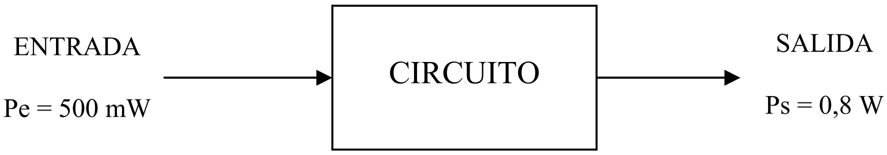
Hablaremos de "ganancia de un circuito" y de "pérdida de un circuito", la expresaremos en decibeles y utilizaremos el signo del resultado obtenido para poder tener una mejor idea del comportamiento de un sistema. Para ello, emplearemos la siguiente convención, en donde el orden establecido para el numerador y el denominador del logaritmo es muy importante:

$$n\ (\mathrm{dB}) = 10 \log \left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}} \right)$$

Diremos que hay **"ganancia"** cuando el resultado de esta expresión sea positivo **(+)** y, por el contrario, hablaremos de **"pérdida"** cuando el resultado sea negativo **(-).**

Ejemplo 1:

En el circuito de la figura siguiente, la potencia que se mide en la entrada es de 500 mW mientras que en la salida la potencia es de 0,8 W. Calcular la ganancia del circuito.



Solución:

¡Cuidado! Para poder aplicar la fórmula del decibel, tanto la potencia en la entrada como la potencia en la salida deben estar expresadas en la misma unidad. En este caso ambas deberían estar en vatios o en milivatios, lo que en este ejemplo no ocurre.

Pe = 500 mW
Ps = 0,8 W = 800 mW

Entonces:

$$n\ (\text{dB}) = 10 \log\left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}}\right) = 10 \log\left(\frac{800}{500}\right) = +\,2{,}04\ \text{dB}$$

O bien:

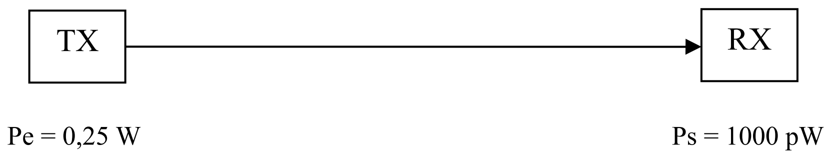
Pe = 500 mW = 0,5 W
Ps = 0,8 W

$$n\ (\text{dB}) = 10 \log\left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}}\right) = 10 \log\left(\frac{0{,}8}{0{,}5}\right) = +\,2{,}04\ \text{dB}$$

Diremos que el circuito del ejemplo tiene una ganancia de 2,04 dB. Si bien el signo positivo debería dejarse implícito, en este ejemplo hemos decidido explicitarlo para poder dejar las ideas bien claras.

Ejemplo 2:

Un transmisor inyecta una potencia de ¼ W a la entrada de la línea de transmisión que puede verse en la figura siguiente. Si en los bornes de entrada del receptor colocado a la salida de la línea se mide una potencia de 1000 pW. ¿Cuál es la ganancia de la línea?



Solución:

Primero expresamos la potencia en la entrada y la potencia en la salida en la misma unidad.

Pe = 0,25 W
Ps = 1000 pW = $1000 \cdot 10^{-12}$ W $= 10^{-9}$ W

Entonces:

$$n\ (\mathrm{dB}) = 10 \log \left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}} \right) = 10 \log \left(\frac{10^{-9}}{0{,}25} \right) = -\,83{,}97\ \mathrm{dB}$$

Cuando el resultado sea negativo, una pérdida como en este caso, es más frecuente referirse a ella como ***“atenuación”***, siendo éste término el que más se emplea para hablar de circuitos en los cuales la potencia que llega a la salida es más pequeña que la potencia que se aplicó en la entrada.

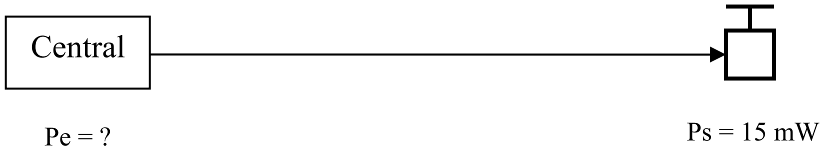
Con respecto a la cantidad de decimales a tomar, salvo especificación contraria, adoptaremos dos decimales. En cuanto a los redondeos, en el ejemplo anterior podemos escribir que el resultado es - 84 dB y estará perfectamente bien, ya que las diferencias serán – a nivel de relaciones de potencia – ínfimas.

Ejemplo 3:

Se nos informa que una línea telefónica tiene una atenuación de 3 dB. Si la potencia medida en los bornes de entrada del aparato telefónico es de 15 mW, ¿Cuál es la potencia aplicada por la central en la entrada de la línea?

Solución:

Primero, y como en todo problema de ingeniería, las cosas son más simples de visualizar – y de entender – si hacemos un pequeño esquema:



Escribamos la fórmula del decibel y coloquemos en ella los datos suministrados, ***teniendo cuidado con la atenuación, que implica el uso del signo negativo***:

$$-3\ \text{dB} = 10\log\left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}}\right) = 10\log\left(\frac{15\ \text{mW}}{\text{Pe}}\right)$$

Enseguida veremos la importancia de colocar la unidad de la potencia que se tiene como dato en la expresión, cuando es necesario despejar términos.

Será necesario despejar Pe, que es la potencia que nos solicita el problema. Lo haremos paso a paso, para que el alumno no tenga dificultades cuando opere corrientemente con decibeles. Primero pasamos 10 al denominador del primer miembro:

$$-\frac{3}{10} = \log\left(\frac{15\ \text{mW}}{\text{Pe}}\right)$$

Luego tomamos antilogaritmo en ambos miembros:

$$10^{-\frac{3}{10}} = \frac{15\ \text{mW}}{\text{Pe}}$$

El paso final es despejar Pe, la potencia en la entrada:

$$\text{Pe} = \frac{15\ \text{mW}}{10^{-\frac{3}{10}}} = 10^{\frac{3}{10}} \cdot 15\ \text{mW} = 1{,}9952623 \cdot 15\ \text{mW}$$

$$\text{Pe} \cong 2 \cdot 15\ \text{mW} = 30\ \text{mW}$$

<u>Observe lo siguiente:</u> ***3 dB equivale a una relación del doble entre las potencias en juego***. Conviene recordar esto, ya que es muy útil a la hora de realizar algunos cálculos.

EL DECIBEL COMO MAGNITUD DE MEDIDA

La segunda aplicación importante del decibel tiene lugar cuando se lo utiliza como "***magnitud de medida"***, es decir para expresar el valor de un determinado parámetro (tensión, corriente, potencia, campo eléctrico, nivel de presión sonora, etc.) en un determinado punto. Para que esto sea posible, primero será necesario establecer un valor o nivel fijo, "una referencia", que normalmente es estándar y responde a una convención perfectamente clara y determinada. Aquí también tendrán un significado bien definido los resultados positivos (+) y los resultados negativos (-) que se obtengan como consecuencia de aplicar la expresión logarítmica del decibel.

Definición

Llamaremos p a la cifra que, expresada en decibeles, es utilizada como magnitud de medida. La fórmula es la siguiente:

$$P\ (dB_{referencia}) = 10\ \log\left(\frac{\text{Potencia en un punto dado de un circuito}}{\text{Unidad de referencia de potencia}}\right)$$

Cuando el decibel es utilizado como magnitud de medida, para poder diferenciarlo del decibel que vimos anteriormente, se le añade un subíndice que indica cuál es la referencia utilizada y se lee "decibel referido a <nombre de la referencia>". Se emplean muchos tipos de referencias distintas; aquí solo veremos algunas de ellas.

Decibel referido a milivatio (dBm)

Es una de las versiones más utilizadas del decibel como magnitud de medición. Su expresión es:

$$P\ (dBm) = 10\ \log\left(\frac{\text{Potencia en un punto dado de un circuito (en mW)}}{1\ \text{mW}}\right)$$

Supongamos que en el punto "x" de un determinado circuito tenemos una potencia de 0,3 W ¿Cuál será el valor de esta potencia expresado en dBm?

Puesto que 0,3 W = 300 mW, entonces

$$Px\ (dBm) = 10\ \log\left(\frac{300}{1}\right) = 24{,}77$$

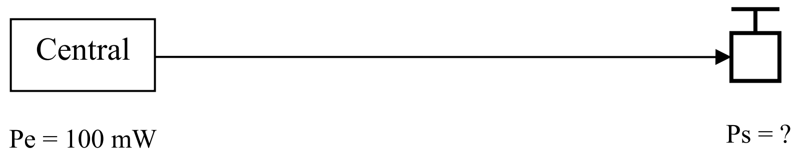
Por lo tanto Px = 24,77 dBm, la potencia en el punto x expresada en dBm.

Ejemplo 4:

Se nos informa que una línea telefónica tiene una atenuación A = 5 dB. Si la potencia aplicada por la central en la entrada de la línea es de 100 mW, ¿Cuál será la potencia, expresada en dBm, que llega a los bornes de entrada del receptor telefónico?

Solución:

Nuevamente hacemos un pequeño esquema:



Hay dos caminos para encontrar el resultado pedido. La primera consiste en aplicar la formula del dB para saber, conocida la atenuación y la potencia en la entrada de la línea, cuanto vale la potencia en milivatios en bornes del aparato telefónico. Finalmente se convierte el valor hallado a dBm. Veamos:

$$-5\ \text{dB} = 10\ \log\left(\frac{\text{Potencia en la salida}}{\text{Potencia en la entrada}}\right) = 10\ \log\left(\frac{\text{Ps}}{100\ \text{mW}}\right)$$

$$-\frac{5}{10} = \log\left(\frac{\text{Ps}}{100\ \text{mW}}\right)$$

$$10^{-\frac{1}{2}} = \frac{\text{Ps}}{100\ \text{mW}}$$

$$\text{Ps} = 10^{-\frac{1}{2}} \cdot 100\ \text{mW} = 0{,}3162277 \cdot 100\ \text{mW}$$

$$\text{Ps} \cong 31{,}6\ \text{mW}$$

El paso final es convertir la potencia Ps a dBm:

$$\text{Ps (dBm)} = 10 \log \left(\frac{31{,}6}{1} \right) = 15$$

$$\text{Ps} = 15 \text{ dBm}$$

La segunda forma es más sencilla y nos mostrará un concepto muy importante.

Si expresamos la potencia Pe en dBm obtenemos:

$$\text{Pe (dBm)} = 10 \log \left(\frac{100}{1} \right) = 20$$

$$\text{Pe} = 20 \text{ dBm}$$

<u>Observe:</u> La diferencia entre Ps y Pe (expresadas en dBm) es exactamente igual al valor de la atenuación o pérdida de la línea. Este resultado es muy importante y lo podemos generalizar, de la siguiente manera:

$$\text{Ps (dBm)} - \text{Pe (dBm)} = 10 \log \left(\frac{\text{Ps}}{1 \text{ mW}} \right) - 10 \log \left(\frac{\text{Pe}}{1 \text{ mW}} \right)$$

Aplicando propiedades de los logaritmos tenemos:

$$10 \log \left(\frac{\text{Ps}}{1 \text{ mW}} \right) - 10 \log \left(\frac{\text{Pe}}{1 \text{ mW}} \right) = 10 \log \left(\frac{\frac{\text{Ps}}{1 \text{ mW}}}{\frac{\text{Pe}}{1 \text{ mW}}} \right) = 10 \log \left(\frac{\text{Ps}}{\text{Pe}} \right) = \text{n (dB)}$$

Es decir que:

$$\text{n (dB)} = \text{Ps (dBm)} - \text{Pe (dBm)}$$

La ecuación anterior nos lleva a preguntarnos: ¿Podemos sumar y/o restar dB a los dBm? La respuesta es (y lo acabamos de demostrar) que si, que podemos hacerlo.

Como regla general podremos escribir, sin temor a equivocarnos:

$$\boxed{\text{Ps } (\text{dB}_{\text{referencia}}) = \text{Pe } (\text{dB}_{\text{referencia}}) + \sum \text{G} + \sum \text{P}}$$

Donde:

$\sum G$ es la suma de todas las ganancias a lo largo de un circuito, en dB.

$\sum P$ es la suma de todas las pérdidas a lo largo de un circuito, en dB (¡ tenga en cuenta el signo negativo de las pérdidas al introducirlas en la sumatoria !)

Si se suman algebraicamente ganancias y pérdidas a un valor expresado en “dB referido a” se obtiene como resultado “dB referido a”.

Volviendo al nuestro problema:

$$\text{Ps (dBm)} = \text{Pe (dBm)} - 5 \text{ dB}$$

$$\text{Ps} = 15 \text{ mW}$$

Decibel referido a milivatio con referencia distinta de 0 (dBm0)

$$\text{P (dBm0)} = 10 \log \left(\frac{\text{Potencia en un punto dado de un circuito (en mW)}}{\text{Valor de potencia de referencia (en mW)}} \right)$$

A veces, y por diversas razones, es necesario emplear como referencia una potencia distinta a 1 mW (0 dBm y de ahí que decimos con referencia distinta de 0). La mecánica a emplear es similar, excepto que en lugar de colocar 1 mW en el denominador, colocaremos otro valor distinto de 1, que es la referencia utilizada.

Ejemplo 5:

Si el sistema telefónico del ejemplo anterior emplea como referencia el valor de 5 mW ¿Cuál será la potencia, expresada en dBm0, que llega a los bornes de entrada del aparato telefónico?

Solución:

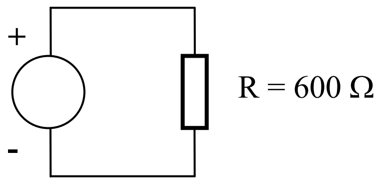
Habíamos encontrado que $\text{Ps} \cong 31{,}6 \text{ mW}$, por lo tanto:

$$\text{Ps (dBm0)} = 10 \log \left(\frac{31{,}16}{5} \right) = 7{,}94$$

$$\text{Ps} \cong 8 \text{ dBm0}$$

Decibel referido a un milivatio sobre una carga de 600 Ω - 0,775V - (dBu)

En primer lugar, veamos que sucede con la tensión aplicada cuando decimos que sobre una carga (resistencia) de 600 Ω se desarrolla una potencia de 1 mW; para ello apliquemos las leyes de ohm para la potencia:



$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \sqrt{P.R}$$

$$V = \sqrt{0{,}001.600} \cong 0{,}775 \text{ V}$$

Como podemos ver, la tensión a bornes de la resistencia es de 0,775 V. Entonces

$$1 \text{ mW} \cong \frac{0{,}775^2}{600}$$

La expresión del dBu la deduciremos a partir de la correspondiente al dBm:

$$P\text{ (dBm)} = 10 \log \left(\frac{\text{Potencia en un punto dado de un circuito (en mW)}}{1 \text{ mW}} \right)$$

Reemplacemos la potencia en un punto dado de un circuito por su equivalente en términos de tensión y resistencia y lo mismo haremos con 1 mW:

$$P\text{ (dBm)} = 10 \log \left(\frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{0{,}775^2}{600}} \right) = 10 \log \left(\frac{V^2.600}{0{,}775^2.R} \right)$$

Aplicando propiedades de los logaritmos tenemos:

$$P\text{ (dBm)} = 10 \log \left(\frac{V}{0{,}775} \right)^2 + 10 \log \left(\frac{600}{R} \right)$$

Finalmente, aplicando otra vez las propiedades de los logaritmos llegamos a:

$$P\ (\mathrm{dBm}) = 20\ \log\left(\frac{V}{0{,}775}\right) + 10\ \log\left(\frac{600}{R}\right)$$

Que se escribe abreviadamente de la siguiente manera:

$$P\ (\mathrm{dBm}) = V\ (\mathrm{dBu}) + FC$$

Esta ecuación nos permite llegar finalmente a la expresión del dBu:

$$V\ (\mathrm{dBu}) = 20\ \log\left(\frac{V}{0{,}775}\right)$$

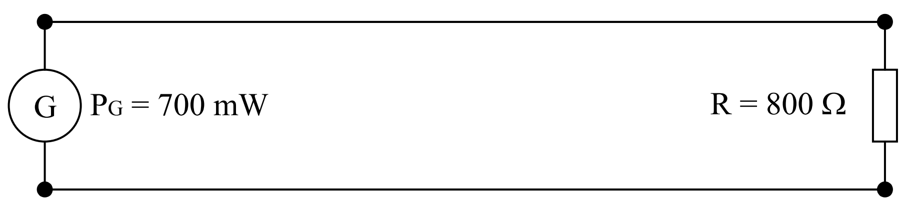
Como puede apreciarse, se trata de una tensión expresada en dB y referida a una tensión de 0,775 V.

> Si FC = 0 (Esto ocurre si y solo si R = 600 Ω) la potencia en dBm en un determinado punto es numéricamente igual a la tensión en dBu en dicho punto.

Cuando se desea encontrar la potencia en dBm en función de la tensión en dBu y recíprocamente, deberá aplicarse el denominado "Factor de Corrección" FC, que dependerá del valor de la resistencia que se presente en el punto donde se mida la tensión V.

Ejemplo 6:

Se tiene el siguiente circuito:



Línea de transmisión
Atenuación A = - 6 dB

Se pide:

a) Potencia en dBm a bornes del generador G.
b) Potencia en mW que llega a la carga R.
c) Tensión en dBu a bornes de la carga.

Solución:

a) Primero determinamos el valor de la potencia P_G en dBm:

$$P_G = 10 \log \left(\frac{700}{1} \right) = 28{,}45 \text{ dBm}$$

b) La potencia que llega a la carga en mW la podemos encontrar a través de su valor en dBm:

$$P_R \ (\text{dBm}) = P_G \ (\text{dBm}) + A \ (\text{dB}) = 28{,}45 - 6 = 22{,}45 \text{ dBm}$$

Empleando la expresión de dBm:

$$P_R \ (\text{dBm}) = 10 \log \left(\frac{P_R \ (\text{mW})}{1} \right) = 22{,}45$$

Operamos para despejar P_R:

$$\log \left(\frac{P_R \ (\text{mW})}{1} \right) = \frac{22{,}45}{10}$$

$$P_R \ (\text{mW}) = 10^{\frac{22{,}45}{10}} = 175{,}79$$

$$P_R = 175{,}79 \text{ mW}$$

c) La tensión en dBu a bornes de la carga se obtiene fácilmente, aplicando el factor de corrección FC:

$$P_R \ (\text{dBm}) = V_R \ (\text{dBu}) + 10 \log \left(\frac{600}{R} \right)$$

Despejando V_R:

$$V_R \ (\text{dBu}) = P_R \ (\text{dBm}) - 10 \log \left(\frac{600}{R} \right)$$

Reemplazando los valores en la fórmula:

$$V_R \ (\text{dBu}) = 22{,}45 - 10 \log\left(\frac{600}{800}\right) = 22{,}45 + 1{,}25 = 23{,}7$$

La tensión solicitada es:

$$V_R = 23.7 \text{ dBu}$$

<u>Decibel referido a un microvoltio por metro (dBμV/m)</u>

Finalizaremos esta exposición sobre el decibel haciendo mención de otra unidad muy utilizada en el trabajo con antenas y ondas electromagnéticas: La intensidad de campo eléctrico E.

El alumno ya aprendió en los cursos de física el concepto de campo eléctrico y sabe que su unidad de medición es el voltio por metro (V/m).

Cuando se realizan cálculos de propagación y mediciones de áreas de cobertura o de alcance de señales radioeléctricas (en estaciones de radiodifusión, estaciones de TV, radioenlaces, etc.), es necesario saber con que "intensidad" se recibirá una onda electromagnética en un sitio determinado. Como su nombre lo indica, una onda de este tipo está formada por dos componentes: eléctrica y magnética. De ellas, la más sencilla de medir es la componente eléctrica, caracterizada por su valor de campo en V/m.

Ocurre que la atenuación provocada por el medio donde se propagan estas ondas (el vacío, aunque a nivel terrestre podemos decir "el aire"), es muy alta y raramente se logran obtener, en puntos distantes a una estación emisora, valores de campo superiores a unos cientos de microvoltios por metro.

Para evitar manipular cifras con cuatro, cinco o seis ceros, aquí también se utiliza el dB, esta vez referido al valor de campo eléctrico de 1 μV/m (0,000001 V/m). La expresión es la siguiente:

$$E\left(\text{dB}_{\mu V/m}\right) = 20 \log\left(\frac{\text{Campo eléctrico en un punto dado (en } \mu V/m)}{1\ \mu V/m}\right)$$

<u>Ejemplo 7:</u>

Una antena emite una señal de radio de potencia tal que, en el extremo receptor, el valor de campo eléctrico medido es de 500 mV/m. Determinar el valor de campo en dBμV/m.

Solución:

Primero deberemos expresar el valor de campo medido en μV/m:

500 mV/m = 500000 μV/m

Entonces:

$$E\left(dB_{\mu V/m}\right) = 20\ \log\left(\frac{500000}{1}\right) = 113{,}97$$

$$E = 113{,}97\ \ dB\mu V/m$$

La conveniencia de usar logaritmos para manejar estos valores quedò evidenciada en el ejemplo.

Cierre

Se invita al alumno a profundizar lo aprendido en estas pocas carillas a través de la lectura de bibliografía recomendada por la cátedra, la que por suerte es abundante y excelente. Esto le permitirá "aprehender" (si no entiende este término busque su significado en un diccionario) los conceptos desarrollados en esta asignatura, lo que redundará en grandes beneficios para su futura vida profesional.