

O dB , (decibel) e outras unidades logarítmicas:

dBA, Neper, dBr, dBm, dBw, dBk, dBm0, dBu, dBsr, VU, dBμ, dBμV/m, dBp, dBi, dBd, S unit, dBFS

fonte: <https://www.qsl.net/py4zbx/teoria/odb.htm>

Obs. : dB : d minúsculo pois é a abreviação do prefixo deci e **B maiúsculo** pois é o símbolo da unidade **bel** (homenagem a Alexander Graham Bell)

O **dB** é uma unidade **logarítmica** muito usada em telecomunicações, por pelo menos dois motivos :

- O ouvido humano tem resposta logarítmica (sensação auditiva versus potência acústica)

- Em telecomunicações, se usam números extremamente grandes ou pequenos. O uso de logaritmos torna estes números pequenos e fáceis de manipular, e transforma **produtos em somas** e **divisões em subtrações**.

O **dB** é um número **relativo** e permite representar relações entre duas grandezas de mesmo tipo, como relações de potências, tensões, correntes ou qualquer outra relação adimensional. Portanto, permite definir ganhos e atenuações, relação sinal/ruído, dinâmica, etc...

Por definição, uma quantidade **Q** em **dB** é igual a **10 vezes** o **logaritmo decimal** da relação de duas potências, ou seja :

$$Q(\text{dB}) = 10 \log (P1 / P2).$$

Como a potência é proporcional ao quadrado da tensão dividida pela resistência do circuito, temos, aplicando as propriedades dos logaritmos (o log. do quadrado de n é duas vezes o log. de n) :

$$Q (\text{dB}) = 20 \log (V1 / V2) + 10 \log (R2 / R1)$$

ou ainda, na mesma resistência : $Q(\text{dB}) = 20 \log (V1 / V2)$

Para ganhos por ex., P2 é a potência de entrada e P1 a potência de saída do circuito.

Para atenuações, P1 é a potência de entrada e P2 a potência de saída. Atenuação é o inverso do ganho (em unidades lineares) e é igual ao ganho em dB com sinal trocado.

A tabela seguinte fornece alguns valores típicos :

Q (dB)	P1 / P2	V1 / V2
120	1 000 000 000 000	1 000 000
90	1 000 000 000	31 600
60	1 000 000	1 000
30	1 000	31,6
20	100	10
10	10	3,16
6	4	2
3	2	1,414
0	1	1
-3	0,5	0,707
-6	0,25	0,5
-10	0,1	0,316
-20	0,01	0,1
-30	0,001	0,0316
-60	0,000 001	0,001
-120	0,000 000 000 001	0,000 001

Observe que 0 dB (zero dB) equivale a uma relação de 1, e 3 dB equivale a uma relação de 2 (em potência), e 10 dB por acaso equivale a uma relação de 10. Resumindo :

+3 dB equivale a **multiplicar** por **2**

+10 dB equivale a **multiplicar** por **10**

-3 dB equivale a **dividir** por **2**

-10 dB equivale a **dividir** por **10**

É fácil converter qualquer valor inteiro de dB na relação correspondente, usando apenas 3 e 10 dB.

Por exemplo, 17 db:

$17 = 10 + 10 - 3$ dB ou em unidades lineares $10 \times 10 / 2 = 50$.

Portanto 17 dB equivale a uma relação de 50.

Exemplo de operações com dB e as respectivas unidades lineares :

circuito :										
ganhos dB :	+23	-6	+20	-17	+10	= 30 dB				
unid. lineares :	200	×	0,25	×	100	×	0,02	×	10	= 1000
atenuações dB :	-23	+6	-20	+17	-10	= -30 dB				
unid. lineares :	0,005	×	4	×	0,01	×	50	×	0,1	= 0,001

Outras unidades logarítmicas :

- O **dBA** : zero dBA equivale a uma intensidade sonora (pressão sonora) de 20 microPascal, e equivale aproximadamente ao limiar de audição. O limiar de dor se situa em torno de 120 dBA, ou seja, uma pressão 1 000 000 de vezes maior ou uma potência sonora 1 000 000 000 000 de vezes maior ! (a potência sonora é proporcional ao quadrado da pressão). O **A** se refere a um tipo de filtro de ponderação (*weighting*), que leva em conta a não linearidade do ouvido em frequência. A figura seguinte mostra a curva de ponderação **A**. A intensidade sonora também pode ser medida sem essa ponderação, em **dB** ou **dBZ**, em relação à referência de 20 microPascal = 0 dB. Por exemplo, um som com frequência de 100 Hz e intensidade de 60 dBA tem uma intensidade não ponderada de 79 dB, pois a curva A apresenta 19 dB de atenuação em 100 Hz. Em 1000 Hz (e 6000 Hz), as medidas em dB e dBA são idênticas.

- O **Neper** : Uma unidade bastante usada em cálculo é o Neper, que é igual ao logaritmo neperiano da razão de duas tensões (ou correntes) na mesma impedância. Obs.: **1 N = 8,65 dB**.

- O **dB_r** é uma unidade relativa de medida de nível, em relação ao ponto zero de transmissão, (0 TLP), onde geralmente o nível do tom de teste é de 0 dBm. Apenas indica o somatório dos ganhos e atenuações num ponto qualquer em relação ao ponto de referência, ou ponto zero de transmissão.

- O **dBm** é uma unidade de medida de **potência** : **0 dBm = 1 mW** (**Não importa em qual resistência !**)

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

Portanto : 3 dBm = 2 mW , 30 dBm = 1W , -30 dBm = 1 microW

e ainda:

- O **dBw** é uma unidade de medida de **potência**: **0 dBw = 1W = 30 dBm**
- O **dBk** é uma unidade de medida de **potência**: **0 dBk = 1 kW = 30 dBw = 60 dBm**

- O **dBm0** é uma unidade de medida de potência relativa ao ponto zero. Geralmente, é usado para indicar o nível de outros sinais, como pilotos, tons de sinalização, ruído, fuga de portadora, diafonia, etc., em relação ao tom de teste.

Ex.: um tom de sinalização de -20dBm0 terá uma potência (ou nível) de -28 dBm num ponto onde o tom de teste tem -8dBm . (ponto de -8dB).

Ex.: se num determinado ponto o nível do ruído é de -34 dBm e o nível do tom de teste é de -4dBm , então o nível do ruído é de -30dBm0 .

Obs.: a relação sinal/ruído em db é o nível do ruído em dBm0 com sinal trocado.

$$\text{Relação entre dBm, dBr e dbm0 : } \text{dBm} = \text{dBr} + \text{dBm0}$$

- O **dBu** é uma unidade de medida de **tensão**, onde **0 dBu = 0,775V**.

Um voltímetro pode ter uma escala graduada em dBu, relacionada com a tensão V por:

$$U(\text{dbu}) = 20 \log (V / 0,775)$$

Como 0,775V corresponde a tensão desenvolvida por 1 mW num resistor de 600 ohms, a leitura em dBu corresponde a potência em dBm, **desde** que seja efetuada em um circuito cuja resistência de terminação é de 600 ohms. Em qualquer outra impedância **Z** (resistiva), deve ser somado à leitura em dbu um fator de correção:

$$F(\text{db}) = 10 \log (600 / Z) \text{ para obter o valor da potência em dBm:}$$

$$P \text{ (dBm)} = U \text{ (dBu)} + F \text{ (dB)}.$$

Alguns valores de F e Z : 6 dB em 150 ohms, 9 dB em 75 ohms, 10,8 db em 50 ohms.

- O **dBsr** (scale reading) ou seja, dB lidos na escala (do voltímetro). É o mesmo que o dBu.

 - O **VU** : unidade de medida de tensão, usada em estúdios de radio : 0 (zero) VU = +4 dBm = 1,228 V em 600 ohms.

 - O **dBμ** : (ou **dBμV**) unidade de medida de tensão onde 0 (zero) dbμ = 1 microvolt, usada para medir tensões muito pequenas como por ex. sensibilidade de receptores. **Zero dbμ em 50 ohms equivale a uma potência de -107 dBm.**

 - O **dBμV/m** : unidade de medida de [intensidade de campo elétrico](#) E, onde 0 (zero) dbμV/m = 1 microvolt/metro.
- Conversão de dbμV/m em dbμV, em função do ganho isotrópico Gi da antena e da frequência F, em 50 ohms:
- $$V(\text{db}\mu\text{V}) = E(\text{db}\mu\text{V}/\text{m}) + G_i - 20\log F(\text{MHz}) + 29,8$$
- O **dBp** : dB ponderado psfometricamente (psfos= ruído), ou seja, que leva em conta o somatório das respostas em frequência do ouvido e da cápsula receptora telefônica, e usado para medir ruído e relações sinal/ruído em telefonia. Aplica-se também ao dBm > dBmp e dBm0 > dBm0p.

 - O **dBi** : usado para expressar o ganho de uma antena em relação a antena ISOTRÓPICA. A antena isotrópica tem um diagrama de irradiação esférico, ou seja, irradia igualmente em todas as direções. O dBi é muito usado em cálculos de enlaces de telecomunicações, pois a atenuação de propagação é sempre calculada entre antenas isotrópicas. A antena isotrópica é uma referencia teórica, sendo de difícil construção prática.

 - O **dBd** : usado para expressar o ganho de uma antena em relação ao DIPOLO de meia onda. O dipolo de meia onda é a antena ressonante mais simples e fácil de ser construída e por isso é muito usada como referencia. Em espaço livre, o ganho do dipolo de meia onda é de 0 dBd = 2,15 dBi

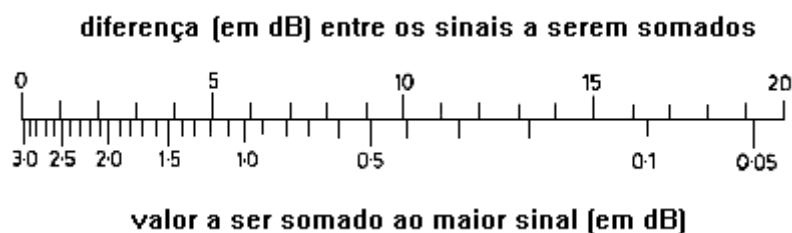
- O ponto **S** : unidade usada por radio amadores, o ponto **S** de signal-**S**rength, intensidade de sinal, teoricamente equivale a 6 dB, ou seja, duas vezes mais tensão no conector de antena do receptor. Teoricamente também, S 9 equivale a 50 microvolts (-73 dBm em 50 ohms) abaixo de 30 MHz, e 5 microvolts (-93 dBm) acima de 30 MHz. Mas na pratica, apenas alguns raros medidores de unidades S são calibrados para S9, e mesmo assim o [resto da escala sendo muito impreciso](#), principalmente acima de 30 MHz !. Para valores acima de S 9 , usa-se o dB, por exemplo: S9+20 dB. Conversões dBm/volts/unidades S [aqui](#).

- O **dBFS** : usado para expressar níveis de amplitude em sistemas [digitais](#). O nível máximo que ainda não sofre ceifamento (clipping) é definido como 0 dBFS (zero dBFS) (FS=Full Scale). Por exemplo, se a tensão de entrada de uma placa de som está com a metade do nível máximo de [quantização](#) do conversor A/D, ela está com -6 dBFS. Para ter certeza que algumas amostras realmente se situam no pico da onda, é escolhida uma freqüência de teste de 997 Hz, que não é submúltiplo exato das taxas de amostragem padronizadas.

Soma de sinais não coerentes (ruído branco ou sinais de freqüências diferentes) :

Por exemplo, qual é a potência total de um sinal com 10 dBm somado a um ruído de 6 dBm ?

Solução : a diferença entre as parcelas é $10 \text{ dBm} - 6 \text{ dBm} = 4 \text{ dB}$ (obs. : subtrair potências em unidades logarítmicas equivale a fazer um quociente em unidades lineares, portanto, o resultado é um numero adimensional, o dB). No gráfico da figura seguinte, obtemos para uma diferença de 4 dB o valor de 1,45 dB. A soma dos dois sinais tem uma potência de $10 \text{ dBm} + 1,45 \text{ dB} = 11,45 \text{ dBm}$.



Sinais não coerentes se somam em potencia. Sinais coerentes (mesma freqüência) se somam (vetorialmente) em **tensão**. É preciso calcular esta soma

vetorial de tensão e depois passar para potencia. No caso de 2 sinais não coerentes, temos:

P1 = potencia maior, **P2** = potencia menor,

diferença em **dB** : **dP(dB) = P1(dBm)-P2(dBm) = 10log(P1/P2)** : escala superior do gráfico acima.

valor a ser somado (em dB) à maior potência (em dBm):

$10\log[(P1+P2)/P1] = 10\log[1+(P2/P1)]$; como $P2/P1 = \text{antilog}(-dP/10)$, temos:

10log(1+antilog(-dP/10)): escala inferior do gráfico acima.

Somar x dB a uma potencia em **dBm** equivale a **multiplicar** esta potencia em unidades lineares (W, por exemplo) por um numero adimensional igual ao $\text{antilog}(x/10)$, portanto resulta em uma nova potencia, e que pode ser expressa por exemplo em dBm. Portanto, a soma de dBm com dB resulta em dBm !. Da mesma forma, **subtrair dB** de uma potencia em **dBm** equivale a **dividir** esta potencia por um numero adimensional, resultando em uma nova potencia. Portanto, subtrair dB de dBm resulta em dBm !.

Obs.: **Somar diretamente os valores em dBm não faz sentido, pois equivale a multiplicar estas potencias em unidades lineares!** Por exemplo, as seguintes somas de sinais não coerentes:

$$0 \text{ dBm} + 0 \text{ dBm} = 3 \text{ dBm} \quad (\text{e não } 0 \text{ dBm} !)$$

$$0 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} = 4,76 \text{ dBm} \quad (\text{e não } 3 \text{ dBm} !)$$

$$-2 \text{ dBm} + 2 \text{ dBm} = 3,45 \text{ dBm} \quad (\text{e não } 0 \text{ dBm} !)$$

O sinal **+** nesse caso se refere às unidades **lineares de potencia**, ou seja, indica que estamos **somando as potencias** em unidades lineares (W, mW, etc...) correspondentes aos valores em dBm.

Mas, **somar dB a dBm** equivale a **multiplicar a potencia (em dBm) por um numero adimensional (dB)**, o que resulta em uma nova potencia (dBm):

$$0 \text{ dBm} + 0 \text{ dB} = 0 \text{ dBm}$$

$$0 \text{ dBm} + 3 \text{ dB} = 3 \text{ dBm}$$

$$-2 \text{ dBm} + 2 \text{ dB} = 0 \text{ dBm}$$

Ou ainda, **subtrair valores em dBm** resulta em um valor em **dB** (e não dBm).

Pois subtrair unidades logarítmicas equivale a uma divisão em unidades lineares ! Subtrair valores em dBm equivale portanto a um quociente de duas potencias, e esse quociente ou relação é **adimensional**, portanto equivale a um valor em **dB** ! Por exemplo:

$$13 \text{ dBm} - 10 \text{ dBm} = 3 \text{ dB} \quad (\text{e não } 3 \text{ dBm})$$

pois $13 \text{ dBm} = 20 \text{ mW}$ e $10 \text{ dBm} = 10 \text{ mW}$. E o sinal - equivale a uma divisão

ou seja $13 \text{ dBm} - 10 \text{ dBm}$ equivale a $20 \text{ mW} / 10 \text{ mW} = 2$ (e não 2 mW). E **2** equivale a **3 dB**.