

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 08

Propagação: Decibel (dB)

“Apressa-te a viver bem e pensa que cada dia é, por si só, uma vida.”
(Sêneca)

O que Aprenderemos?

- Aprenderemos sobre decibel (dB), dBm e dBi.
- Através de exercícios aprenderemos como se calcula a potência de transmissão, recepção e se um enlace poderá ser formado.

Decibeis (dB)

O decibel (dB) é uma unidade logarítmica muito usada em telecomunicações, para evitarmos de usar números extremamente grandes ou pequenos. O uso de logaritmos torna estes números mais fáceis de manipular. Ele transforma produtos em somas e divisões em subtrações, faciitando os cálculos.

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, etc...

Decibéis (dB)

Em transmissão sem fio, usamos a escala decibel (dB) para medir a intensidades relativas de dois sinais ou um sinal em dois pontos diferentes. Note que um valor em decibel é negativo, caso um sinal seja atenuado, e positivo, caso um sinal seja amplificado. Ele usa o logaritmo decimal (\log_{10}) para realizar a compressão de escala.

$$dB = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

onde: P1 e P2 são, respectivamente, as potências de um sinal nos pontos 1 e 2.

$$x = \log_a b \Rightarrow a^x = b$$

onde: $a > 0$, $a \neq 1$ e $b > 0$

Decibéis (dB)

Suponha que um sinal trafegue por meio de transmissão e sua potência seja reduzida pela metade. Isso significa que $P_2 = \frac{1}{2}P_1$. Nesse caso, a atenuação (perda de potência) pode ser calculada como segue:

$$\begin{aligned}dB &= 10 \times \log \frac{P_2}{P_1} \\ &= 10 \times \log \frac{0,5P_1}{P_1} \\ &= 10 \times \log 0,5 \\ &= -3dB.\end{aligned}$$

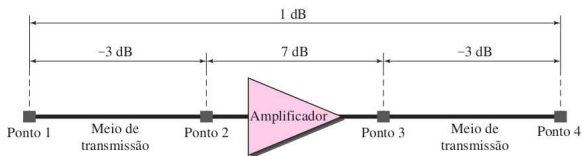
Decibéis (dB)

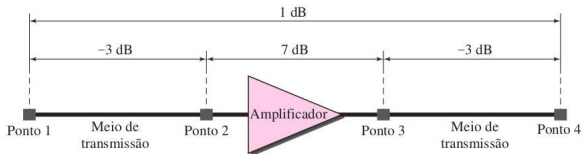
Em escala logarítmica, duplicar uma potência ($\times 2$) significa somar 3 dB a potência original, ou atenuar uma potência na metade ($/2$) significa perder 3 dB, pois estamos em escala logarítmica.

Decimal	dB
$\times 2$	+3dB
$/2$	-3dB
$\times 4$	+3dB + 3dB = 6dB
$/4$	-3dB - 3dB = -6dB
$\times 8$	+3dB + 3dB + 3dB = 9dB
$/8$	-3dB - 3dB - 3dB = -9dB
$\times 10$	+10dB
$/10$	-10dB
$\times 20$	+10dB + 3dB = 13dB



01. Na Figura abaixo, um sinal trafega do ponto 1 ao 4. O sinal é atenuado no momento em que ele atinge o ponto 2. Entre os pontos 2 e 3, o sinal é amplificado. Repetindo, entre os pontos 3 e 4, o sinal é atenuado. Podemos encontrar o valor resultante em decibéis para o sinal simplesmente adicionando as medidas em decibéis entre cada par de pontos.





$$dB = -3 + 7 - 3 = +1$$

O sinal ganhou potência.

Visando facilitar comparações entre diversos equipamentos de diversos fabricantes, criou-se uma definição de decibel relativa a 1mW, chamada de dBm.

$$dB_m = 10 \log P_m$$

onde P_m é a potência em miliwatts.

Curiosidade: A maioria dos rádios de 2,4 Ghz possuem de 13 a 18 dBm de potência de saída, portanto entre 25 a 50 mW. Pode não parecer muita potência, mas é o suficiente para enviar sinais RF por quilômetros.

Exercício

02. A perda em um cabo é normalmente definida em decibéis por quilômetro (dB/km). Se o sinal no início de um cabo (com atenuação de $-0,3$ dB/km) tiver uma potência de 2 mW, qual seria a potência do sinal a 5 km?

Exercício

Resp.: A perda total do cabo em decibéis é igual:

$$5 \times (-0,3) = -1,5dB.$$

Podemos calcular então a potência final do sinal como:

$$\begin{aligned}dB &= 10 \log \frac{P_2}{P_1} \\-1,5 &= 10 \log \frac{P_2}{P_1} \\-0,15 &= \log \frac{P_2}{P_1}\end{aligned}$$

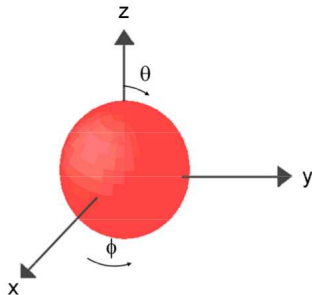
$$\frac{P_2}{P_1} = 10^{-0,15} = 0,70$$

$$P_2 = 0,70 * P_1 = 0,70 * 2$$

$$P_2 = 1,4mW.$$

Antenas Isotrópica

Quando trabalhamos com potência em antena, comumente a expressamos em dBi, que é uma medida relativa a uma antena isotrópica. Ela é teoricamente um transmissor ideal que irradia sinal em todas as direções com a mesma intensidade. Antenas não degradam o sinal, salvo se estiverem danificadas. O valor em dBi é sempre positivo.



dBi

O ganho da antena isotrópica (dBi) é uma unidade de medida de potência em decibel relativa a aplicação da mesma numa antena isotrópica. Através dela é possível compararmos diversas antenas de tipos e características diferentes.

$$G = 10^{\frac{G(dBi)}{10}}$$

onde: G determina quantas vezes mais fortemente uma determinada antena é com relação a uma antena isotrópica. G(dBi) é ganho de uma antena isotrópica em decibéis.

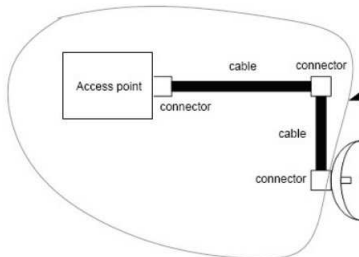
Obs.: Normalmente os fabricantes informam o ganho das antenas e usamos estes valores para determinar se ocorrerá o enlace.

Operações

- O dB e dBi são adimensionais e pode ser somar com dB, dBm e dBi;
- $\text{dBm} \pm \text{dB} = \text{dBm}$
- $\text{dBm} \pm \text{dBi} = \text{dBm}$
- $\text{dBm} - \text{dBm} = \text{dB}$
- Somar diretamente os valores em dBm não faz sentido, pois equivale a multiplicar estas potencias em unidades lineares. Por exemplo:
 - $0 \text{ dBm} + 0 \text{ dBm} = 3 \text{ dBm}$ (e não 0 dBm !)
 - $0 \text{ dBm} + 3 \text{ dBm} = 4,76 \text{ dBm}$ (e não 3 dBm !)
 - $-2 \text{ dBm} + 2 \text{ dBm} = 3,45 \text{ dBm}$ (e não 0 dBm !)

Exercício

03. Dado o circuito RF abaixo, calcular o sinal resultante irradiado pela antena.



Potência de saída do Access Point	100mw
Ganho da antena	12 dBi
Perdas	
Primeiro conector	- 3 dB
Segundo conector	- 3 dB
Terceiro conector	- 3 dB

Exercício

Primeiramente vamos transformar a potência de saída do Access point (P_{AP}) 100 mW em dBm.

$$\begin{aligned}P_{AP}(dBm) &= 10 \log P_{mW} \\ &= 10 \log 100 \\ &= 10 \times 2 \\ &= 20dBm\end{aligned}$$

Exercício

Potência resultante (P_r) irradiada pela antena corresponde a potência de saída do AP menos as perdas dos conectores e cabos somado ao ganho da antena

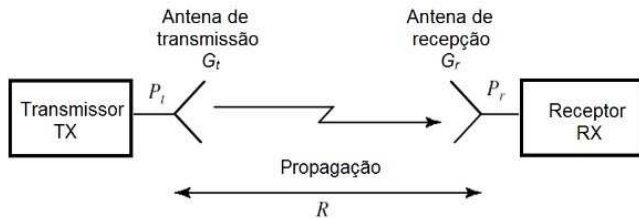
$$P_r = P_{AP}(dBm) - P_{C1}(dB) - P_{C2}(dB) - P_{C3}(dB) + G_{ANT}(dBi)$$

$$P_r = 20dBm - 3dB - 3dB - 3dB + 12dBi = 23dBm$$

onde: P_r , P_{AP} , P_{C1} , P_{C2} , P_{C3} e G_{ANT} são respectivamente, a potência resultante, potência de saída do AP, perda do 1º conector, perda do 2º conector, perda do 3º conector e ganho da antena.

Exercício

04. Considere uma transmissão sem fio na frequência de 170 MHz, a potência de transmissão é de $P_t = 1W$, a sensibilidade do receptor é de -40 dBm, considere as perdas de 80 dB e ganho das antenas de $G_t = G_r = 12$ dBi. Este enlace funcionará?



Exercício

O enlace irá ocorrer se a sensibilidade do receptor for menor do que a potência recebida.

$$P_r(dBm) = P_t(dBm) + G_r(dBi) + G_t(dBi) - L_p(dB)$$

onde: P_r , P_t , G_t , G_r e $L_p(dB)$ são, respectivamente, potência recebida, potência de transmissão, ganho da antena transmissora, ganho da antena receptora e perdas relacionadas a propagação.

Exercício

Primeiro, convertendo a potência de transmissão para dBm.

$$\begin{aligned}P_t(\text{dB}_m) &= 10 \log P_{mW} \\ &= 10 \log 10^3 \\ &= 10 \times 3 = 30\text{dB}_m\end{aligned}$$

Exercício

Calculando a potência recebida pelo receptor:

$$P_r(dBm) = P_t(dBm) + G_r(dBi) + G_t(dBi) - L_p(dB)$$

$$P_r(dBm) = 30dBm + 12dBi + 12dBi - 80dB$$

$$P_r(dBm) = -26dBm$$

Como a sensibilidade é de $-40dBm$ e como a potência recebida é de $-26dBm$, o enlace terá sucesso.

Exercício

05. Quanto maior é a possibilidade de concentração de energia de uma antena com um ganho parabólica de 17 dBi com relação a uma antena isotrópica na recepção/transmissão do sinal?

Exercício

05. Quanto maior é a possibilidade de concentração de energia de uma antena com um ganho parabólica de 17 dBi com relação a uma antena isotrópica na recepção/transmissão do sinal?

$$G = 10^{\frac{G(\text{dBi})}{10}}$$

$$G = 10^{\frac{17}{10}} = 10^{1,7} = 50,11$$

Resp. Para a região onde ele emite o sinal, teremos uma energia 50 vezes maior do que se fosse uma isotrópica.

Dúvidas

