

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 06

Decibel (dB) e sua Aplicação na Propagação de Ondas
Eletromagnéticas

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



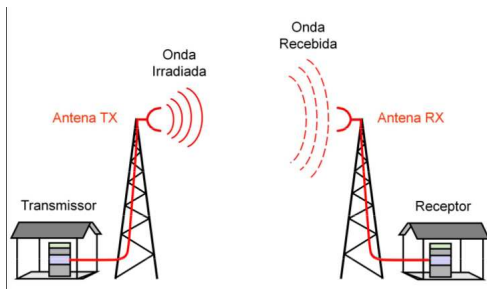
INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

O que Aprenderemos?

- Compreender o conceito de decibel (dB) como unidade logarítmica.
- Entender como os decibéis são utilizados para medir potência e ganho em sistemas de comunicação sem fio.
- Aplicar o conceito de dB em situações práticas de redes sem fio (como potência de sinal, ganho de antena e perda de percurso).



O transmissor injeta um sinal elétrico com determinada potência no sistema. Esse sinal é convertido em onda eletromagnética pela antena transmissora e propagado pelo meio, sofrendo atenuações ao longo do percurso. A uma certa distância, a antena receptora capta essa onda e a reconverte em sinal elétrico. No entanto, se a potência do sinal recebido não for suficiente para garantir uma relação sinal-ruído compatível com a sensibilidade do receptor, a transmissão não poderá ser interpretada corretamente.



Introdução

O decibel (dB) é uma unidade logarítmica utilizada para expressar variação de uma determinada grandeza, normalmente relacionadas à potência ou à intensidade de sinais. Ele é amplamente utilizado em telecomunicações para representar ganhos, perdas ou níveis absolutos de potência de forma simplificada.

$$dB = 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

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 $b > 0$

Introdução

A palavra “decibel” vem da junção de:

- Deci: prefixo latino que significa “um décimo” ($1/10$)
- Bel: homenagem a Alexander Graham Bell, inventor do telefone.

O bel (B) é a unidade base, mas como ele representa uma variação muito grande, seu submúltiplo decibel (dB) ($1 \text{ bel} = 10 \text{ decibéis}$) tornou-se o mais utilizado na prática.

O decibel permite representar valores muito altos ou muito baixos de forma compacta, transforma multiplicações em somas (facilita cálculos em sistemas de ganho/perda) e é adequado para grandezas que variam exponencialmente, como intensidade de sinais e som.

Introdução

Em transmissão sem fio, usamos a escala decibel (dB) para medir a intensidades relativas de dois sinais ou um sinal em dois pontos diferentes. Se um valor em decibel é negativo, significa que o sinal foi atenuado, e positivo, se o sinal foi amplificado.

Exercício

01. Suponha que um sinal trafegue entre duas cidade através de ondas eletromagnéticas e sua potência final seja reduzida pela metade. Nesse caso, como posso representar esta variação em dB?

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \\ &= 10 \log_{10} \left(\frac{0,5 P_1}{P_1} \right) \\ &= 10 \log_{10} 0,5 \\ &= -3dB. \end{aligned}$$

Resp.: A variação do sinal é de uma perda de 3 dB.

Decibéis (dB)

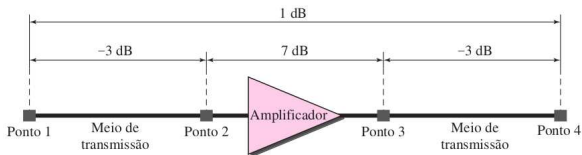
Em escala logarítmica, duplicar uma potência ($\times 2$) significa somar 3 dB a potência original, ou atenuar uma potência na metade ($/2$) significa perder 3 dB, pois estamos em escala logarítmica.

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

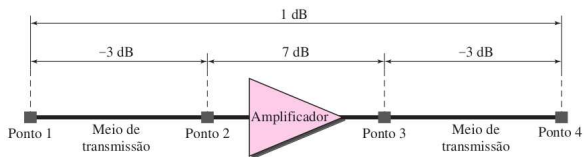


Exercício

02. Na Figura abaixo, um sinal elétrico 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.



Exercício



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

O sinal ganhou potência.

Exercício

03. A perda em um cabo óptico 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

A perda total do cabo em decibéis é igual:

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

Podemos calcular então a potência final do sinal como:

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \\ -1,5 &= 10 \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \\ -0,15 &= \log_{10} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \left(\frac{P_2}{P_1} \right) &= 10^{-0,15} = 0,70 \\ P_2 &= 0,70 P_1 = 0,70 \times 2 \\ P_2 &= 1,4mW. \end{aligned}$$

Potência em dBm e dBi

Para se medir um determinado nível de potência (P) na escala decibel, normalmente escolhe-se um determinado valor de referência (P_{ref}) e verifica-se o quanto em dB esse nível está acima (positivo) ou abaixo (negativo) da referência. O objetivo é facilitar comparações entre diversos equipamentos de diversos fabricantes. As referências mais utilizadas em telecomunicações são:

- dBm (dB miliwatt): está relacionada a uma potência de 1 mW (um miliwatt);
- dBi: expressa o aumento na intensidade do sinal transmitido ou recebido por uma antena, comparado a uma antena isotrópica.



dBm

dBm expressar a potência de um sinal em relação a um miliwatt (mW) de referência (decibel relativa a 1mW).

$$dB = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1mW} \right)$$

onde P é a potência do sinal 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.

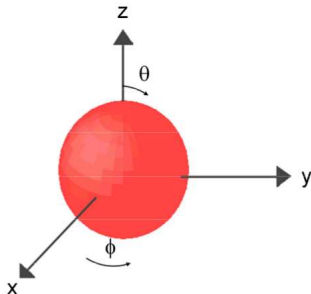


Por exemplo, se a potência de um sinal é de 100 mW, então a potência em dBm é calculada como:

$$\begin{aligned} dB &= 10 \log_{10} \left(\frac{100mW}{1mW} \right) \\ &= 10 \log_{10} 100 \\ &= 10 \times 2 \\ &= 20dBm \end{aligned}$$

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.



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. ores para determinar se ocorrerá o enlace.

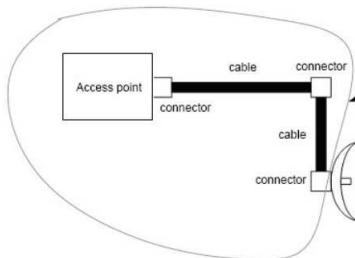
Operações

- 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

04. 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



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE

Exercício

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

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

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

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

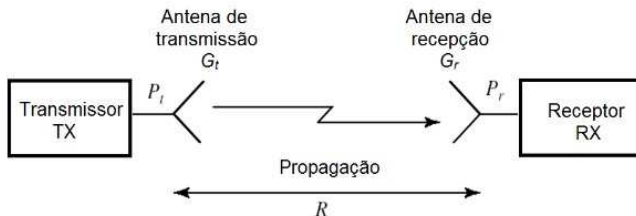
$$P_r = 20dBm - 3dB - 3dB - 3dB + 12dBi = 23dBm$$

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

05. 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.

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

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

06. Quanto maior é a 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

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

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

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

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

Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE