

---

# ANT – Antenas e Propagação

---

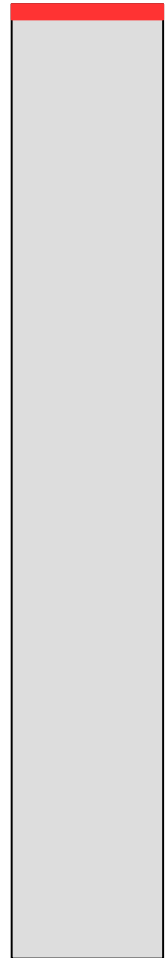
**Prof. Ramon Mayor Martins, MEng.**

[ramon.mayor@ifsc.edu.br](mailto:ramon.mayor@ifsc.edu.br) / [mayor@linuxmail.org](mailto:mayor@linuxmail.org)



**PARTE 1: Unidades e medidas**  
Disponível em: <http://goo.gl/kzvSbd>

## 1. – Unidades e Medidas



# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel

### Introdução:

O decibel (dB) é uma medida da razão entre duas quantidades, sendo usado para uma grande variedade de medições em acústica, física, eletrônica e telecomunicações.

O dB usa o logaritmo decimal ( $\log_{10}$ ) para realizar a compressão de escala.

Um exemplo típico de uso do dB é na medição do ganho/perda de potência em um sistema

Além do uso do dB como medida relativa, também existem outras aplicações na medidas de valores absolutos tais como potência e tensão entre outros (dBm, dBV, dBu).

Um decibel (dB) corresponde a um décimo de bel (B)

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel

### Introdução:

O Comitê Internacional de pesos e medidas (CIPM) recomenda a inclusão do decibel no sistema SI. Mas ele ainda não é uma unidade do SI.

O bel foi inventado por engenheiros do Bell Labs para quantificar a redução no nível acústico sobre um cabo telefônico de 1 milha de comprimento (1.6 km).

Originalmente chamada de Unidade de transmissão (TU), mas renomeado em homenagem a Graham Bell.

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel

### Vantagens do uso do decibel:

É mais conveniente somar os ganhos em decibéis em estágios sucessivos de um sistema do que multiplicar os seus ganhos lineares.

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

Permitir a soma de dB de várias etapas em um Sistema de Telecomunicações ao invés de multiplicar.

Na acústica o decibel usado como uma escala logarítmica da razão de intensidade sonora.

Muitas são as unidades logarítmicas dB:

**dBm, dBW**, dBr, dBk, dBm0, dBu, dBsr, **dBμ, dBμV/m**, dBp, **dBi, dBd, S unit**, dBFS

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: dB

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...

dB é igual a 10 vezes o logaritmo decimal da relação de duas potências:

$$(dB) = 10 \log ( P1 / P2 )$$

Como a potência é proporcional ao quadrado da tensão dividida pela resistência do circuito:

$$(dB) = 20 \log ( V1 / V2 )$$

Referência: <http://www.qsl.net/py4zbz/teoria/odb.htm>

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: dB

Relação e conversão entre dB e linear (dB e adimensional)

Linear	dB	dB
	Potência	Tensão
x2	+3	+6
/2	-3	-6
x10	+10	+20
/10	-10	-20

Obs:

+1 dB = x 1.25 linear

-1 dB = / 1.25 linear

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: dB

Relação e conversão entre dB e linear (dB e adimensional)

Referência **0 dB = 1**

	dB	Linear	
-3	-3dB	0.5	/2
+10	0	1	x10
+10	10	10	x10
	20	100	



# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: dBm

O dBm é uma unidade de medida de potência.

Referência: **0 dBm = 1mW**

$$\text{dBW} = 10 \log P/1\text{mW}$$

	dBm	Linear	
-3	-3dBm	0.0005W = 0.5mW	/2
+10	0 dBm	0.001W = 1mW	x10
+10	10 dBm	0.01W = 10mW	x10
	20 dBm	0.1W=100mW	

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: dBW

O dBW é uma unidade de medida de potência.

Referência: **0 dBW= 1W**

$$\text{dBW} = 10 \log P/1W$$

	dBW	Linear	
-3	-3dBW	0.5W = 500mW	/2
+10	0 dBW	1W	x10
+10	10 dBW	10W	x10
	20 dBW	100W	

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: Regras de relações entre as unidades decibel

*\*Motivação: Alguns estudantes de antenas acham que dada uma potência de rádio  $P_t = 10W$  com um ganho de antena  $G_t = 10 \text{ dBi}$ , resulta em uma ERP = 100 dBW.*

*NAO!!!*

*100 dBW = 10 Gigawatts!!!*

Multiplicação na escala linear equivale a adição na escala logarítmica!

Portanto:

Dado as relações e arranjos, existem algumas regras:

Referência: [http://www2.tu-ilmeneau.de/nt/en/private\\_home/roemer/dB\\_cheatsheet.pdf](http://www2.tu-ilmeneau.de/nt/en/private_home/roemer/dB_cheatsheet.pdf)

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: Regras de relações entre as unidades decibel

### Regras:

- dB pode somar com todos
- dBW só pode somar com dB
- dBm só pode somar com dB
- Watt pode somar com Watt
- Subtração pode com todos

### Resultados:

- dBm +/- dB = dBm
- dBW +/- dB = dBW
- dBm – dBm = dB
- dBW – dBW = dB
- dBm – dBm = dB
- dB – dB = dB

*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 antilog(x/10), portanto resulta em uma nova potência, e que pode ser expressa por exemplo em dBm.*

*Subtrair dB de uma potência em dBm equivale a dividir esta potencia por um numero adimensional, resultando em uma nova potencia.*

Referência: <http://www.qsl.net/py4zbz/teoria/odb.htm>

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: Regras de relações entre as unidades decibel

### Regras:

Dbm + dBM = Não pode!!!

Converte para potência: mW + mW = mW

Resultado converte para dBm

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:

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

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

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

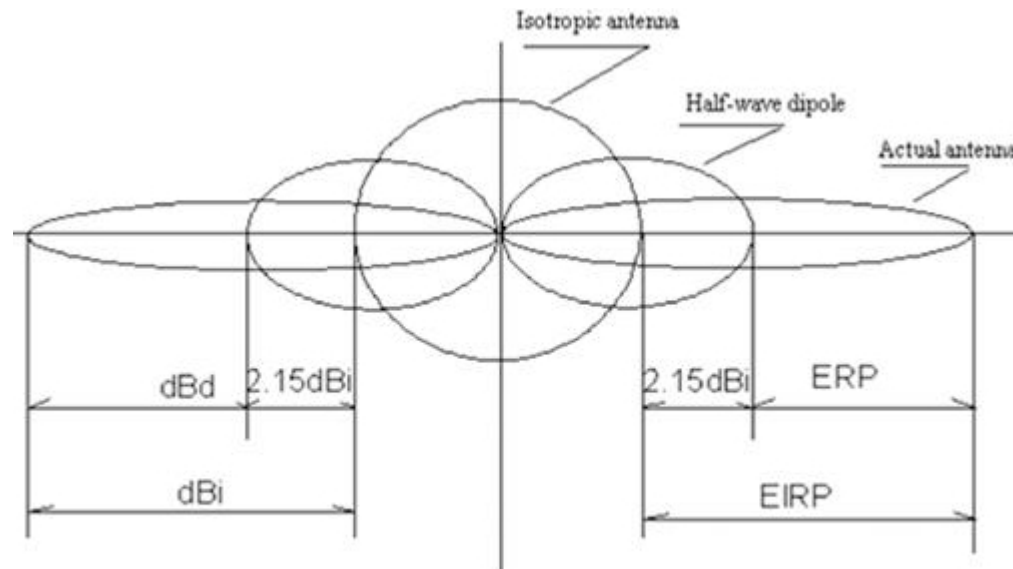
Referência: <http://www.qsl.net/py4zbz/teoria/odb.htm>

# 1 – Unidades de Medida

## 1.1 – O decibel: Outras unidades

O dBi : usado para expressar o ganho de uma antena em relação a antena de referência ISOTRÓPICA.

O dBd : usado para expressar o ganho de uma antena em relação a uma antena de referência DIPOLO de meia onda.



Relation between dBi and dBd

Referência: <http://www.qsl.net/py4zbz/teoria/odb.htm>

## 1 – Unidades de Medida

### 1.1 – O decibel: Outras unidades

O ponto S : unidade usada por radio amadores, o ponto S de signal-Strength, intensidade de sinal, teoricamente equivale a 6 dB.

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.

Para valores acima de S 9 , usa-se o dB, por exemplo: S9+20 dB

### S-points for frequencies below 30 MHz:

Signal strength	Relative intensity	Received voltage		Received power ( $Z_c = 50 \Omega$ )	
<b>S1</b>	-48 dB	0.20 $\mu$ V	-14 dB $\mu$ V	790 aW	-121 dBm
<b>S2</b>	-42 dB	0.40 $\mu$ V	-8 dB $\mu$ V	3.2 fW	-115 dBm
<b>S3</b>	-36 dB	0.79 $\mu$ V	-2 dB $\mu$ V	13 fW	-109 dBm
<b>S4</b>	-30 dB	1.6 $\mu$ V	4 dB $\mu$ V	50 fW	-103 dBm
<b>S5</b>	-24 dB	3.2 $\mu$ V	10 dB $\mu$ V	200 fW	-97 dBm
<b>S6</b>	-18 dB	6.3 $\mu$ V	16 dB $\mu$ V	790 fW	-91 dBm
<b>S7</b>	-12 dB	13 $\mu$ V	22 dB $\mu$ V	3.2 pW	-85 dBm
<b>S8</b>	-6 dB	25 $\mu$ V	28 dB $\mu$ V	13 pW	-79 dBm
<b>S9</b>	0 dB	<b>50 <math>\mu</math>V</b>	34 dB $\mu$ V	50 pW	-73 dBm
<b>S9+10</b>	10 dB	160 $\mu$ V	44 dB $\mu$ V	500 pW	-63 dBm
<b>S9+20</b>	20 dB	500 $\mu$ V	54 dB $\mu$ V	5.0 nW	-53 dBm
<b>S9+30</b>	30 dB	1.6 mV	64 dB $\mu$ V	50 nW	-43 dBm
<b>S9+40</b>	40 dB	5.0 mV	74 dB $\mu$ V	500 nW	-33 dBm
<b>S9+50</b>	50 dB	16 mV	84 dB $\mu$ V	5.0 $\mu$ W	-23 dBm
<b>S9+60</b>	60 dB	50 mV	94 dB $\mu$ V	50 $\mu$ W	-13 dBm

### S-points for frequencies above 30 MHz:

Signal strength	Relative intensity	Received voltage		Received power ( $Z_c = 50 \Omega$ )	
<b>S1</b>	-48 dB	20 nV	-34 dB $\mu$ V	7.9 aW	-141 dBm
<b>S2</b>	-42 dB	40 nV	-28 dB $\mu$ V	32 aW	-135 dBm
<b>S3</b>	-36 dB	79 nV	-22 dB $\mu$ V	130 aW	-129 dBm
<b>S4</b>	-30 dB	160 nV	-16 dB $\mu$ V	500 aW	-123 dBm
<b>S5</b>	-24 dB	320 nV	-10 dB $\mu$ V	2.0 fW	-117 dBm
<b>S6</b>	-18 dB	630 nV	-4 dB $\mu$ V	7.9 fW	-111 dBm
<b>S7</b>	-12 dB	1.3 $\mu$ V	2 dB $\mu$ V	32 fW	-105 dBm
<b>S8</b>	-6 dB	2.5 $\mu$ V	8 dB $\mu$ V	130 fW	-99 dBm
<b>S9</b>	0 dB	<b>5.0 <math>\mu</math>V</b>	14 dB $\mu$ V	500 fW	-93 dBm
<b>S9+10</b>	10 dB	16 $\mu$ V	24 dB $\mu$ V	5.0 pW	-83 dBm
<b>S9+20</b>	20 dB	50 $\mu$ V	34 dB $\mu$ V	50 pW	-73 dBm
<b>S9+30</b>	30 dB	160 $\mu$ V	44 dB $\mu$ V	500 pW	-63 dBm
<b>S9+40</b>	40 dB	500 $\mu$ V	54 dB $\mu$ V	5.0 nW	-53 dBm
<b>S9+50</b>	50 dB	1.6 mV	64 dB $\mu$ V	50 nW	-43 dBm
<b>S9+60</b>	60 dB	5.0 mV	74 dB $\mu$ V	500 nW	-33 dBm

## 1 – Unidades de Medida

### Lista de Exercícios #01 – Capítulo 1:

- 1) Converter 300 mW em dBm
- 2) Converter 25 dBm em W
- 3) Qual o resultado em dBm de 20 dBm + 20 dBm ?
- 4) Para um amplificador com potência igual 500 W. Qual será seu valor em dBW?
- 5) Se o amplificador apresenta potência em 30 dBW. Qual a potência em Watts ?
- 6) A potência irradiada pela antena de um TX é de 200W. A potência recebida no RX é de 100 mW. Expresse essas potências em dBm. Qual a atenuação do sinal entre TX e RX.
- 7) Um power meter apresenta uma potência de ruído de -70 dBm. Quando um sinal P é aplicado a essa valor aumenta para -65 dBm. Qual a potência do sinal P em dBm?
- 8) O sinal de rádio de um avião tinha 1mW de potência e chega à antena do aeroporto enfraquecido de 58 dB. Sendo que o sistema de rádio recepção do aeroporto ampliou esses sinais 2W, pede-se o ganho do sistema: antena do aeroporto + amplificador do aeroporto.
- 9) O ponto S é uma unidade usada por radioamadores, 60 dB equivale S9+60. Isso equivale a quantos dBm ?