

## Decibel (dB)

O termo **bel** originou-se do sobrenome de Alexander Graham Bell<sup>1</sup>. O bel (B) é definido pela seguinte relação:

$$G_B = \log_{10} \left( \frac{P_2}{P_1} \right) = \log \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \text{ bel ou B}$$

Sendo  $P_1$  e  $P_2$  as potências em dois pontos distintos de um circuito ou sistema. O bel é, então, uma medida relativa entre as potências  $P_1$  e  $P_2$  numa escala logarítmica.

### 1. Decibel (dB)

$$1 \text{ bel} \quad \rightarrow \quad 10 \text{ decibels}$$

$$1 \text{ B} \quad \rightarrow \quad 10 \text{ dB}$$

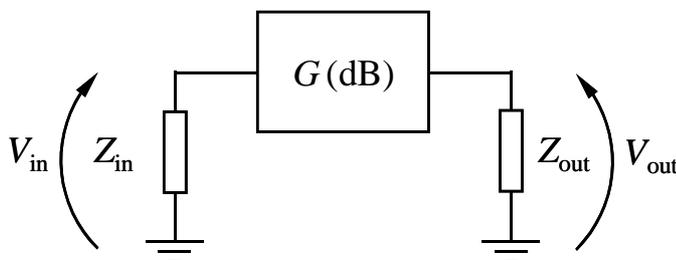
$$\log \left( \frac{P_2}{P_1} \right) \text{ B} \quad \rightarrow \quad G_{\text{dB}}$$

portanto:

$$\boxed{G_{\text{dB}} = 10 \log \left( \frac{P_2}{P_1} \right)} \quad \text{decibel ou dB}$$

**Obs.:** Uma das aplicações mais freqüentes de escalas em decibels<sup>2</sup> é na área de comunicações. O ouvido humano não responde de maneira linear às variações da potência sonora, por exemplo, quando a potência sonora é duplicada de 0,5 W para 1 W, o som correspondente não é percebido pelo ouvido com o dobro de intensidade. Além disso, uma variação de 5 W para 10 W é percebida pelo ouvido como semelhante àquela de 0,5 W para 1 W. Em outras palavras, a relação entre os valores é a mesma nos dois casos, ocasionando a mesma variação em decibels. Portanto, o ouvido humano responde de maneira logarítmica à variação da potência sonora.

O ganho expresso em dB, calculado a partir das tensões numa rede de duas portas p. ex., ou em dois pontos quaisquer de um circuito ou sistema, depende das impedâncias envolvidas. Na Figura 1 é mostrada esquematicamente uma rede de duas portas, da qual deseja-se calcular o ganho em dB, a partir das tensões de entrada ( $V_{\text{in}}$ ) e saída ( $V_{\text{out}}$ ).



**Figura 1:** Rede de duas portas com as respectivas impedâncias de entrada ( $Z_{\text{in}}$ ) e saída ( $Z_{\text{out}}$ ).

<sup>1</sup>Alexander Graham Bell (1847-1922) foi considerado inventor do telefone até 16/06/2002 quando o Congresso Americano reconheceu Antônio Meucci (1808-1889), italiano radicado nos EUA, como o verdadeiro inventor.

<sup>2</sup>O plural de unidades segue convenções internacionais, que foram adotadas no Brasil através do Decreto nº 81.621 de 3 de maio de 1978.

$$G_{\text{dB}} = 10 \log \left( \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \right) = 10 \log \left( \frac{\left( \frac{V_{\text{out}}}{Z_{\text{out}}} \right)^2}{\left( \frac{V_{\text{in}}}{Z_{\text{in}}} \right)^2} \right) = 10 \log \left( \frac{V_{\text{out}}^2}{Z_{\text{out}}} \cdot \frac{Z_{\text{in}}}{V_{\text{in}}^2} \right) = 10 \log \left( \frac{V_{\text{out}}^2}{V_{\text{in}}^2} \right) + 10 \log \left( \frac{Z_{\text{in}}}{Z_{\text{out}}} \right)$$

portanto:

$$G_{\text{dB}} = 10 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right)^2 + 10 \log \left( \frac{Z_{\text{in}}}{Z_{\text{out}}} \right) = 2 \times 10 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right) + 10 \log \left( \frac{Z_{\text{in}}}{Z_{\text{out}}} \right) = 20 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right) + 10 \log \left( \frac{Z_{\text{in}}}{Z_{\text{out}}} \right)$$

$$G_{\text{dB}} = 20 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right) + 10 \log \left( \frac{Z_{\text{in}}}{Z_{\text{out}}} \right) \quad \text{dB}$$

**Obs.:** Em geral, a menos que seja especificado, calcula-se o ganho de tensão em decibels considerando-se apenas as tensões em dois pontos do circuito ou sistema em questão, sem levar em conta as impedâncias envolvidas, ou admitindo-se que estas sejam iguais, deste modo:

$$G_V (\text{dB}) = 20 \log \left( \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}} \right) \quad \text{dB}$$

## 2. dBm

É um valor de potência expresso em decibels, tomando-se como referência 1 mW, ou seja:

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log \left( \frac{P [\text{em watts}]}{1 \times 10^{-3}} \right) \quad \text{dBm}$$

## 3. dBW

É um valor de potência expresso em decibels, tomando-se como referência 1 W, ou seja:

$$P_{\text{dBW}} = 10 \log \left( \frac{P [\text{em watts}]}{1} \right) \quad \text{dBW}$$

## 4. dBV

É um valor de tensão expresso em decibels, tomando-se como referência 1 V, ou seja:

$$V_{\text{dBV}} = 20 \log \left( \frac{V [\text{em volts}]}{1} \right) \quad \text{dBV}$$

## 5. dBμ, dBu ou dBv

É um valor de tensão expresso em decibels, tomando-se como referência 0,775 V, ou seja:

$$V_{\text{dB}\mu} = V_{\text{dBu}} = V_{\text{dBv}} = 20 \log \left( \frac{V [\text{em volts}]}{0,775} \right) \quad \text{dB}\mu, \text{ dBu ou dBv}$$

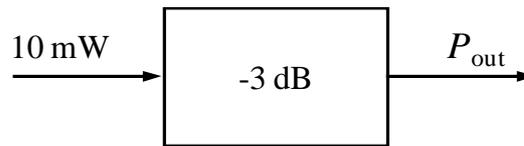
## 6. dBμV ou dBuV

É um valor de tensão expresso em decibels, tomando-se como referência 1 μV, ou seja:

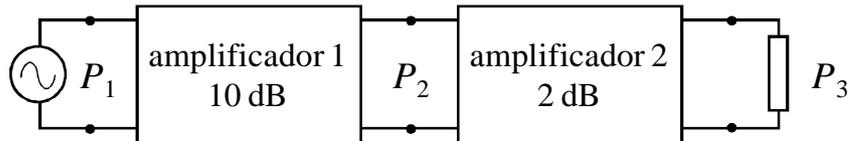
$$V_{\text{dB}\mu\text{V}} = V_{\text{dBuV}} = 20 \log \left( \frac{V [\text{em volts}]}{1 \times 10^{-6}} \right) \quad \text{dB}\mu\text{V ou dBuV}$$

## Exercícios

1. Encontre a potência de saída do sistema abaixo em dBm:



2. No sistema abaixo, calcule a potência  $P_3$  na saída, sendo  $P_1 = 1 \text{ dBm}$ .



3. Um amplificador com 40 W de saída é conectado a um alto-falante de  $10 \Omega$ . Calcule:

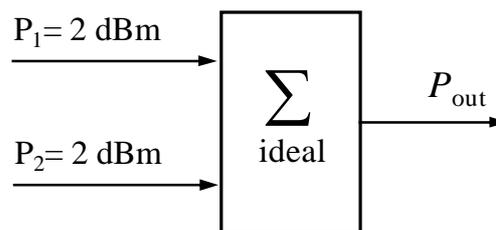
- a potência de entrada quando o ganho de potência é de 25 dB;
- a tensão de entrada quando o ganho de tensão do amplificador é de 40 dB.

4. A potência de entrada de um dispositivo é de 10.000 W, para uma tensão de 1.000 V. A potência de saída é de 500 W e a impedância de saída é de  $20 \Omega$ .

Determine:

- o ganho de potência em decibels;
- o ganho de tensão em decibels.
- Explique porque os resultados dos itens (a) e (b) estão ou não de acordo.

5. No somador ideal a abaixo, qual é a potência de saída em dBm?



6. Para o sistema abaixo, faça o diagrama de níveis relativos tomando o ponto C como 0 dB.

