

CAPÍTULO 15

DECIBÉIS

INTRODUÇÃO

É muito comum ouvirmos, em eletrônica, frases como: “O atenuador reduz de 5 dB”; “Resposta plana de frequência dentro de 3 dB”; “Amplificador com ganho de 10 dB”; “Antena com ganho de 9 dB”, etc. Mas quantos são os que realmente têm uma exata noção do valor destes números? Pouquíssimos são os que estão familiarizados com o termo dB (abreviatura de decibel).

O decibel, que é a décima parte do Bel, é a unidade usada para se fazer a comparação entre quantidades de energia, seja na forma de potência ou de som. Para nós, quando nos referirmos a decibel, entenderemos como sendo dez vezes o logaritmo decimal da relação entre dois níveis de potência expressos em Watt.

$$N^{\circ} \text{ dB} = 10 \times \log (P_2 : P_1)$$

Antes de prosseguirmos neste assunto, torna-se mister tecermos algumas considerações sobre a forma com que o ouvido humano responde (reage) aos diferentes estímulos sonoros.

Imaginemos um aparelho fornecendo-nos uma potência de 10 Watts e observemos a sensação auditiva. Aumentemos a potência sonora, até o nosso ouvido sentir o dobro do nível sonoro anterior. Se neste exato momento medirmos a potência, verificaremos que se trata de 100 W e não 20 W, como era de se supor.

Se aumentarmos ainda mais a potência até que dobre novamente, mediremos 1000 W, e, assim, sucessivamente.

Isso mostra que o ouvido humano reage ao som, não de maneira linear, mas muito aproximadamente, de acordo com uma curva logarítmica, razão pela qual os engenheiros, ao estabelecerem uma fórmula para a comparação de duas intensidades sonoras, tiveram que fazer com que ela obedecesse à mesma curva matemática que os logaritmos.

Aplicações

Inicialmente a aplicação do decibel restringia-se somente ao áudio. Mais tarde

generalizou-se pela simplificação que ele traz, passando a ser aplicado em antenas, amplificadores, linhas de transmissão, etc.

Vejam alguns exemplos de aplicação do dB:

a) Um amplificador requer 2 W de potência para excitá-lo na entrada.

Sabendo-se que a potência de saída do amplificador é de 8 W, qual será o ganho do amplificador em dB?

Solução:

$$P_0 = 2 \text{ W} \quad P_1 = 8 \text{ W} \quad G(\text{dB}) = ?$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_1}{P_0}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{8}{2} = 10 \log 4$$

$$G(\text{dB}) = 10 (0,602) = 6,02$$

b) Um transmissor entrega uma potência de 500 W, mas na antena chegam apenas 455 W. Qual é o ganho de potência em dB?

Solução:

$$P_0 = 500 \text{ W} \quad P_1 = 455 \text{ W} \quad G(\text{dB}) = ?$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{455}{500}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log 0,91$$

$$G(\text{dB}) = -10(0,041) = -0,41$$

Façamos algumas considerações sobre os dois resultados obtidos nos exercícios anteriores.

O primeiro resultado significa que a potência de saída do amplificador está 6,02 dB acima do nível de potência de entrada.

No segundo resultado, observamos o aparecimento do sinal - (menos). Este sinal indica que não se trata de ganho de potência, mas sim uma atenuação (perda de potência) e o resultado em si, significa que a potência que chega à antena está 0,41 dB abaixo do nível de potência entregue pelo transmissor.

RELAÇÕES DE TENSÃO E CORRENTE

A partir da definição de ganho em potência e do conhecimento de que: $P = E \times I = I^2 \times R = E^2 : R$, podemos deduzir o ganho de tensão e ganho de corrente, sobre impedâncias iguais.

$$G(\text{dB}) = 10 \log P_1 : P_0$$

Supondo $R_1 = R_0$ e substituindo os valores de P_0 e de P_1 pelos valores correspondentes em tensão e resistência, teremos:

$$G(\text{dB}) = \frac{10 \log(E_1^2 \cdot R_0)}{(E_0^2 \cdot R_1)}$$

$G(\text{dB}) = 10 \log(E_1^2 : E_0^2)$ que pode ser escrito como:

$G(\text{dB}) = 20 \log(E_1 : E_0)$. Da mesma forma podemos deduzir para o ganho de corrente:

$$G(\text{dB}) = 20 \log(I_1 : I_0)$$

NÍVEIS DE REFERÊNCIA

O decibel, sendo essencialmente uma relação, ou mais exatamente, dez vezes o logaritmo decimal da relação entre duas potências, exige que se explicita ou subentenda-se uma referência, de acordo com convenções existentes. Por exemplo, quando se diz que o ganho de um amplificador é de tantos dB, isto equivale a expressar em dB o sinal de saída, tomando-se como referência o sinal de entrada.

Existem também alguns níveis de tensão ou de potência padronizados, escolhidos como referência, e freqüentemente os níveis de tensão ou de potência são expressos em relação a tais referências.

Os níveis mais comuns são 1 miliwatt e 6 miliwatt. O nível de 0,006 W corresponde a zero dB, enquanto que o nível 0,001 W corresponde ao nível zero dBm. Em outras palavras: dBm significa, dB relativo a 1 miliwatt.

Alguns exemplos a seguir elucidarão o emprego do dB e do dBm no cálculo do ganho ou atenuação de um circuito ou equipamento:

a) Sabendo-se que a potência de saída de um amplificador é 5 miliwatt, calcular o nível de potência de saída do amplificador, em dB.

Solução:

$$P_0 = 1 \text{ mW}$$

$$P_1 = 5 \text{ mW}$$

$$G(\text{dBm}) = ?$$

$$G(\text{dBm}) = 10 \log(5 : 1) = 10 \log 5$$

$$G(\text{dBm}) = 10 \times 0,6990$$

$$G(\text{dBm}) = 6,99 = \pm 7$$

Então, o nível de potência de saída do amplificador, está a 7 dB acima do nível de referência de 0,001 W.

b) Sabendo-se que um amplificador tem uma potência de saída de 6 Watts, calcular o seu ganho em dB.

Solução:

$$P_1 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

$$P_0 = 6 \text{ W}$$

$$G(\text{dB}) = ?$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log(6 : 6 \cdot 10^{-3}) = 10 \log 10^3$$

$$G(\text{dB}) = 30 \log 10$$

$$G(\text{dB}) = 30$$

Este resultado indica que a potência de saída do amplificador está a 30 dB acima do nível de potência de referência de 0,006 W.

MEDIDA DE POTÊNCIA

O dBm é usado para descrever níveis de potência em decibéis, com referência a potência de 1mW sobre 600 ohms. Um miliwatt é representado como zero dBm, 10 miliwatts como 10 dBm, e 100 miliwatts como 20 dBm.

As figuras 15-1 e 15-2 são úteis na conversão direta de Volts rms em dBm (15-1) ou mW para dBm (15-2). A diagonal de cada gráfico marca os valores de tensão (15-1) ou a junção de dBm e miliwatts (15-2)

a) Para converter 10 volts rms em dBm, localize 10 volts na escala inferior da figura 15-1, movendo para cima (verticalmente) até encontrar a linha diagonal. Deste ponto mova horizontalmente para a esquerda, até encontrar +22 dBm.

b) Para converter 1000 mW em dBm, localize 1000 na parte inferior da figura 15-2.

Siga a linha de 1000 mW até encontrar a linha diagonal. Deste ponto, mova horizontalmente até +30 dBm na margem esquerda do gráfico.

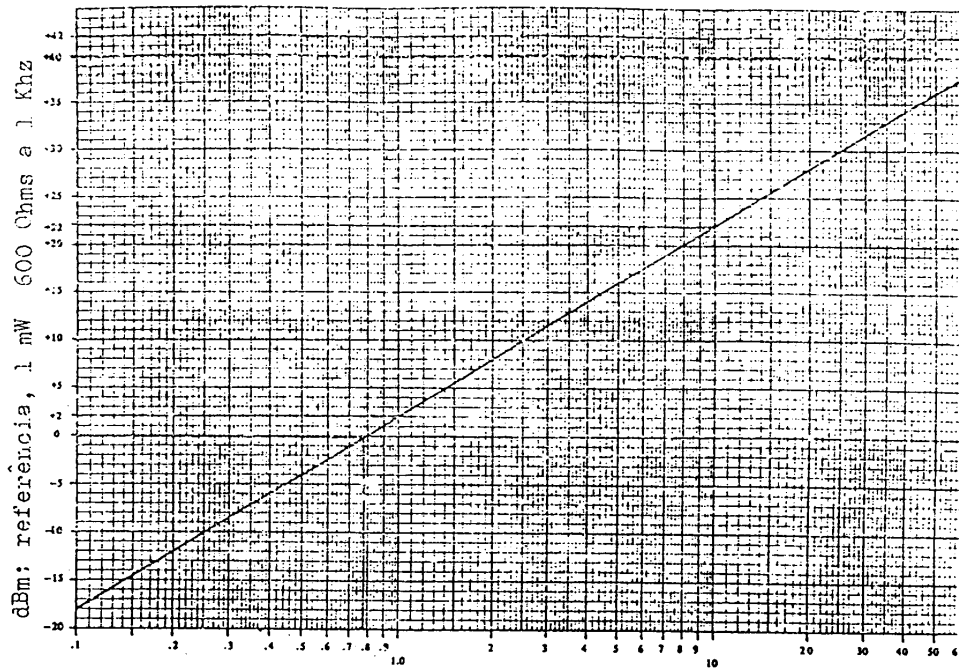
c) Para converter +15 dBm em mW, localize +15 dBm na margem esquerda do gráfico (figura 15-2), movendo horizontalmente até encontrar a linha diagonal. Deste ponto, mova verticalmente para baixo, até encontrar a linha inferior que corresponde ao ponto 33,3 mW da escala.

d) Para cargas diferentes de 600 ohms, um fator de correção, baseado na razão de 600

ohms para o atual valor de carga, deve ser somado ou subtraído dos valores encontrados para 600 ohms, com o auxílio do gráfico apropriado. A fórmula para encontrar o fator de correção é:

$F.C. = 10 \log (600 : R_1)$, onde R_1 é a atual resistência de carga.

Como exemplo do uso do fator de correção, consideremos um amplificador com uma carga de 8 ohms que dissipa 1000 mW (1W).



Volts AC (rms) medição através de R_L de 600 Ohms a 1 KHz

Figura 15-1 Conversão de volts rms em dBm

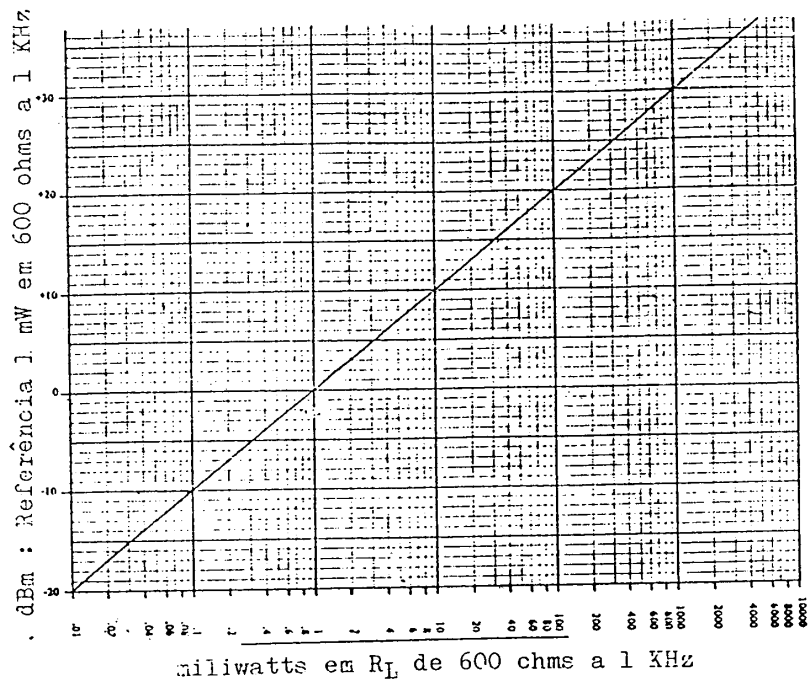


Figura 15-2 Conversão de mW em dBm

A figura 15-2 nos mostra que corresponde a +30 dBm numa carga de 600 ohms. Para determinarmos o verdadeiro valor em dBm sobre a resistência de 8 ohms, devemos calcular primeiramente o fator de correção.

$$\begin{aligned} \text{F.C.} &= 10 \log (600 : 8) = 10 \log 75 = \\ &= 10 (1,875) = 18,75 \end{aligned}$$

Como a nossa impedância é inferior a 600 ohms, teríamos que, do valor encontrado no gráfico, subtrair o fator de correção.

MEDIDORES DE POTÊNCIA

Um medidor de dB, mede, na realidade, tensão de CA e inclui-se uma escala de decibéis no mostrador do medidor, de modo que a leitura possa fazer-se em decibéis, em lugar de volts de CA.

A figura 15-3 ilustra um volt ohmímetro eletrônico com a escala inferior graduada em dB.

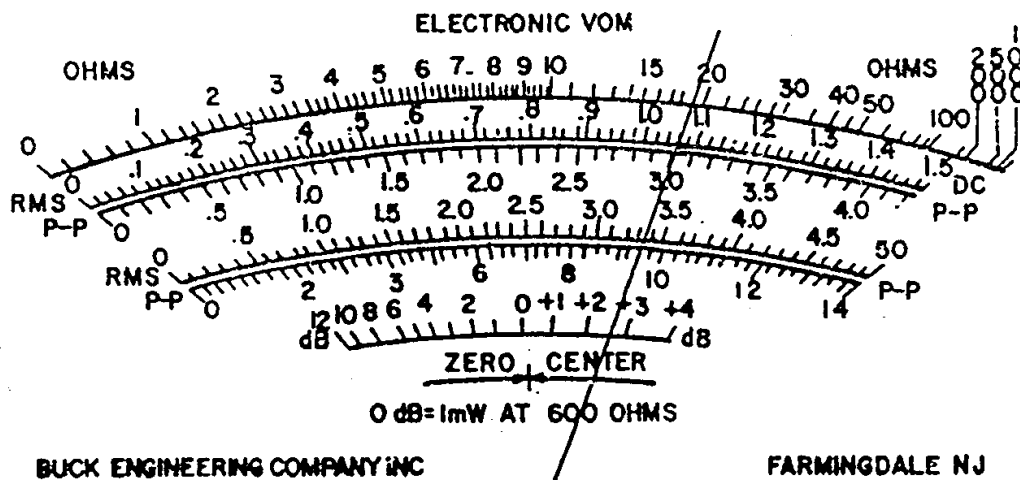


Figura 15-3 Mostrador de um volt ohmímetro eletrônico

SUMÁRIO

- Logaritmo de um número, real e positivo N , em uma base a positiva e diferente da unidade, é o expoente real x que se deve elevar essa base a para obter o número N .
- Somente números positivos têm logaritmos.
- A mantissa do logaritmo de um número é fornecida em tábuas logarítmicas.
- Todas as vezes que nos defrontarmos com logaritmos negativos, devemos transformá-

los em logaritmos preparados a fim de facilitar o cálculo.

e) O decibel é muito usado em eletrônica, para comparação de níveis de tensão e de potência, sempre relacionados com um padrão de referência.

f) Quando medirmos a potência dissipada sobre uma impedância diferente de 600 ohms, devemos calcular o fator de correção, que deve ser somado ou subtraído dos valores em dBm, encontrados nos gráficos “dBm x volts rms” e “dBm x mW”.