

A.R.I. - Sezione di Parma

Corso di preparazione esame
patente radioamatore 2018

IL DECIBEL

Carlo Vignali, I4VIL

DECIBEL

Quando si calcola il guadagno (o l'attenuazione) di un circuito occorre calcolare il rapporto tra la potenza di uscita e la potenza di ingresso ottenendo, così, un numero. Facendo il logaritmo di quel numero (moltiplicato per 10) otteniamo il guadagno di quel circuito espresso in dB. Ogni altro guadagno od attenuazione della catena di amplificazione viene ottenuto sommando o sottraendo i rispettivi dB, rendendo molto più facile il computo del guadagno dell'intero sistema.

Es.:

la potenza di uscita P_2 è maggiore della potenza di ingresso.

$P_2 = 5$ con $P_1 = 1$. Il logaritmo del rapporto (moltiplicato per 10) è positivo.

$$10 \log(5/1) = +7 \text{ dB}$$

Es.

la potenza ricevuta è minore della potenza trasmessa. $P_2 = 0.001 \text{ W}$ e $P_1 = 10 \text{ W}$. Il logaritmo del rapporto (moltiplicato per 10) è negativo.

$$10 \log(0.001/10) = -40 \text{ dB}$$

DECIBEL

rapporto potenze dB

1	0
2	3.01
3	4.77
4	6.02
5	6.99
6	7.78
7	8.45
8	9.03
9	9.54
10	10

rapporto potenze dB

20	13.01
30	14.77
40	16.02
50	16.99
60	17.78
70	18.45
80	19.03
90	19.54
100	20

rapporto potenze dB

200	23.01
300	24.771
400	26.021
500	26.99
600	27.782
700	28.451
800	29.031
900	29.542
1.000	30

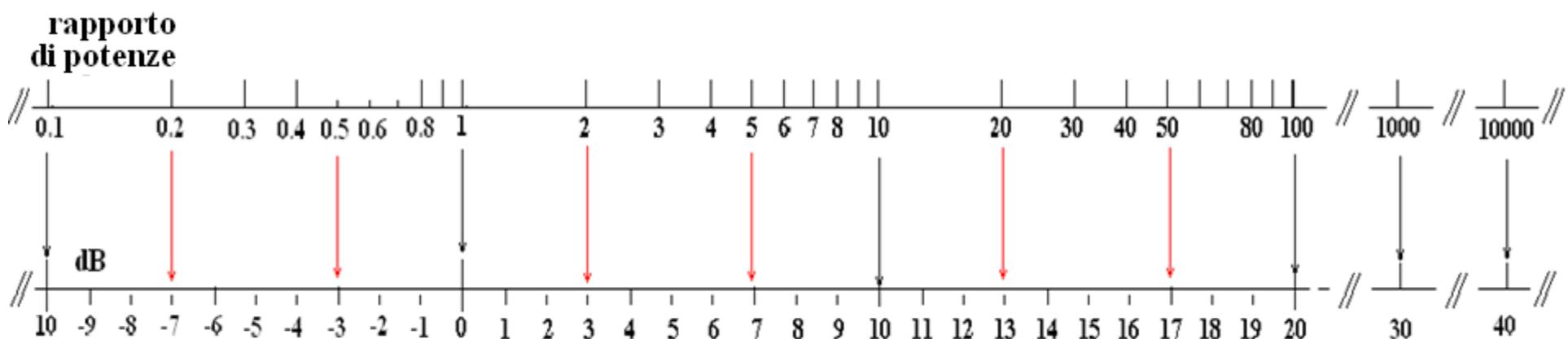
rapporto potenze $k = \frac{P_2}{P_1}$



$k = 10^{\frac{k_{[dB]}}{10}}$

espresso in dB: $k_{[dB]} = 10 \log \left\{ \frac{P_2}{P_1} \right\}$

DECIBEL



Ad un rapporto 0.5 corrispondono -3 dB

Ad un rapporto 20 corrispondono 13 dB

" 1 " 0 dB

" 50 " 17 dB

" 2 " 3 dB

" 100 " 20 dB

" 5 " 7 dB

" 500 " 27 dB

" 10 " 10 dB

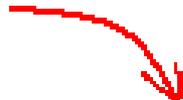
" 5000 " 37 dB

Scomporre il rapporto numerico in un prodotto semplice. Per esempio: $500 = 100 \cdot 5$.

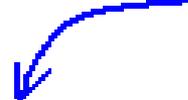
A 100 corrispondono 20 dB ed a 5 corrispondono 7 dB. Eseguire la somma: $20 + 7 = 27$ dB.

Il rapporto può anche riferirsi a tensioni, per esempio, e solo se su stesso valore di impedenza. In questo caso, il corrispondente in dB è il doppio del valore calcolato per il rapporto di potenze.

rapporto
di potenze



rapporto di
tensioni o correnti
(stesso valore di Z)



dB $10 \log(K)$	Rapporto K	dB $20 \log(K)$
-30	0.001	-60
-20	0.01	-40
-10	0.1	-20
-3	0.5	-6
0	1	0
3	2	6
7	5	14
10	10	20
13	20	26
17	50	34
20	100	40
30	1000	60
40	10000	80

Alcuni valori approssimati

Esempio:

all'ingresso di amplificatore RF (di impedenza di ingresso $Z = 50 \Omega$) è presente un segnale di $10 \mu\text{V}$. All'uscita, sempre su 50Ω , il segnale è amplificato a 100 mV . Quanto è il guadagno in dB?

Dato che l'impedenza è la stessa, vale:

$$G = V_{\text{out}}/V_{\text{in}} = 0.1 / 10 \cdot 10^{-6} = 10000$$

che, espresso in dB diviene: $G_{\text{dB}} = 20 \log(G) = 20 \log(10000) = 80 \text{ dB}$

Altrimenti, più in generale (anche se le impedenze fossero diverse), la potenza di ingresso è:

$$P_i = V^2/Z_i = (10^{-5})^2 / 50 = 2 \cdot 10^{-12} \text{ W}$$

La potenza in uscita è:

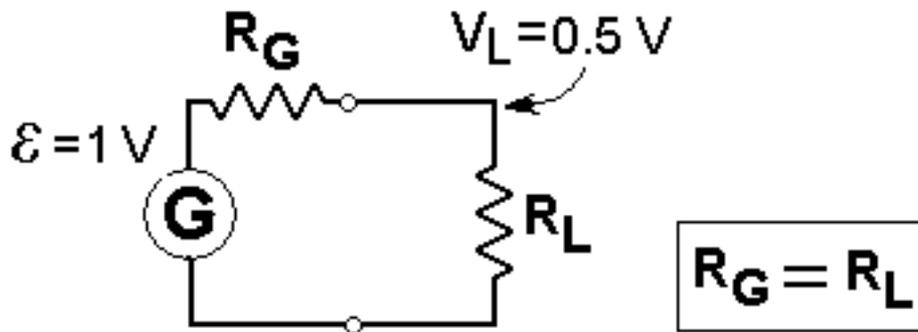
$$P_o = V^2/Z_o = (0.1)^2 / 50 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

Il guadagno, espresso in dB, vale:

$$G_{\text{dB}} = 10 \log(2 \cdot 10^{-4} / 2 \cdot 10^{-12}) = 10 \log(10^8) = 80 \text{ dB}$$

ATTENZIONE con i dB !

“Il trasferimento ottimale di potenza al carico avviene quando l'impedenza del carico (reale) è uguale all'impedenza del generatore”



In questa condizione ottimale metà potenza viene trasferita al carico e metà potenza viene dissipata sulla resistenza interna dello stesso generatore

Al carico è disponibile metà potenza, pari a -3 dB .

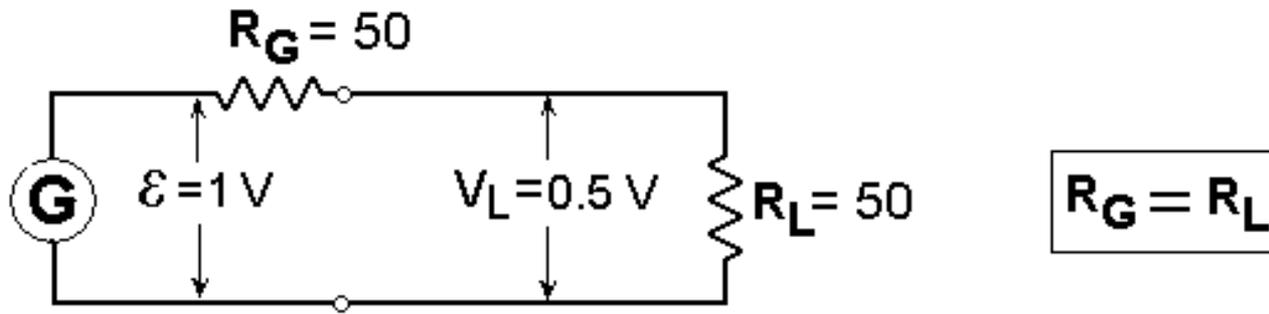
In queste condizioni la fem del generatore (normalizzata ad 1) si ritrova ridotta a 0.5 V sul carico. L'attenuazione è, quindi: $20 \log V_L/\varepsilon = 6 \text{ dB}$.

Conclusione: in questo esempio, con resistenze uguali, l'attenuazione è 3 dB o 6 dB ? Dov'è l'errore?

ATTENZIONE con i dB !

Quando si calcola l'attenuazione in dB osservando le tensioni (o le correnti) occorre sincerarsi di operare sempre sullo stesso valore di impedenza.

In questo caso:.



La fem del generatore è presente su una resistenza di 100Ω
La tensione ai capi del carico è presente su una resistenza di 50Ω .

NON si può usare la $20 \log V_L/\varepsilon$. **L'ATTENUAZIONE E' DI 3 dB.**

Livelli.

Valore numerico di un rapporto riferito ad una unità di misura.

Il suo corrispondente in dB deve indicare anche l'unità di misura di riferimento.

Esempio:

100 mW	→	20 dB _m	(riferito ad 1 mW)	ovvero	-10 dB _W	(riferito ad 1 W)
20 W	→	13 dB _W	(riferito ad 1 W)	ovvero	43 dB _m	(riferito ad 1 mW)
100 μV	→	-80 dB _V	(riferito ad 1 V)	ovvero	40 dB _{μV}	(riferito ad 1 μV)

Esempio:

Un segnale di -5 dBm viene amplificato da un dispositivo con guadagno di 30 dB. Qual è la potenza di uscita?

Soluzione:

$$\mathbf{-5\ dBm + 30 = +25\ dBm}$$

Infatti:

- La potenza di ingresso, $P_i = -5\ \text{dBm}$, è pari a: $P_i = 10^{\frac{-5\ \text{dBm}}{10}} = 0.316\ \text{mW}$

-Il guadagno dell'amplificatore è $G = 30\ \text{dB} \rightarrow 1000$ volte

- La potenza di uscita è: $P_o = P_i \cdot G = 0.316\ \text{mW} \cdot 1000 = 316\ \text{mW}$,
pari a:

$$P_o = 10 \log(316) = 25\ \text{dBm}$$

Esempio:

Un segnale di +7 dB_W , a quanti watt corrisponde? Ed a quanti dBm ?

Soluzione:

$$7 \text{ dB}_W \implies P = 10^{\frac{7}{10}} = 5 \text{ W}$$

Infatti:

- La potenza di 7 dB_W significa che è +7 dB rispetto ad 1 W di riferimento. Ma 7 dB corrispondono ad un guadagno di 5 volte.
Pertanto: 7 dBW → 5 · 1 W = 5 W
- Siccome tra 1 W ed 1 mW c'è un rapporto 1000 (ovvero 30 dB), si ha:
7 dB_W = 37 dB_m

Al posto di una sequenza di moltiplicazioni e divisioni tra numeri è, evidentemente, molto più comodo usare i rispettivi valori in dB ed effettuare più semplicemente delle addizioni e sottrazioni.

Se, però, è necessario effettuare delle somme (con segno), l'uso del dB non può essere utile.

Esempio:

All'analizzatore di spettro siano presenti 3 segnali di ampiezza 16 dB_m (f1), 14 dB_m (f2) e 12 dB_m (f3). Qual è il valore della potenza totale?

Qui si richiede il valore somma dei tre segnali. NON si possono usare le unità logaritmiche e occorre convertire le ampiezze in unità numeriche lineari.

$$\text{f1)} \quad 16 \text{ dB}_m \quad ==> \quad 10^{\frac{16}{10}} = 39.8 \text{ mW}$$

$$\text{f2)} \quad 14 \text{ dB}_m \quad ==> \quad 10^{\frac{14}{10}} = 25,1 \text{ mW}$$

$$\text{f3)} \quad 12 \text{ dB}_m \quad ==> \quad 10^{\frac{12}{10}} = 15.8 \text{ mW}$$

Per un totale di 80.8 mW , pari a 19.07 dB_m