

Il decibel

Carlo Bramanti

Il decibel

Il decibel, siglato dB, è un'accezione molto usata in radiotecnica ed in acustica. Riempie molto la bocca, ma spesso chi lo cita non ha idea precisa di cosa significhi.

Il significato

Per chi è più di fretta anticipiamo che non è altro che un rapporto. Ma perché tanta complicazione?

In molte discipline i rapporti che ci possono essere tra la misura delle grandezze è tale che si possono esprimere solo contando il numeri degli zeri: la natura è buffa: il 10 % di differenza fanno da un uomo basso uno alto; al contrario un suono che ha una potenza doppia di un altro appare appena più forte del primo, idem per l'intensità luminosa. L'occhio e l'orecchio sono organi favolosi che riescono ad espandere la differenza tra due suoni o luci deboli, ed invece comprimono la sensazione quando sono molto grandi evitando saturazioni.

I logaritmi

Ci sono delle forme numeriche come i logaritmi e gli esponenziali, che hanno la proprietà analoga a quella di certi nostri organi: i più vecchiotti di noi avranno usato il regolo calcolatore. In questo ci sono due stecche scorrevoli marcate da 1 a 10, ma da 1 a 2 la distanza è grande, tra 3 e 4 minore, tra 9 e 10 minore ancora: teniamolo a mente per vedere lo scopo dei logaritmi.

I logaritmi possono essere in base 10 e si scrivono log, se no in base 2,71, indicati ln. Per non perdere la strada parliamo solo di quelli in base 10: il logaritmo di un numero è quel valore che messo come esponente al 10, da il numero stesso. Il log di 2 sarà 0,3. Il log di 10 sarà 1, il logaritmo di 1000 sarà 3. Vediamo così una compressione delle grandezze.

L'acustica

Dovremmo sapere che l'orecchio è sensibile per valori che hanno una differenza di 12 zeri, ovvero 10^{12} che, per dare una idea, equivalgono ai secondi che sono passati dalla creazione dell'uomo ad ora, ossia circa 100 000 anni!

Il dB, il Volt

Parliamo solo di rapporti di intensità, per esempio la tensione di un segnale.

Avendo un rapporto di tensioni si definisce e si calcola il decibel come $20 \log V_1/V_0$

Per non stare ad ingrullire con calcoli e tabelle cerchiamo di portare a memoria certi valori: meno o più 3 dB per le tensioni sono un rapporto di circa 1,4; 6 dB sono un rapporto del doppio per il positivo e la metà per il negativo. Da uno o da entrambi questi due dati, ricaviamo tutti gli altri: se aumentiamo una grandezza di 3 dB e poi di altri 3 dB, avremo $3+3 = 6$ ovvero 6 dB: vediamo così che la somma dei dB corrisponde al prodotto delle grandezze, infatti 1,4 per 1,4 fa 2. Dunque 9 dB saranno 1,4 per 2, = 2,8 e così via.

Il Watt

Se consideriamo le potenze il calcolo sarà $10 \log W_1/W_0$, ovvero $\frac{1}{2} = 10 \log 0,5 = - 3$ dB. Dunque 3 db questa volta sarà un raddoppio di potenza e 6 dB una quadruplicazione.

Questa relazione permette di esprimersi in dB indifferentemente senza specificare se si tratta di tensione o di potenza. **Questo, però, vale solo quando si lavora sullo stesso valore di impedenza**, per esempio non vale nei trasformatori

Le curve

Dovremmo aver notato che nelle curve di risposta dichiarate nei vari dispositivi amplificatori o riproduttori, il taglio è dato dai -3dB ovvero da un dimezzamento della potenza. Mentre un amplificatore od un altoparlante si fondono se raddoppiamo la potenza rispetto alle loro prestazioni, l'orecchio comincia appena a notarlo il raddoppio o dimezzamento di potenza. Tornando ai nostri amplificatori od altoparlanti, notiamo che rappresentarne la curva di risposta in dB è anche un'operazione di maquillage: se la scala fosse lineare, la curva sarebbe caratterizzata da sbalzi enormi, che diventano irrisonori con la scala in dB.

Sempre gli altoparlanti

Già che ne parliamo notiamo una cosa che può portare ad un inganno notevole: la sensibilità di un altoparlante è data dell'intensità di suono in dB rispetto al minimo udibile che danno ad 1 metro con 1 watt di segnale in ingresso. Se un altoparlante ne ha dichiarata una di 90 dB ed un altro di 93, apparentemente la differenza è poca. Eh no! Vuol dire che per pilotare quello da 90 dB occorre una potenza doppia per l'amplificatore rispetto a quello di 93, e ciò fa la differenza!

Nella radio

Ma a noi interessa la radio e le eventuali misure delle prestazioni, come l'uscita in antenna o la risposta di un circuito risonante. Per queste misure ci sono i microvoltmetri selettivi che attualmente si trovano di qualità professionale, in surplus, a prezzi attraenti. In questi la scala da la misurazione assoluta in dB, ma spesso c'è un'incertezza: spesso la scala si riferisce a zero dB per 1 volt di segnale. La scala è marcata in dB. Purtroppo per noi, ci sono anche strumenti più dedicati a misure telefoniche nei quali lo zero dB è 0,775 volt ovvero 1 milliwatt su 600 ohm. Questi dovrebbero essere segnati però in dBm, ovvero decibel rispetto al milliwatt. La differenza in valore non è tanta, ma ci si può ingannare. Chiaramente quando lo strumento segna -3 dB questo vale tanto per l'intensità che per la potenza, ovvero il segnale è 1/1,4 di tensione, ma 1/2 di potenza. Quando si dice 3 dB non importa specificare se tensione o potenza perché la conclusione risulta automatica.

Chiaramente vale $W = V^2/r$, ciò significava che nelle misure lineari si deve fare il quadrato del rapporto di tensione per avere il rapporto di potenza.

Altre scale

Attenzione perché la scala può essere anche in dBmicrovolt, millivolt ecc e ciò deve sempre essere indicato. Per le misure di antenna ci sono persino i dBi che significano il rapporto tra l'antenna isotropica (omnidirezionale) e quella direttiva.

Acustica

Ma la massima utilizzazione della notazione in dB è in acustica: zero db a 1000 Hz è la sensibilità media dell'orecchio umano. 120 dB la soglia del dolore. Una conversazione media si considera 55-60 db, ovvero 55-60 phon a 1000 Hz. Ciò equivale ad una decina di micro watt. In un dispositivo acustico che trasforma il segnale elettrico in pressione sonora, il livello per l'ascolto ideale è 1 milliwatt (i famosi 0,775 volt su 600 ohm).



filtra di antenna convertitore amplificazione IF rivelatore amplif. BF

il segnale di antenna viene amplificato od attenuato gradualmente la somma dei singoli valori in dB da l'amplificazione totale. Qui sopra al trasformatore di uscita l'amplificazione è +90dB ovvero 30.000 volte

Relazione delle tensioni nel circuito di una supereterodina

TAB. I. — CONVERSIONE IN DECIBEL DI RAPPORTI FRA POTENZE O TENSIONI.

Rapporto di tensioni	Rapporto di potenze	← dB → +	Rapporto di potenze	Rapporto di tensioni
1	1	0	1	1
0,988	0,977	0,1	1,023	1,012
0,977	0,955	0,2	1,047	1,023
0,966	0,933	0,3	1,072	1,035
0,955	0,912	0,4	1,096	1,047
0,944	0,891	0,5	1,122	1,059
0,933	0,871	0,6	1,148	1,072
0,923	0,851	0,7	1,175	1,084
0,912	0,832	0,8	1,202	1,096
0,902	0,813	0,9	1,230	1,109
0,891	0,794	1	1,259	1,122
0,794	0,631	2	1,585	1,259
0,708	0,501	3	1,995	1,413
0,631	0,398	4	2,512	1,585
0,562	0,316	5	3,162	1,778
0,501	0,251	6	3,981	1,995
0,447	0,199	7	5,012	2,239
0,398	0,158	8	6,310	2,512
0,355	0,126	9	7,943	2,818
0,316	0,1	10	10	3,162
0,282	0,079	11	12,59	3,548
0,251	0,063	12	15,85	3,981
0,224	0,050	13	19,95	4,467
0,199	0,040	14	25,12	5,012
0,178	0,032	15	31,62	5,623
0,158	0,025	16	39,81	6,310
0,141	0,020	17	50,12	7,079
0,126	0,016	18	63,10	7,943
0,112	0,012	19	79,43	8,913
0,1	0,01	20	10 ²	10
10 ⁻²	10 ⁻⁴	40	10 ⁴	10 ²
10 ⁻³	10 ⁻⁶	60	10 ⁶	10 ³
10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	80	10 ⁸	10 ⁴
10 ⁻⁵	10 ⁻¹⁰	100	10 ¹⁰	10 ⁵