

RISCHIO RUMORE: Caratteristiche della Strumentazione di misura

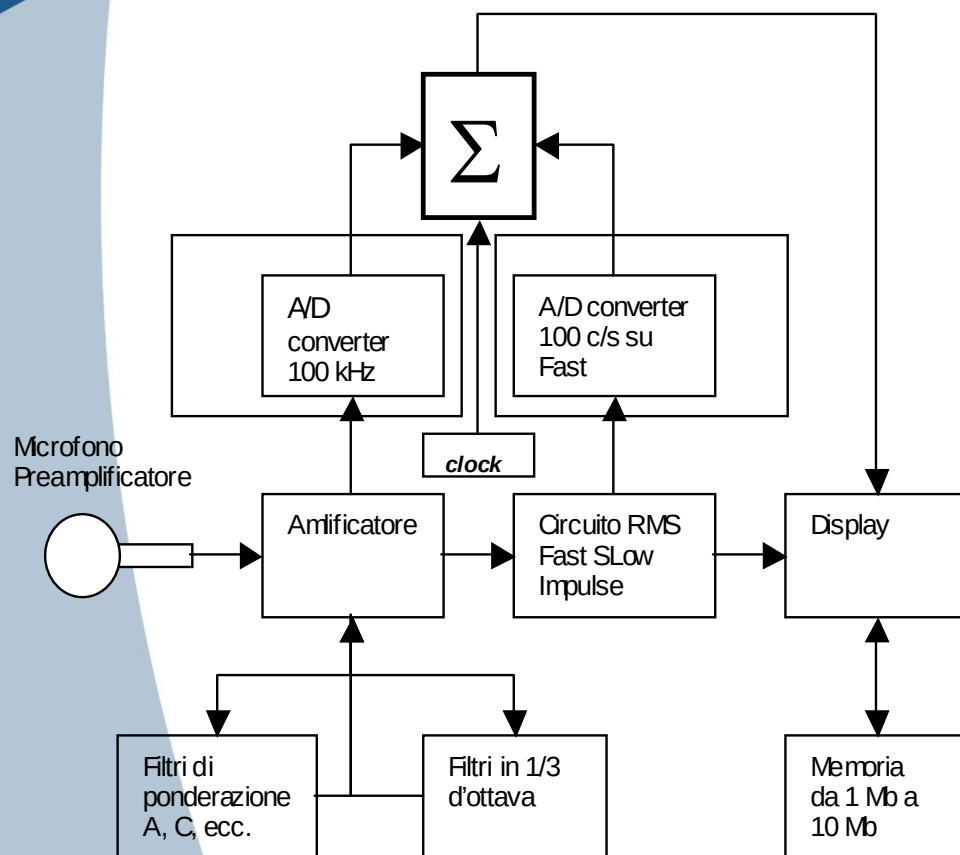


Ing. Cambiaggio Piertoni
mail: cambiaggio@aesse-misure.it Cell. 3482336245

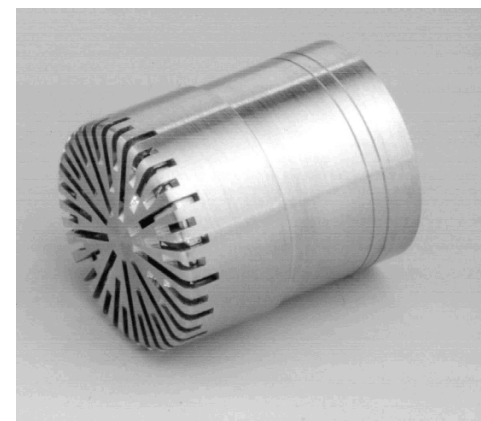
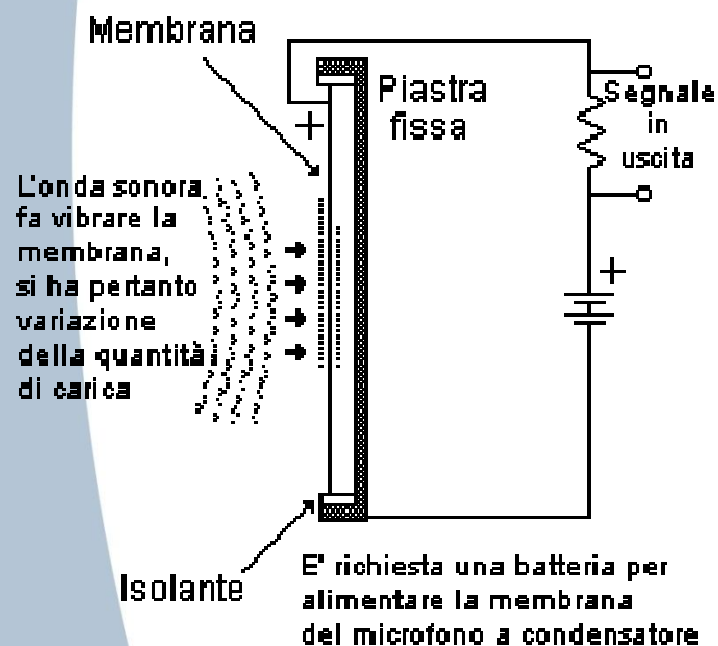
Panoramica Strumenti



Catena di Misura: Il Fonometro Integratore



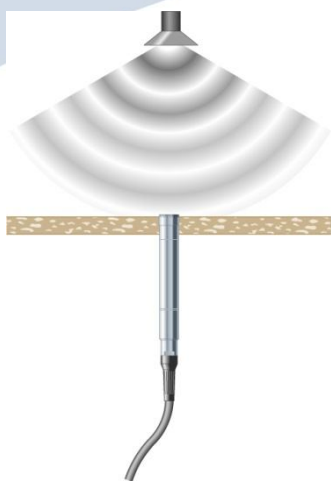
Catena di Misura: Il Microfono



Una variazione della distanza tra le piastre provoca un variazione della carica Q e quindi il passaggio di una corrente attraverso la resistenza R . Questa corrente è l'immagine della pressione sonora, il microfono è perciò considerato un microfono a "pressione".

Tipologie di Microfoni

Microfono a Pressione



Misura la pressione sonora in corrispondenza del piano in cui è posta la membrana.
Applicazione: misura del rumore su una parete

Microfono per Campo Libero

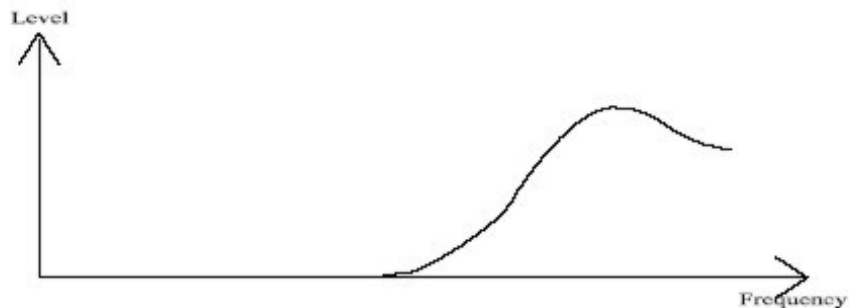


Misura la pressione sonora dovuta ad un'onda sonora incidente nella direzione in cui il microfono è puntato. Applicazione: misure di acustica ambientale.

Tipologie di Microfoni

Risposta in Frequenza di un Microfono per Campo Libero

La presenza del diaframma incrementa la pressione sonora in funzione della lunghezza d'onda

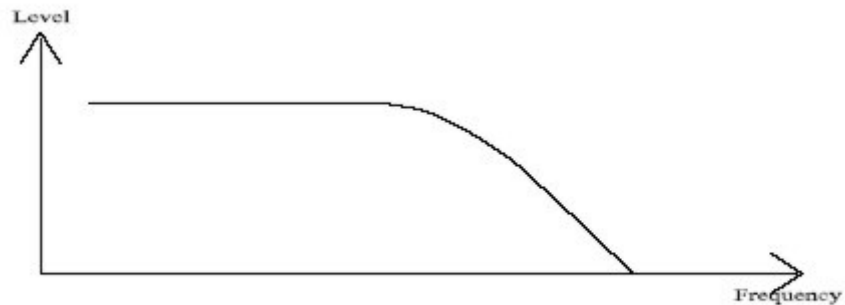


(a) Increase of pressure on free-field microphone diaphragm

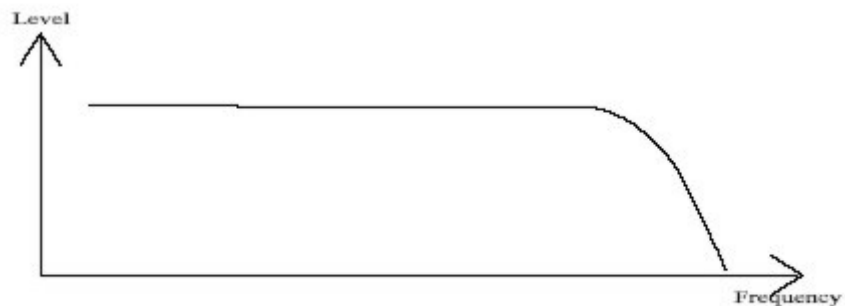
$$\begin{aligned}\lambda_{\max} &= 342 \text{ m/s} / 26.9 \text{ kHz} \\ &= 12.7 \text{ mm} = \frac{1}{2}''\end{aligned}$$

Risposta in Frequenza di un Microfono per Campo Libero

Per compensare l'incremento di pressione la sensibilità deve decrescere con la frequenza



(b) Pressure response of free-field microphone



(c) Free-field response of free-field microphone

$$(a) + (b) = (C)$$

Curva caratteristica del
microfono in campo
libero

Microfono a incidenza casuale

E' un microfono adatto a misurare il suono proveniente da tutte le direzioni. Per considerare l'effetto del rumore che arriva a 180° applica una correzione statistica



Applicazioni: Misura in ambienti confinati dove si verifica il fenomeno del riverbero (Acustica Architettonica)

Microfoni pre-polarizzati e a polarizzazione esterna

I microfoni ad alimentazione esterna sono in grado di garantire misure di alta precisione, i pre-polarizzati sono di uso più comune per praticità e maggiore resistenza all'usura nel tempo

Range in Frequenza e Dimensione

Sulla base del tipo di applicazione vi sono microfoni da 1", 1/2", 1/4", 1/8". I microfoni di dimensione più piccola possono misurare suoni a frequenze superiori anche a 100kHz. La capacità di misurare a bassa frequenza dipende dal sistema di equalizzazione esterno/interno

Sensibilità

E' la variazione di tensione di output per variazione unitaria di pressione sonora in input. E' funzione delle dimensioni e della tensione della membrana

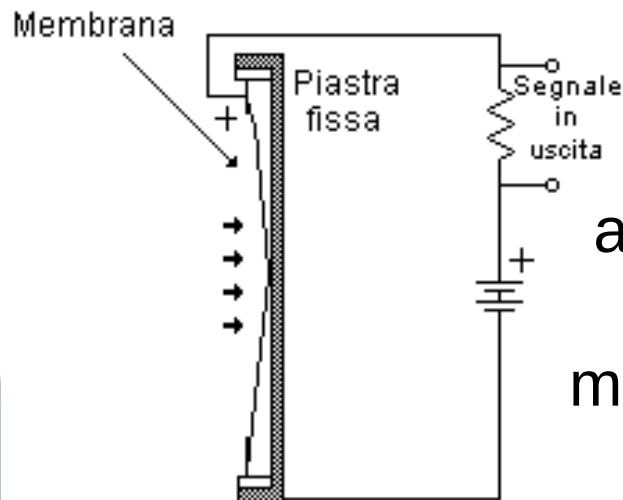
- Membrana rigida → bassa sensibilità
- Membrana allentata → alta sensibilità

Per un microfono da 1/2" tipicamente la sensibilità è di 50mv/Pa (quando il microfono è esposto ad una pressione di 1 Pa la tensione di output è 50mv).

La sensibilità condiziona la gamma dinamica di misura (differenza tra il più alto e il più basso livello in dB misurabile)

Gamma Dinamica

Il più alto valore di pressione sonora misurabile è condizionato dalla massima deformazione della membrana (fino al contatto con piastra fissa).
Generalmente si stabilisce il max valore con distorsione della membrana per contatto pari al 10%



Il più basso valore di pressione sonora misurabile è legato all'influenza dell'agitazione termica locale delle molecole (per un microfono da 50mV/Pa è circa pari a 14dB)

Preamplificatori

Il segnale in uscita dal microfono è molto debole e non può essere condotto lungo cavi di prolunga senza poi essere affetto da degradazione.

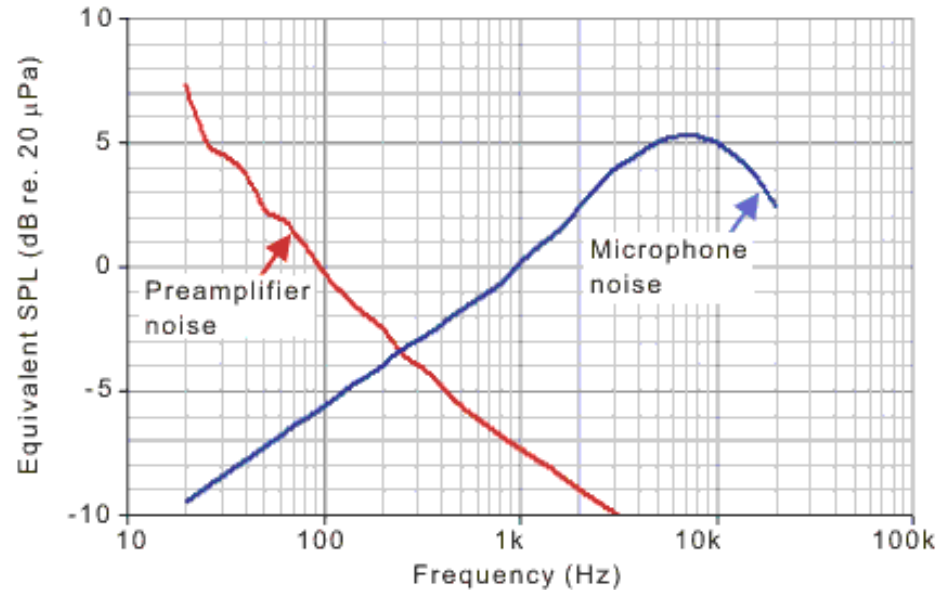
Il Preamplificatore non amplifica ma converte il segnale ad alta impedenza del microfono in un segnale a bassa impedenza. Per questo motivo è anche chiamato convertitore di impedenza



Preamplificatori

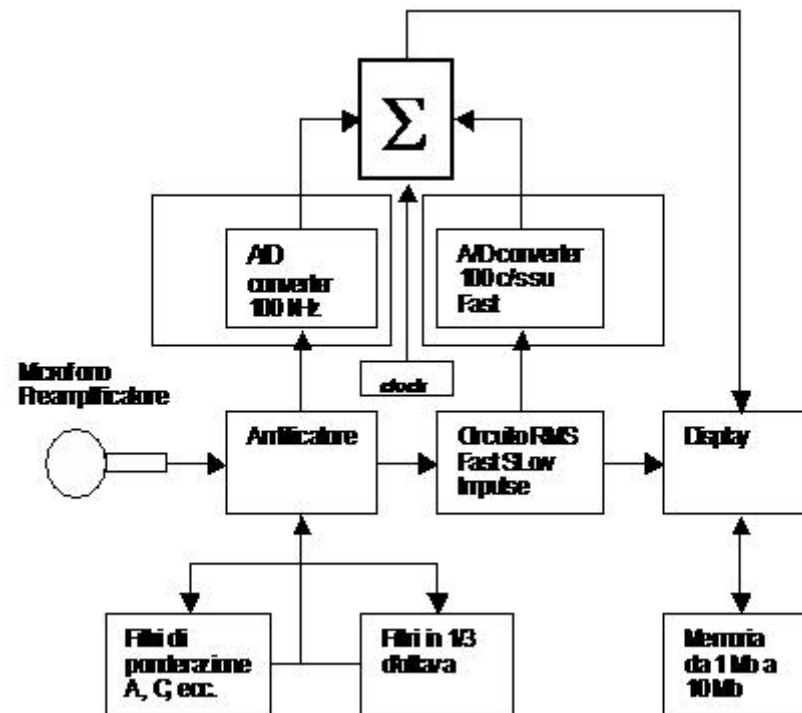
Rumore intrinseco di un fonometro.

Accoppiando un microfono ad un preamplificatore il rumore intrinseco del sistema è la somma dei due rumori:
la capacità di misurare livelli bassi diminuisce

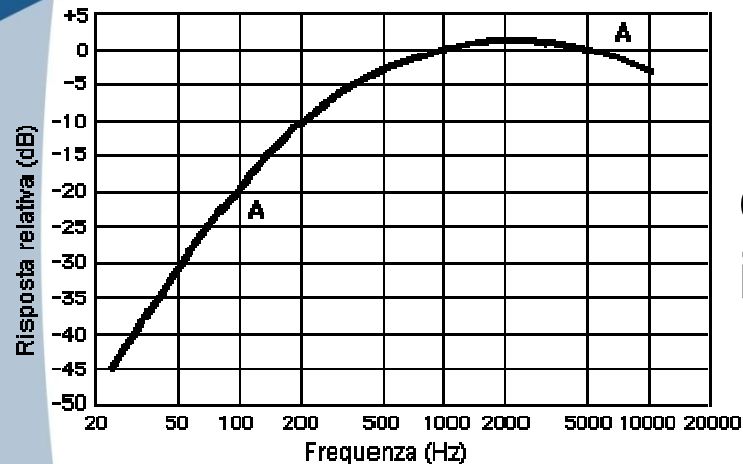


Fonometro: Schema a Blocchi

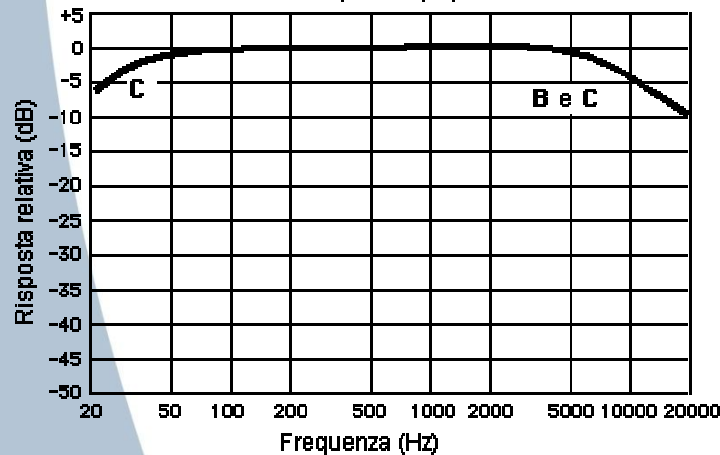
- Microfono
- Preamplificatore
- Amplificatore
- Filtri di Ponderazione in frequenza
- Ponderazione temporale (Fast/Slow/Impulse)
- Valore Efficace
- Conversione analogico/digitale
- Display /Memorizzazione/ Output



Catena di Misura: La Ponderazione A e C

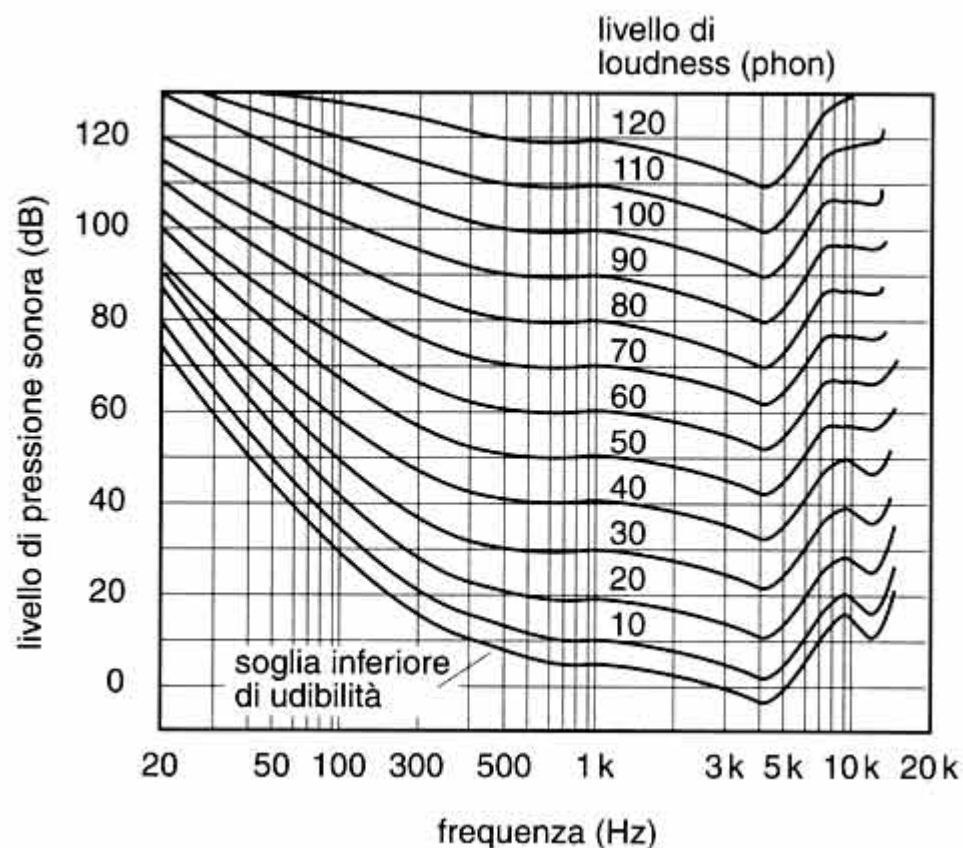


Il filtro di ponderazione A elimina le componenti a bassa frequenza impercettibili per l'orecchio umano.



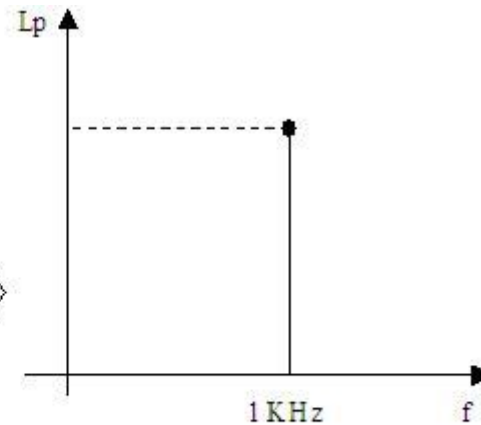
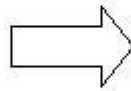
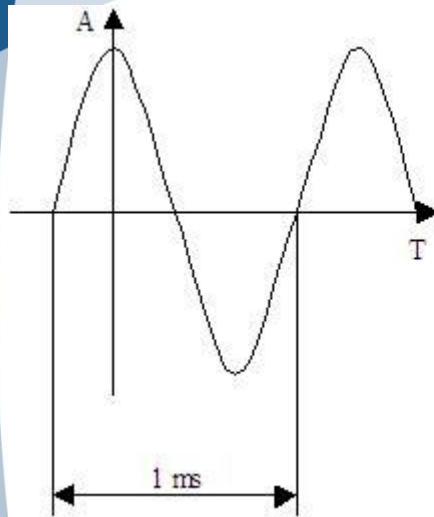
Il filtro di ponderazione C approssima meglio il comportamento dell'orecchio a livelli sonori molto alti

Sensibilità umana al rumore

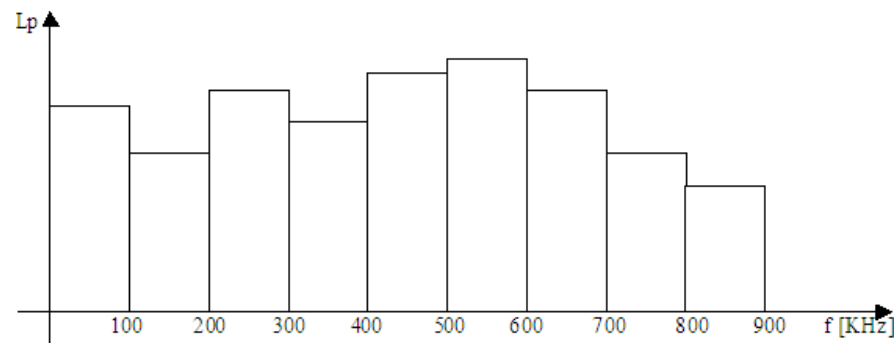
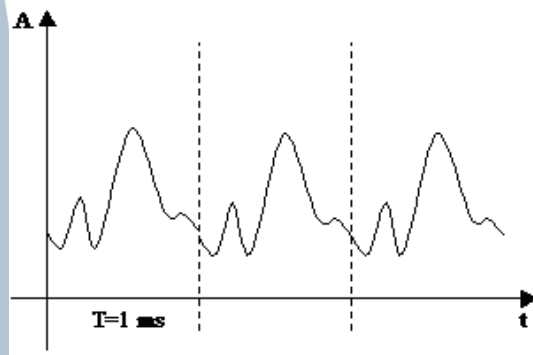


Il filtro di ponderazione A è conseguenza del diagramma di Fletcher & Munson che esprime la diversa sensibilità dell'orecchio al variare della frequenza di un suono.

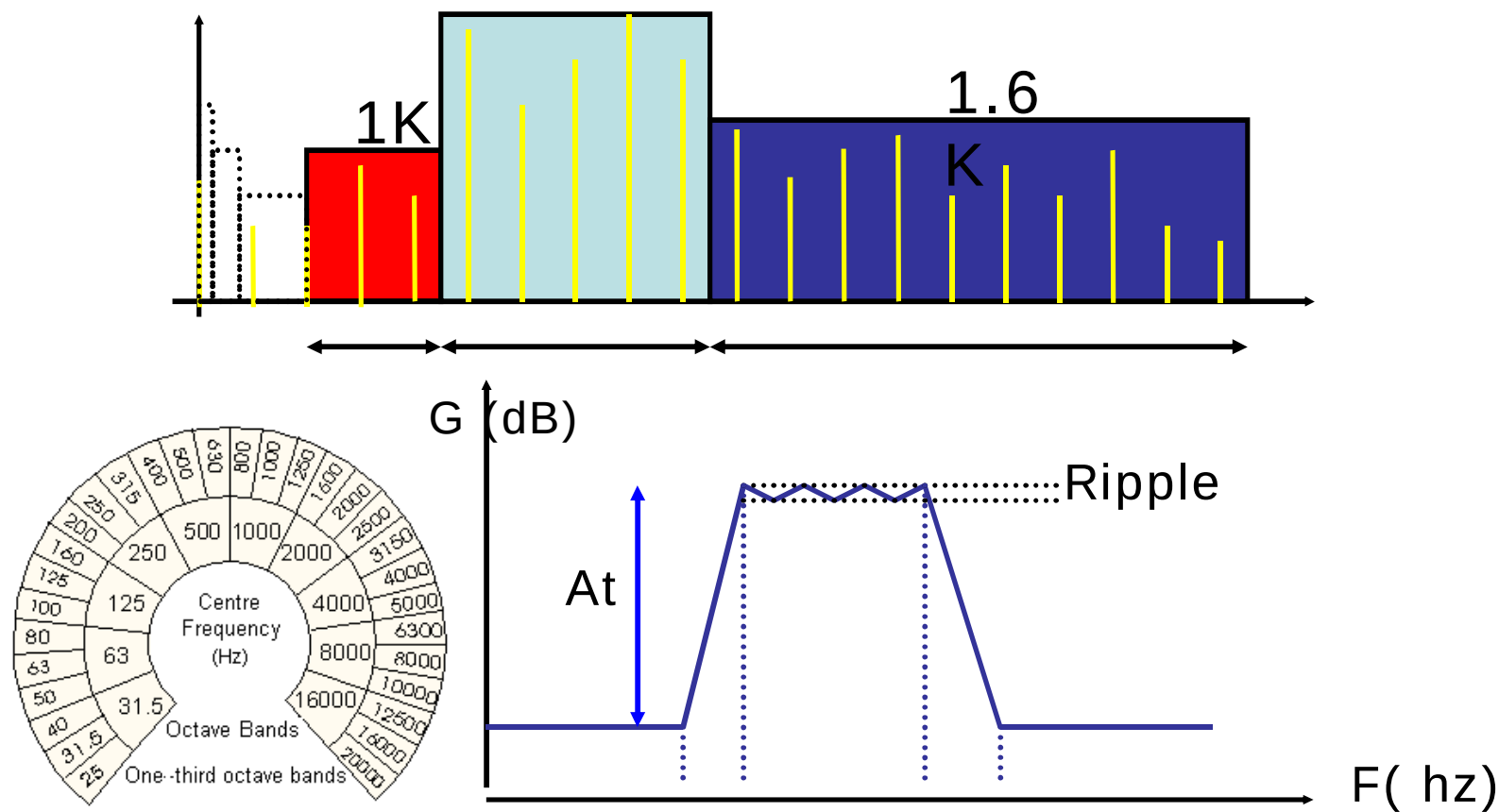
Catena di Misura: Analisi in Frequenza



Un tono puro è una
sinusoide che
corrisponde ad 1
sola frequenza
Il rumore in
generale coinvolge
tutte le frequenze



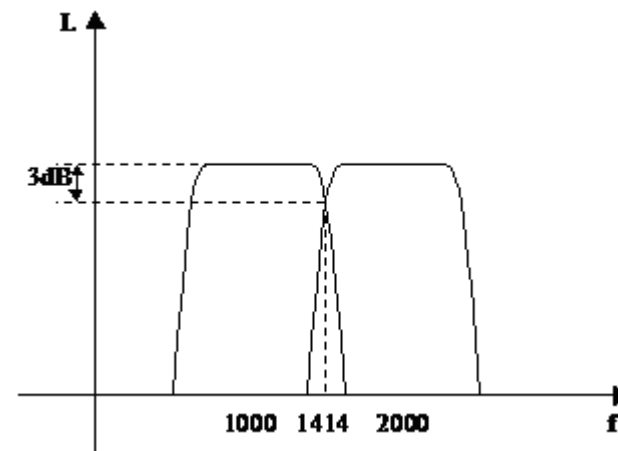
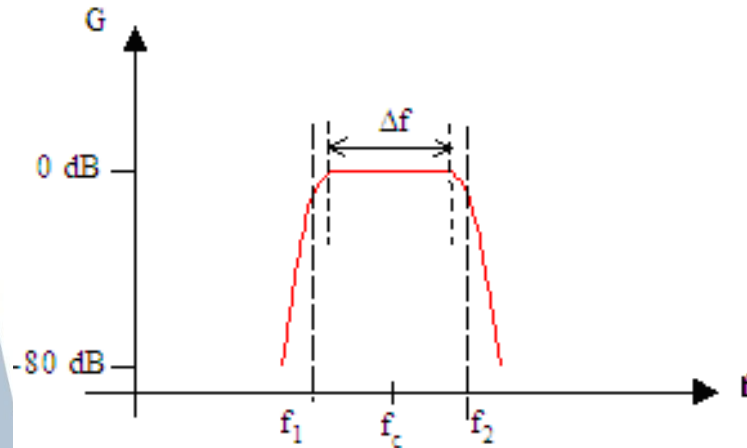
Catena di Misura: Il Filtri in banda di 1/1 e 1/3 d'ottava



Catena di Misura: Analisi in Frequenza

Esistono fondamentalmente due tipi di spettri per bande:

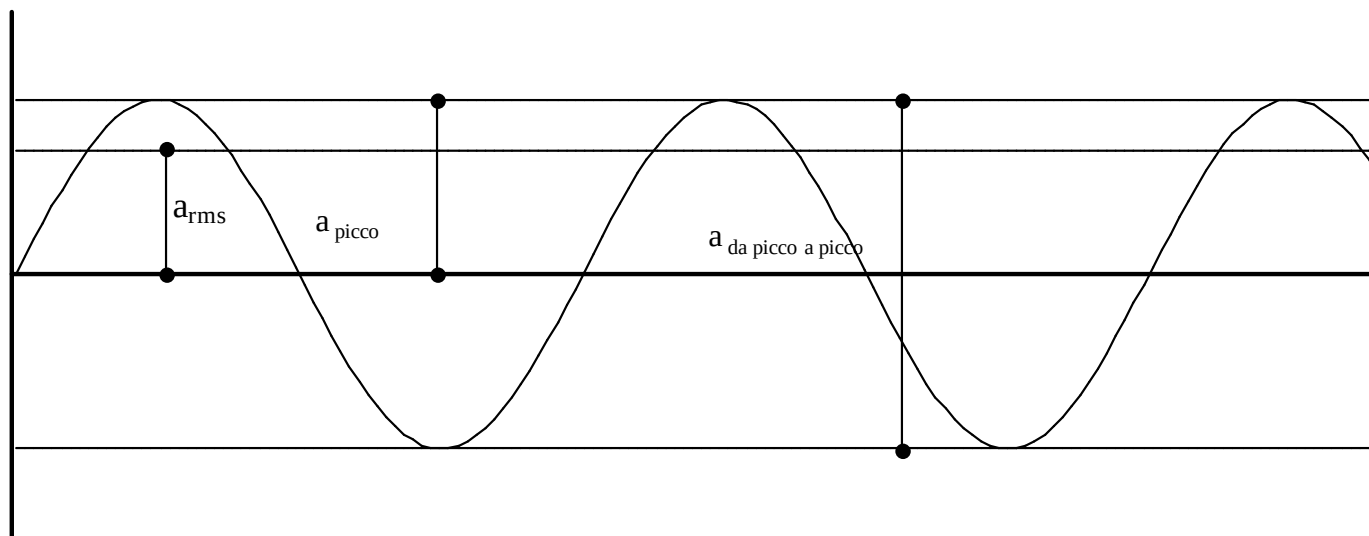
- Spettro a bande costanti (FFT)
- Spettro a bande ad ampiezza percentuale costante (1/1, 1/3, 1/6... d'ottava)



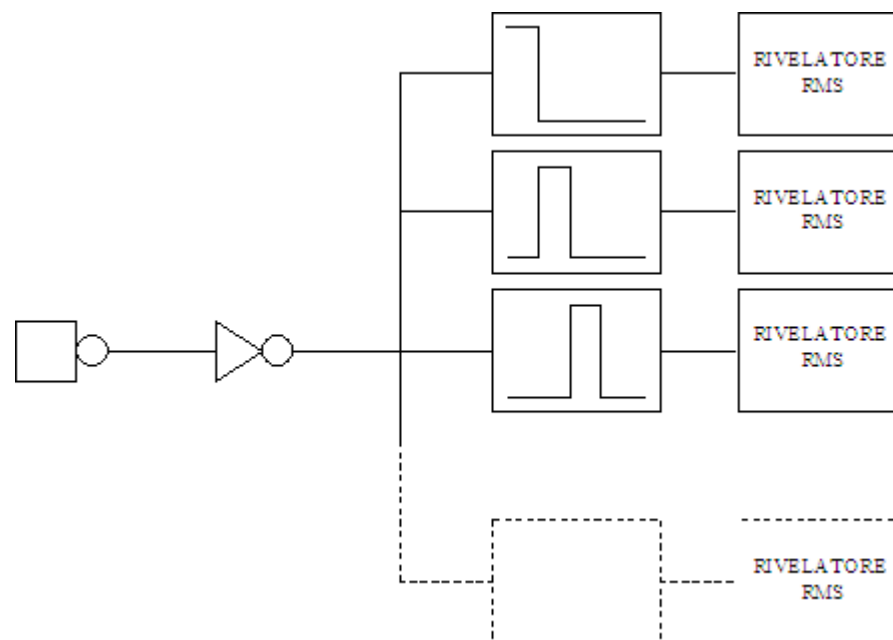
Calcolo del valore efficace

Valore Medio $\left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt$

**Valore Efficace
o rms** $a_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{(t_2 - t_1)} \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(t)^2 dt}$



Catena di Misura: Valore efficace e Leq



$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

Misure in Postazione Fissa

Occorre determinare il livello di esposizione personale giornaliero dalle singole misure di L_{Aeqi} per ciascuna fase lavorativa noti i singoli tempi di esposizione t_i mediante la relazione:

$$L_{Aeq,Te} = 10 \log \left[\frac{1}{\sum t_i} \cdot \sum_{i=1}^n \left(10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \cdot t_i \right) \right]$$

Il microfono deve essere posizionato preferibilmente nella posizione occupata dalla testa del lavoratore

Misure Personali

Lo strumento di misura (dosimetro) è indossato dal lavoratore; il microfono deve essere collocato ad almeno 10 cm dall'orecchio del lavoratore.



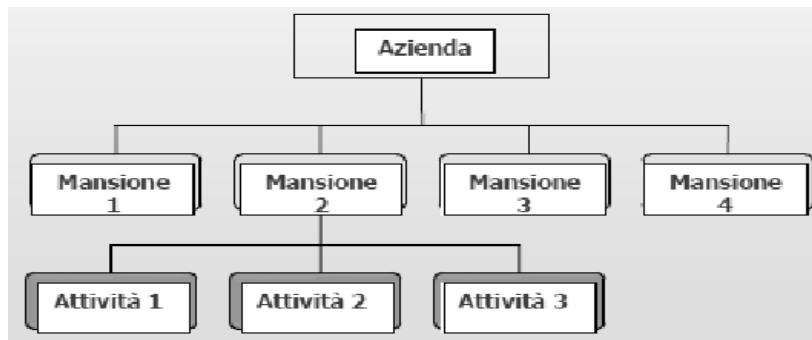
Vantaggi: La rappresentatività spaziale e temporale delle postazioni occupate dall'operatore è ottimale

Svantaggi: Maggior grado di imprecisione sul dato acquisito per la natura in movimento della misura e per possibili disturbi volontari o involontari causati dall'operatore.

UNI 9432 Edizione Marzo 2011

Analisi del Lavoro e scelta della strategia di Misura

- Attività (Compiti)
- Mansione
- Misura Intera Giornata



Postazione fissa -> attività (fonometro)
Durata misura 5m (almeno 3 cicli)
Almeno 3 Misure per attività. Scarto max 3dB altrimenti altre 3 misure o suddividere l'attività.
Tempi: media tra il lavoratore e supervisore

Con il metodo basto sulla mansione si utilizza il campionamento casuale su gruppi omogenei

Postazione mobile-> dosimetria (misura giornaliera) 3 Misure o più



Incertezza sul livello equivalente

Incertezza di campionamento

Incertezza da posizionamento (1dB)

Incertezza strumentale (0.5dB) o da certificato SIT

Incertezza sul livello di picco

Incertezza di campionamento ?

Incertezza da posizionamento (1dB)

Incertezza strumentale (1.2) o da certificato SIT

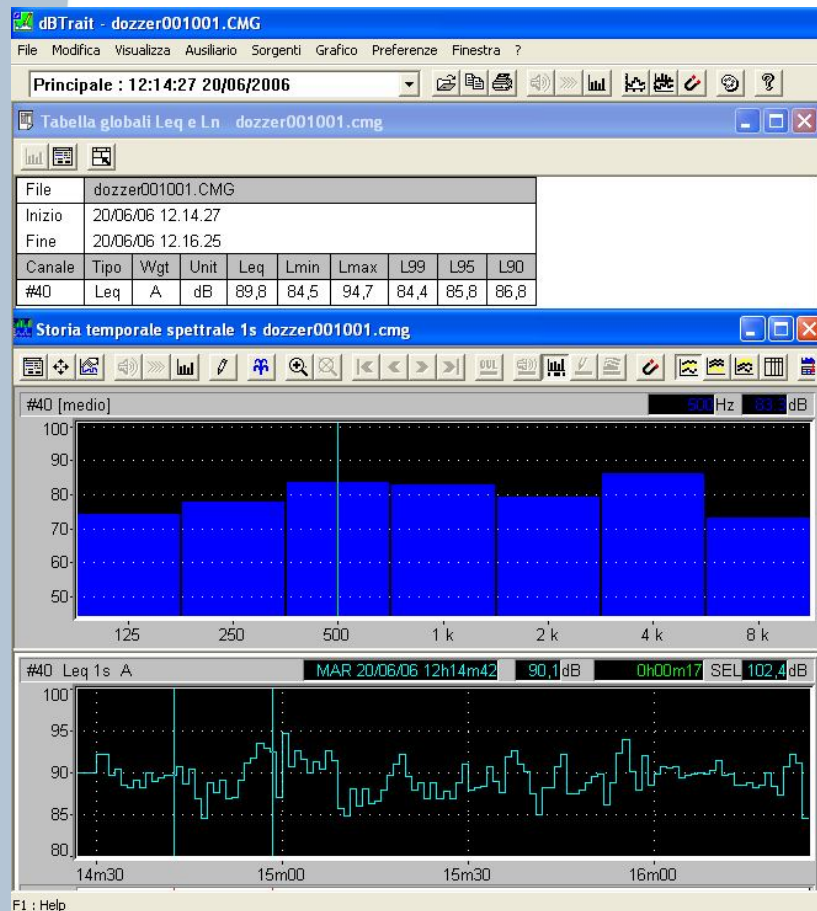


$$u(L_{Aeq,T_p}) = [u_a^2(L_{Aeq,T_p}) + u_L^2 + u_S^2]^{1/2}$$

$$u(L_{picco,C}) = [u_{L,picco}^2 + u_{s,picco}^2]^{1/2}$$

Trattamento dei dati acquisiti

La postelaborazione mediante Software



- Possibilità di eliminare porzioni di misura non rappresentative
- Codifica degli eventi più gravosi durante l'attività lavorativa
- Report grafici e numerici in automatico

Scelta dei DPI

Dispositivi di Protezione Individuale

La EN 458 del 1993 stabilisce le Linee Guida per la selezione, l'uso, la cura e la manutenzione dei protettori auricolari. La serie delle EN 352, fissano i requisiti costruttivi, di progettazione e le prestazioni (inclusi i livelli minimi di attenuazione acustica), i metodi di prova, i requisiti di marcatura e le informazioni per l'utilizzatore.

Metodo per banda d'ottava

Metodo HML

Controllo HML

Metodo SNR

Analisi in frequenza

Leq(A); Leq(C)

Leq(A); valutazione rumore

Leq(C)

Scelta dei DPI

Indicazioni ISPESL

- I DPI sono messi a disposizione al superamento del valore inferiore d'azione (80dB(A); 135 dB(C)): la loro efficacia va valutata al superamento di tali valori.
- Occorre verificare che nelle valutazioni più a rischio a DPI indossato non venga superato il valore inferiore d'azione utilizzando anche il metodo semplificato SNR

$$L'eq(A) = Leq(C) - SNR$$

Solo qualora $L'eq(A) > 80\text{dB(A)}$ si provvederà a valutare se $L_{ex, 8h}$ supera gli 80 dB(A)

Indicazioni ISPEL

Se l'esposizione supera i valori limite di esposizione, occorre verificare che a DPI indossati tali valori non siano superati:

Se con il metodo SNR il livello di esposizione risulta inferiore a 75 dB(A) il rispetto del VLE di 87dB(A) si considera raggiunto

Se il livello di esposizione è tra 75-80 dB(A) il rispetto del VLE va verificato ricorrendo al metodo in banda d'ottava detraendo 3 volte la deviazione standard al valor medio di attenuazione dichiarato

Se il livello di esposizione è superiore a 80 dB(A) occorre cambiare DPI o ridurre i tempi di esposizione

Metodo OBM

Elacin ER-15

f in Hz*	EN Norm 352-2	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	H	M	L	SNR
M_f in dB:												
Filter ER-15		17,5	17,6	18,0	16,3	17,3	15,8	20,8	14	14	14	15,8
S_f in dB:												
Filter ER-15		3,8	3,0	2,8	2,6	2,6	2,8	3,9				
APV_f in dB:												
Filter ER-15		13,7	14,6	15,2	13,7	14,7	13,0	16,9				

dozzer001001.cmg	
ID	4
Famiglia	Autospettro
Tipo dati	
Pesatura	
Ubicazione	#40 [medio]
Inizio	21/09/06 10.49.57
Fine	21/09/06 10.49.57
Durata	
Canale(i)	1
Hz	dB(A)[2.000e-05 Pa]
125	74,0
250	77,8
500	83,0
1 k	83,1
2 k	79,9
4 k	85,3
8 k	71,1
A*	89,8

$$Leq(A)' = 10 \cdot \log \left(\sum_{f=125Hz}^{f=8kHz} 10^{\frac{Leq(A) f_i - APV_i}{10}} \right)$$

Metodo OBM

Calcola Attenuazione con D.P.I.

Seleziona l'attrezzo

1	betoniera	29,4	62,2
2	Martello demolitore	96	110,0
3	Martello demolitore valo	74,6	110,0
4	Martello demolitore valo	75,4	110,0
5	Martello demolitore valo	69,8	110,0
6	Martello demolitore valo	74,6	110,0

Seleziona il protettore acustico

Cuffia 3M mod. 1440

Metodo OBM
Metodo per banda d'ottava

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz
dB (Lin) attrezzo	87,0	90,0	86,7	89,5	94,7	99,7	94,0
filtro A	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1	-1,1
Attenuazione protettore	8,0	16,9	23,0	26,1	29,7	34,1	35,3

L'A_x
Livello Attenuato **72,4 dB(A)**

Calcola attenuazione

Salva Calcolo

Metodo HML
Alta, Media e Bassa frequenza

H	M	L
31,0	24,0	16,0

Leq dB(A) 96

Leq dB(C) 100,0

L'A_x
Livello Attenuato **76dB(A)**

Calcola attenuazione

Salva Calcolo

Aggiungi protettore acustico

Metodo SNR
Riduzione semplificata del rumore

SNR 27,0

Leq dB(C) 100,0

L'A_x
Livello Attenuato **73 dB(A)**

Calcola attenuazione

Salva Calcolo

Se si vuole fare il calcolo con il metodo NNR dell'OSHA, ridurre del 50% il valore indicato dal fabbricante

Home	Chi Siamo	Case Rappresentate	Referenze	Area Download	Newsletter
------	-----------	--------------------	-----------	---------------	------------



Monitoraggio e protezione industriale



VIBRATION
Soluzioni per il mondo delle vibrazioni

News da Aesse Misure



Monitoraggio e Protezione Industriale	Qualifica Vibrazionale	Controllo qualità in linea di produzione	Acustica e Vibrazioni	Servizi
Sistemi di protezione e monitoraggio	Banchi vibranti	Controllo Qualità in linea di Produzione	Acustica ambientale e architettonica	Servizi Specialistici
Sensori e Trasmettitori	Sistemi di Controllo in loop chiuso		Analizzatori rumore-vibrazioni	Formazione
Data Collector & Analizzatori Portatili			Software Simulazione Acustica	
Soluzioni Applicative			Software Trattamento Dati	

Aesse Misure s.r.l. Via della Repubblica, 9 - 20090 Trezzano sul Naviglio (MI) info@aesse-misure.it

Ing. Piertoni Cambiaggio – Aesse Misure srl

<http://www.aesse-misure.it/>
cambiaggio@aesse-misure.it

Tel. 3482336245