



## La Newsletter di R.R.

Direttore Responsabile: Gabriele Villa, I2VGW

N. 4

Aprile 2014

### Apriamo bene le orecchie



L'articolo che proponiamo qui sotto porta la firma di un tecnico di primissimo piano, oltre che di un Socio di straordinaria fedeltà, come Paolo Del Medico I1DMP.

Lo abbiamo proposto come Newsletter del mese di Aprile per consentirvi di fare un ulteriore approfondimento nella conoscenza e nello studio di quelli che sono i nostri parametri abituali con cui ci raffrontiamo: il suono, la pressione sonora, la velocità del suono stesso, il campo sonoro riverberante e la conseguente risposta a queste sollecitazioni del nostro orecchio.

E' davvero un gran bell'articolo scientifico che vi consigliamo di leggere con attenzione.

73 de Gabriele, I2VGW

### Paolo Del Medico • I1DMP

Ruolo d'Onore ARI n. 437

## La Radio e il Suono: perché non se ne parla mai?

**Q**UALCHE tempo fa mi è capitato di rispondere ad un radioamatore che chiedeva come mai, sintonizzando un segnale A1A, la frequenza del pitch era soggettiva, ovvero, perché una persona preferisce ascoltare una nota a 520 Hz mentre un'altra sintonizza il suono di 730 Hz. Questa frequenza è quella che una volta veniva chiamata "frequenza di battimento" del BFO, beat frequency oscillator.

Poi, la tecnologia ha fatto sparire questo comando dai pannelli frontali dei ricevitori e del BFO se ne è persa la memoria, sostituendone l'effetto acustico finale con l'attuale pitch.

Ma più in generale vorrei richiamare la vostra attenzione su un fatto, secondo me, perlomeno curioso. Nell'ambiente professionale radiotecnico, per non parlare di quello radioamatoriale e di altri, non viene praticamente mai affrontato il fenomeno acustico come se questo, prima dell'avvento delle tecnologie digitali, non avesse avuto nessuna importanza nella trasmissione di informazioni.

Eppure il suono di queste informazioni era, ed è ancora, destinato a sollecitare la catena orecchio, nervo acustico, cervello.

Il suono quindi, ha un'importanza fondamentale per la buona riuscita di una trasmissione radiotelegrafica e conoscerne gli aspetti principali ci aiuterà a sfruttarne meglio le potenzialità e, soprattutto, a progettare nel migliore dei modi la nostra sala radio per un confortevole ed efficace ascolto in altoparlante delle trasmissioni radio.

Cercherò di dare un'idea il più possibile precisa dei fenomeni e delle grandezze che sono alla base del suono.

Possiamo definire l'acustica come la scienza che studia l'insieme dei fenomeni che ruotano intorno al suono, quindi, parlare di acustica, vuol dire parlare di suono.

### Il Suono

Il suono è una sensazione psichica, non è un fenomeno fisico. Il fenomeno fisico è la variazione di pressione atmosferica a fre-

quenza gestibile dal nostro organo dell'udito, mentre la conversione in percezione sonora, è compito del nostro cervello, insomma noi stessi ci "inventiamo" il nostro suono.

Voglio dire che se siamo rinchiusi dentro una camera anecoica acustica, non "sentiremo" (effetto psichico) il rumore del un motore di una vettura esterna, ma questo, non impedisce agli scoppi del motore termico di generare variazioni di pressione atmosferica (effetto fisico).

Sarebbe opportuno, allora, parlare sempre di percezione sonora e non di suono ma quest'ultimo termine, è sempre stato usato per definire fenomeni anche diversi e io userò indifferentemente percezione sonora o suono e chi mi legge, non dimentichi che sono sinonimi. Così come utilizzerò la parola suono per indicare la perturbazione della pressione atmosferica, per esempio, il superamento della "velocità del suono" di un razzo.

Dunque, il suono in realtà non esiste, ma la parola viene usata per descrivere diverse situazioni che il Lettore saprà senza dubbio distinguere.

### Caratteristiche principali del suono

Sappiamo che un suono può essere intenso o debole, acuto o grave e, infine, piacevole oppure doloroso fino allo spasimo.

### La Pressione sonora

Ma dobbiamo parlare subito del fenomeno fisico che è alla base del suono, ovvero della variazione di pressione atmosferica a frequenza acustica che ne è la causa prima e spiegarne le unità di misura.

La pressione, è una forza che agisce su una superficie, per esempio, il polpastrello del vostro dito indice, grosso modo ha una superficie di 1 cm<sup>2</sup>, che preme su una bilancia.

# La Newsletter di R.R.

Se la bilancia segna 102 g, sulla superficie di appoggio del piatto avrete applicato una certa pressione, se segna 510 g, un'altra cinque volte maggiore.

L'unità di misura della forza  $F$  è il Newton (N), circa 102 g, e quella della superficie  $S$ , il metro elevato al quadrato ( $m^2$ ).

Al loro rapporto  $F/S$ , si dà il nome di pressione  $P$  e l'unità di misura è il Pascal (Pa):

$$Pa = N / m^2$$

Provate a calcolare quanti Pa di pressione il vostro dito indice riesce ad esercitare sulla bilancia.

Le persone con una certa età, sono ancora abituate a parlare in termini di "Atmosfera", successivamente trasformata in "Bar", e infatti su un mio barometro a doppio polmone, sono sovrapposte le scale in mm di Hg e in mbar e non mi è ancora capitato di vedere nei negozi un barometro con la scala in Pascal, segno di una forte resistenza ad accettare la nuova unità di misura della pressione, comportamento che forse trova la sua giustificazione nell'elevato numero di cambiamenti subiti da questa unità negli ultimi decenni, oppure nel fatto che io non frequento molto i negozi (il barometro come il binocolo dura una vita, se non cade per terra).

Voglio ricordare che le scale barometriche in mbar e in hPa, praticamente coincidono ma che fra milli (m) ed etto (h), ci sono 5 ordini di grandezza di differenza e che, dunque, il Pascal è una unità di misura della pressione molto piccola, tanto che ce ne vogliono più di 100 mila per misurare la pressione atmosferica terrestre.

Ma grazie a questo il Pascal si dimostra particolarmente indicato alla misura delle pressioni sonore, anche loro molto piccole.

Mediamente le persone con l'udito normale riescono a "percepire" alla frequenza di 1000 Hz variazioni di pressione atmosferica di  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa mentre la soglia del dolore, ovvero la variazione di pressione atmosferica che scatena la sensazione del dolore, è intorno ai 20 Pa.

Lo spettro è maggiore di 6 ordini di grandezza, molto esteso e scomodo da gestire con rappresentazioni lineari.

Per misurare queste variazioni di pressione si preferisce, allora, usare l'unità di misura relativa del decibel (dB) rapportando la pressione di cui si parla  $P$  a quella di riferimento  $P_r$  scelta al livello di  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa secondo la relazione:

$$\text{Livello pressione sonora} = 20 \log P/P_r \text{ (dB)} \text{ il Log è in base 10}$$

Dal momento che stiamo parlando di pressioni acustiche, il dB definito sopra va indicato, con una migliore proprietà di linguaggio, "dB livello di pressione sonora" (dB lps).

Lo spettro di frequenza delle pressioni acustiche, quelle trasformate in qualche modo in sensazioni sonore, varia da qualche Hz fino a oltre 20 kHz.

Sotto i 20/30 Hz si parla di infrasuoni (vengono "sentiti" come vibrazioni dal basso ventre e se di sufficiente livello, causano dolori, nausea e altre spiacevoli sensazioni), fra i 30/40 fino a 16/18 kHz di

suoni (si percepisce il parlato, la musica, il rumore) e oltre i 16/18 kHz, siamo nel campo degli ultrasuoni "sentiti" solo dai cani e dai pipistrelli, ma in grado di provocare mal di testa e senso di fatica nell'uomo.

Per eseguire misure, si è stabilito di dividere lo spettro acustico in "bande di ottava", partendo dalla frequenza di 31,5 Hz fino alla sua decima ottava di 16 kHz e ciascuna ottava in "terzi di ottava" per affinare l'analisi.

Ricordo che l'ottava di una frequenza è il suo doppio: l'ottava di 31,5 Hz è di 63 Hz.

Ma, anche in questo caso, la frequenza di riferimento per stabilire le ottave sono i 1000 Hz.

Infatti, scendendo di frequenza avremo: 1000 Hz, 500 Hz, 250 Hz, 125 Hz, 63 Hz e 31,5 Hz.

A salire troveremo tutte le altre, fino a 16 kHz.

Oggi giorno è di moda in fonologia utilizzare dispositivi per "distorcere"

l'audio e si sente parlare spesso di dispositivi "due bande", "quattro bande" e così via.

Penso si riferiscano a una suddivisione dello spettro acustico utilizzato nelle radiotrasmissioni in "qualcosa" che prende spunto da quanto adottato per le misure in acustica.

## Velocità del Suono

La perturbazione del mezzo che ci fa percepire il suono, si propaga ad una certa velocità che dipende dalla densità e dalla elasticità del mezzo stesso.

Nell'aria, alla pressione di 1014 hPa, con il 60% UR e alla temperatura di 20 °C, è di 334 m/s.

Questo dato ci tornerà utile quando parleremo di "onde stazionarie" in ambiente riverberante.

Nella gomma, la velocità di propagazione scende intorno ai 50 m/s mentre nel vetro, sale oltre i 4000 m/s con un comportamento curioso delle fratture che "viaggiano" a velocità supersonica.

## Campo Sonoro Libero

Si intende un volume di spazio interessato da una perturbazione generata da una stessa sorgente in assenza di riflessioni.

Un tale campo, si ottiene artificialmente in camera anecoica ed eseguendo le opportune misure, troveremo che l'intensità della pressione acustica diminuisce di 6 dB, cioè si dimezza, ad ogni raddoppio della distanza dalla sorgente stessa.

## Campo Sonoro Riverberante

Se la nostra sorgente la poniamo in una normale stanza, come è la nostra sala radio, allora la perturbazione acustica arrivata a contatto di una parete, sarà soggetta a tre fenomeni. La riflessione, la trasmissione attraverso la parete e, di conseguenza, l'assorbimento.

Il campo sonoro subirà delle conseguenze dovute alla presenza contemporanea di questi tre fenomeni, il più importante dei quali, per noi, è la riflessione che genera onde stazionarie acustiche nell'ambiente dove si instaurerà un campo che prenderà il nome di campo riverberante o campo diffuso (dalle pareti, dal soffitto e dal pavimento).



# La Newsletter di R.R.

Il riverbero non è altro che l'eco e si definisce "tempo di riverbero" il tempo che il campo impiega a decrescere di 1000 volte (-60 dB) dopo una perturbazione impulsiva.

In una sala radio, sarebbe opportuno ridurre al minimo il riverbero, mediante l'utilizzo di opportune strategie come l'impiego di pannelli assorbenti e tendaggi, altrimenti l'uso della cuffia diviene indispensabile perché il tono puro, com'è il suono di una trasmissione telegrafica, genera in un ambiente riverberante onde stazionarie molto intense e fastidiose per la comprensibilità delle comunicazioni.

Conoscendo la posizione della sorgente, la frequenza (o meglio la lunghezza d'onda corrispondente) e la velocità di propagazione del suono, si può calcolare dove si posizioneranno i vari ventri e nodi delle onde stazionarie ma, ripeto, per un uso confortevole della nostra sala radio, è meglio non averci a che fare.

## Campo Sonoro Vicino

Se ci avviciniamo molto alla sorgente della perturbazione, anche se ci troviamo in un ambiente riverberante, l'effetto delle riflessioni diventa irrilevante e, allora, nello spazio vicino alla sorgente, siamo immersi in un "campo sonoro vicino" (alla sorgente).

In acustica, è importante sapere da che tipo di campo siamo circondati, altrimenti è facile commettere notevoli errori nelle misure.

## Potenza sonora

La potenza sonora, è funzione della pressione sonora al quadrato, come la potenza elettrica, è funzione della tensione elettrica al quadrato. E' intuitivo vedere che la forza esercitata dalla pressione su una superficie, genera un movimento con una direzione identica a quella della perturbazione stessa, per cui si ottiene del "lavoro" la cui quantità sarà funzione del valore efficace della variazione di pressione e della durata nel tempo in cui questa si manterrà, in altre parole il lavoro sarà funzione della potenza sonora che la sorgente riuscirà a trasferire ad una superficie di area unitaria.

Il fattore che lega la pressione acustica misurata alla potenza acustica della sorgente, è la resistenza che oppone il mezzo all'essere messo in vibrazione.

Questa resistenza "sonora", è il prodotto fra la velocità di propagazione della perturbazione  $V$  nel mezzo che attraversa e della densità  $D$ , del mezzo stesso.

La relazione che ci interessa è, dunque:

$$\text{Potenza sonora} = \text{pressione}^2 / V * D \text{ (per area unitaria m}^2\text{)}$$

e la potenza sonora totale di una sorgente, sarà la sommatoria del numero di "Potenze sonore" che si troveranno distribuite sulla superficie di una sfera di raggio  $r$  (distanza di misura) con centro coincidente con la sorgente stessa e questo perché il suono, se il mezzo è isotropo, si propaga per sfere concentriche.

E' dunque possibile calcolare la potenza sonora di una sorgente, misurando la pressione sonora ad una certa distanza  $r$  con opportuni microfoni a condensatore (chi ha detto che i microfoni servono solo a trasmettere in fonìa?).

Come al solito, siccome avremo a che fare con uno spettro di valori molto ampio, e anche molto piccoli, l'unità di misura sarà il solito decibel, con riferimento ad un livello di potenza sonora  $L_r$  di  $10^{-12}$  watt.

La relazione logaritmica fra il livello di potenza  $L$  (ho già usato la lettera  $P$  per indicare la pressione) in esame e quello  $L_r$  di riferimento sarà:

$$\text{Livello di potenza sonora} = 10 \text{ Log } L / L_r \text{ (dB) Log in base 10}$$

Per esempio, una persona che sussurra, genera un livello di potenza sonora compreso fra  $10^{-9}$  e  $10^{-8}$  W (+30/+40 dB), quando parla normalmente sale a  $10^{-6}/10^{-5}$  W (+60 / +70 dB) e se urla raggiunge i  $10^{-3}/10^{-2}$  W (+90/+100 dB).

Magari non tutti riescono a raggiungere questi livelli ma, se non ricordo male, la dinamica sonora di un tenore è maggiore di 60 dB. Ho accennato al fatto che per misurare una pressione sonora, si usano microfoni a condensatore che presentano una particolare curva di risposta in frequenza, in modo che la loro uscita sia proporzionale alla pressione sonora realmente presente nel punto di misura in loro assenza, questo per tener conto delle riflessioni che essi provocano e che si tradurrebbero in un incremento di pressione nel punto di misura causato dalla loro presenza.

L'uscita del microfono a condensatore, viene successivamente elaborata da uno strumento chiamato fonometro munito di opportuni filtri, per una corretta analisi del suono e anche di una particolare forma del contenitore, per ridurre al minimo le riflessioni del suono che anch'esso produrrebbe nella zona occupata con alterazioni importanti della misura.

## L'Orecchio

Definiti i principali parametri del suono, torniamo alle nostre sensazioni acustiche e cominciamo a parlare dell'orecchio.

Nell'immaginario collettivo, l'orecchio è l'organo dell'udito, ma per orecchio, s'intende normalmente il padiglione auricolare e il timpano. Invece non è così semplice e allora vediamo di scoprire come è costituito effettivamente e quali sono i suoi segreti.

Dal punto di vista della funzionalità, l'orecchio è diviso in tre sezioni.

## Orecchio esterno

E' formato dal padiglione auricolare e dal meato (canale) uditivo. Il loro compito è far giungere le variazioni di pressione atmosferica a frequenza acustica al timpano.

## Orecchio medio

Costituito dal timpano, martello, incudine e staffa (catena degli ossicini) e da due muscoli: il tensortimpano e lo stapedio.

Tutto questo serve a trasmettere le vibrazioni acustiche indotte sul timpano alla coclea.

La struttura è stata "progettata" per trasformare la normalmente debole pressione acustica, che sollecita il timpano, in una più elevata pressione sulla staffa, in modo da ottenere il miglior trasferimento di energia acustica da un mezzo a bassa densità, l'aria, ad uno a elevata densità, la perilinfa.

In definitiva, è un adattatore d'impedenza.

## Orecchio interno

E' formato da una complessa struttura chiamata coclea (potete immaginarvi un tubicino lungo circa 30 mm), avvolta a chiocciola, e dai canali semicircolari.

La coclea trasforma le sollecitazioni acustiche di tipo meccanico, che le arrivano dalla catena degli ossicini, in segnali elettrici, che trasportati dal nervo acustico al cervello permetterà a quest'ultimo di "inventarsi" il suono, ovvero di dare alla persona, la percezione acustica.

L'interno della coclea è diviso longitudinalmente in due parti, la scala vestibolare e la scala timpanica, dalla membrana basilare. I due volumi di spazio, sono comunicanti fra di loro, attraverso un'apertura chiamata elicotrema.

E' riempita da un liquido organico, la perilinfa e, mentre la scala vestibolare riceve le sollecitazioni acustiche dalla staffa attraverso una membrana semirigida chiamata finestra ovale, al termine della scala timpanica è presente un'altra membrana, questa volta elastica, la finestra rotonda, che ha il compito di agevolare il propagarsi della sollecitazione acustica, attraverso la perilinfa, funzionando come molla di richiamo.

All'interno della membrana basilare, è sistemato il nostro sensore dell'udito: l'organo del Corti.

L'organo del Corti è formato dalla membrana tectoria, una "palpebra" della membrana basilare, che sfiorata da un tappeto di cellule cigliate sottostante, mosse dalla perilinfa, genera i segnali elettrici inviati successivamente al cervello dal nervo acustico.

La membrana basilare è un poco più corta della coclea e il suo comportamento vibrazionale è quello di una mensola elastica incastrata ad una estremità, quella dove sono posizionate le due finestre.

Ovvero, le cellule cigliate più vicine alla finestra ovale, saranno più sensibili alle sollecitazioni vibrazionali ad alta frequenza della perilinfa, mentre quelle vicine all'elicotrema, con tutta la massa della membrana basilare da mettere in movimento, saranno sollecitate maggiormente dalle frequenze basse.

Dal momento che il nervo acustico è a contatto con l'organo del Corti per tutta la sua lunghezza, ogni singolo punto di contatto, darà al cervello l'informazione della frequenza della sollecitazione acustica, mentre il numero di "strusciate" fra le cellule cigliate e la membrana tectoria, ne darà l'informazione dell'ampiezza dal momento che maggiore è l'intensità della sollecitazione acustica sulle cellule cigliate, maggiore sarà la durata della loro oscillazione.

## Sensazione sonora

Richiamo ancora una volta la vostra attenzione che esiste il fenomeno fisico reale, la variazione di pressione, e la sensazione sonora che, invece, appartiene alla sfera della soggettività.

Tutto ciò di cui parlerò va inteso, allora, come il risultato di una indagine effettuata su un campione rappresentativo di soggetti normoudenti.

Abbiamo già introdotto nel nostro discorso il dB lps, ovvero l'unità di misura del "livello pressione sonora" e adesso definiremo una ulteriore unità che appartiene al campo della soggettività, perché l'essere umano sente suoni e quindi siamo "costretti" a misurare e parlare di suoni.

L'unità di misura si chiama dB lss, cioè "dB livello di sensazione sonora".

Questa unità di misura, ci permetterà di quantificare con quale "rendimento" la nostra catena orecchio, nervo acustico e cervello, riuscirà a trasformare una perturbazione acustica, cioè un fenomeno fisico reale, in sensazione sonora soggettiva, in funzione sia dell'intensità sia della frequenza della perturbazione acustica stessa.

Il riferimento del dB lss è stato scelto uguale a quello del dB lps, perché alla frequenza di 1000 Hz la pressione di  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa, risulta essere quella al di sotto della quale una persona NON riesce più ad avere sensazioni sonore e si trova, come vedremo, al centro del tratto "piatto" della curva.

Da non confondere con la soglia di massima sensibilità sonora dell'uomo che si colloca, invece, fra i 3500/4000 Hz grazie, anche, al comportamento del meato uditivo.

La tecnica usata per tracciare l'andamento della sensazione sonora (fenomeno psicologico) in funzione dell'ampiezza della pressione sonora e della sua frequenza (fenomeno reale) è molto semplice anche se lunga da eseguire.

Decidiamo, per esempio, di tracciare la curva di "isosensazione" pari a 10 dB lss, che è la più bassa della famiglia.

Si fanno indossare un paio di cuffie campione ad una persona normoudente.

Si pilotano le cuffie con un segnale sinusoidale di riferimento alla frequenza di 1000 Hz e con un'ampiezza tale da generare all'orecchio della persona una pressione sonora pari a 10 dB lps (la curva di "durezza" delle cuffie è conosciuta per cui si sa con quale ampiezza di segnale elettrico occorre pilotarle per ottenere i vari livelli di pressione acustica che ci servono) e successivamente si fa ascoltare alla persona, per esempio, un tono a 31,5 Hz, aumentandone via via il livello di dB lps (fenomeno reale) finché la persona afferma di

"sentire" (fenomeno psicologico) il tono a 1000 Hz e quello a 31,5 Hz allo stesso livello sonoro, ha cioè la stessa sensazione sonora alle due frequenze.

Andando a controllare la pressione che le cuffie generavano, si scopre, così, che il livello di pressione sonora alla frequenza di 31,5 Hz è di +60 dB lps (fenomeno reale) mentre quella di riferimento a 1000 Hz era di +10 dB lps, come abbiamo detto in precedenza.

In conclusione, perché una persona abbia la STESSA sensazione sonora (fenomeno psicologico) alle due frequenze, occorre che il tono a 31,5 Hz fornisca una pressione sonora (fenomeno fisico) maggiore di 50 dB, rispetto a quella presa come riferimento a 1000 Hz.

Questa procedura si ripete passo passo da 31,5 Hz a 16 kHz, fino ad ottenere la curva completa dell'andamento della sensazione sonora della persona al livello di 10 dB lss.

Poi, si ripete per tutti gli altri livelli di sensazione sonora, cioè a 20 dB lss, 30 dB lss, e così via, fino al limite di sopportabilità di ciascun soggetto, ricordando sempre che a 1000 Hz, i vari livelli di dB lps e quelli di dB lss coincidono per nostra scelta, in quanto "frequenza di riferimento" per i nostri paragoni.

Si ottiene, così, una famiglia di curve di "isosensazione" che presentano lo stesso andamento.

Questo è caratterizzato da una zona praticamente "piatta" fra i 400 Hz e i 1600 Hz (i livelli di dB lps e di dB lss coincidono) mentre al di sotto dei 400 Hz e fino a 31,5 Hz le curve si impennano (per avere la stessa sensazione sonora del riferimento, la pressione sonora deve aumentare moltissimo) fino a toccare differenze enormi pari a 50 dB.

Al contrario, al di sopra dei 1600 Hz, la "sensibilità" orecchio-cervello aumenta e, quindi, le curve presentano un avvallamento che tocca un minimo intorno ai 4000 Hz di circa -8 dB, rispetto al riferimento, per poi impennarsi di nuovo fino ai 16 kHz con circa +15 dB d'incremento.

Ai livelli medio-alti di sollecitazione pressoria, l'intervento dello stapedio e del tensortimpano, tende comunque ad una certa linearizzazione delle curve.

Tutto questo spiega perché, in fonologia, si usano filtri passa-alto con frequenza di taglio di 350 Hz.

Se così non fosse, la maggior parte dell'energia del segnale dovrebbe essere contenuta dalle "basse" frequenze per renderle udibili all'operatore, senza per questo aumentare l'intelligibilità del messaggio.

Normalmente, in campo medico, l'orecchio può essere affetto da patologie, questa famiglia di curve è conosciuta non con l'unità dB lss ma con l'unità Phon.

È interessante notare che, per esempio, il livello di 80 dB lss (80 phon) non ci "sembra" di intensità doppia rispetto ad uno a 40 dB lss (40 phon) ma che per avere questa sensazione di raddoppio è sufficiente passare dalla curva 40 dB lss (40 phon) a quella a 50 dB lss (50 phon).

Bisogna anche sapere che nella valutazione soggettiva dell'ampiezza delle variazioni dei livelli sonori, una differenza di 2 dB passa inosservata, fino a 5 dB, si nota appena e dopo i 5 dB è nettamente percettibile raggiungendo la sensazione di raddoppio quando la differenza raggiunge i 10 dB.

Adesso torniamo a parlare del fonometro, in particolare dei filtri al suo interno.

Tre di questi filtri permettono allo strumento di dare una indicazione immediata dei dB lss (fenomeno psicologico) rilevati nonostante lo strumento misuri dB lps (fenomeno fisico).

Il fonometro cerca di comportarsi, cioè, come la catena orecchio-cervello umano.

Cerca di comportarsi, perché sarebbe molto difficile e dispendioso riprodurre dei filtri, con una risposta uguale a quella della nostra famiglia di curve di isosensazione e allora ci accontentiamo di soli tre filtri che hanno una risposta in frequenza con andamento approssimato al comportamento dell'orecchio-cervello umano.

Il primo filtro è chiamato A e dà l'indicazione di isosensazione (fenomeno psicologico) espressa in dBa anziché in dB lss (così ci ri-

cordiamo che stiamo valutando una approssimazione del fenomeno (psichico), viene usato quando si misurano bassi livelli di pressione sonora (fenomeno fisico).

Il secondo filtro si chiama B, lettura in dBb, usato a livelli medi di pressione sonora, mentre il terzo è il C, lettura dBc, per alti livelli di pressione sonora.

Esiste anche un filtro D, usato solo per livelli sonori estremi come quelli generati da motori a getto (aerei, razzi, etc.).

Queste approssimazioni, sono, però, ben correlate con la realtà della sensazione umana e ci permettono di conoscere velocemente la sensazione provata da un individuo posto nell'ambiente in cui si effettuano le misure.

Per un'analisi precisa della situazione acustica, invece, si usa il fonometro con i filtri a ottave e/o a terzi di ottava e i dati saranno successivamente elaborati dall'operatore, secondo quanto previsto dalle norme ISO, per giungere alle conclusioni finali.

## Mascheramento

Un fenomeno psichico molto interessante per noi appassionati di telegrafia, è quello del "mascheramento".

Quando ascoltiamo una nota pura, o una banda di rumore molto stretta, questo ascolto inibisce la percezione di altri suoni.

Il mascheramento è tanto maggiore quanto più intensa è la nota che stiamo ascoltando.

Ecco perché, inconsciamente, tendiamo ad alzare il volume in cuffia in presenza di interferenze. E non è vero che il discriminare una particolare emissione telegrafica in mezzo a tante altre, sia appannaggio solo di persone allenate a farlo, ma è una delle varie possibilità naturali del cervello umano, anche se l'allenamento aiuta.

Solo che non si sa di averla, ma l'Acustica, ci ha permesso addirittura di quantificarla con una famiglia di curve.

Ancora un veloce richiamo sulla soggettività della frequenza del pitch.

Il meato uditivo, oltre a proteggere il timpano, si comporta come un risonatore acustico.

Presenta, infatti, due frequenze di risonanza.

La prima intorno agli 850 Hz dove la pressione acustica sul timpano è maggiore di circa 3 dB rispetto a quella catturata dal pa-

digione auricolare e la seconda intorno a 2300 Hz dove il guadagno supera i 10 dB.

Questi valori sono una media di quelli presentati dal solito campione di normoudenti e quindi non è detto che ciascuno di noi abbia queste risonanze proprio su quelle due frequenze, ma certamente la prima l'avremo fra i 550/650 Hz e gli 800/900 Hz.

Ecco, allora, che ciascuno di noi regolerà il pitch per andare a centrarla, oppure per evitarla, a seconda delle nostre sensazioni sonore preferite.

In ultimo due parole sullo stapedio e il tensortimpano.

In presenza di pressioni acustiche oltre una certa soglia, il primo devia il movimento della staffa mentre il secondo, come dice il nome, mette in tensione la membrana del timpano.

Queste due manovre servono a proteggere il nostro sistema uditivo da sollecitazioni eccessive, ma ricordiamoci che se le sollecitazioni eccessive sono protratte nel tempo, lunghe esposizioni in ambienti molto rumorosi senza adeguate protezioni (cuffie insonorizzanti), oppure lunghi ascolti in cuffia con "volume" impossibile come fanno i giovani quando ascoltano certa musica (?), allora, a lungo andare, le prestazioni del nostro udito decadranno irreversibilmente fino alla sordità.

Ma prima di giungere alla sordità, noi non dobbiamo dimenticare che lo stapedio e il tensortimpano, sono due muscoli e come tutti quelli del nostro corpo, se fatti lavorare molto, si stancano.

E loro lavorano anche quando ascoltiamo in cuffia a volume medio. Ecco spiegato in buona parte quel senso di stanchezza che ci assale dopo lunghe ore passate ad ascoltare e quel sollievo che proviamo tutte le volte che fermiamo la ventola del nostro P.A.

Infine, due suggerimenti: tenere sempre il livello audio delle cuffie il più basso possibile e ascoltare in altoparlante solo dopo aver reso meno riverberante possibile la sala radio.

Spesso si vedono fotografie dove il progettista della sala radio era sicuramente a digiuno di acustica oppure non si volevano investire/spendere soldi.

## Bibliografia:

*Appunti di un corso di Acustica seguito negli anni '70 (ma tanto il suono non è cambiato). Sono disponibile su 3558 kHz A1A per eventuali approfondimenti.*

## Le prestazioni dei ricevitori Come migliorarle



L'obiettivo di questo libro è quello di fornire ai radioamatori gli elementi utili per migliorare la qualità della ricezione ottenuta con ricevitori autocostruiti o commerciali, per ascoltare in modo professionale. I QSO, ascoltati in mezzo a rumori di tutti i tipi, danno una ricezione non soddisfacente, accettata solo perché la cultura del radioamatore è che un ricevitore buono debba essere sensibile e quindi captare rumore, sempre. Il QRM è vissuto come una manifestazione della sensibilità del ricevitore.

Il libro riporta l'evoluzione della qualità dell'ascolto, incominciando dal miglioramento dell'antenna. Un'antenna buona come la delta loop o la cubical quad, posta a un'altezza adeguata, porta ad un aumento del segnale in ingresso, ma non consente, da sola, un ascolto professionale.

Il problema si affronta migliorando l'ingresso del ricevitore o introducendo un filtro opportuno tra l'antenna ed il ricevitore.

Per affrontare le modifiche da apportare sul proprio ricevitore, seguiremo la traccia dello schema a blocchi: partendo dall'antenna, poi al preselettore, quindi al preamplificatore e all'attenuatore per arrivare al mixer e all'oscillatore ed in fine alla media e all'audio frequenza. **Offerta a Euro 7,00**

Mandate i vostri ordini a: **RadioRivista** - Fax 02/67078923 - E-mail: spedizioni@ari.it