



## Introducción a la acústica

El sonido cuando se hace desagradable al oído humano se denomina ruido y ecológicamente hablando es una forma de contaminación cada día más extendida como consecuencia del desarrollo industrial.

Podríamos definirlo como un fenómeno vibratorio que se propaga en un medio elástico (generalmente el aire) causando variaciones de la presión dentro del mismo.

Debido a que el oído humano percibe fundamentalmente el tono (frecuencia) y la intensidad (presión sonora) los sonidos se caracterizan por estos dos conceptos:

### 1.- FRECUENCIA:

Número de ciclos de la onda sonora en la unidad de tiempo. Unidad más utilizada el Herzio (ciclos / segundo). Los sonidos comprendidos entre 20 Hz a 20.000 Hz son los percibidos por el oído humano y se denominan frecuencias audibles. Los sonidos inferiores a 20 Hz se denominan infrasonidos y los superiores a 20.000Hz ultrasonidos.

Se distinguen tres gamas de frecuencias en función del oído humano.

- Graves (20 a 400 Hz)
- Medios (400 a 1.600 Hz)
- Agudos (1.600 a 20.000 Hz).

### 2.- PRESIÓN SONORA.

El oído de una persona sana puede detectar una presión sonora cuya amplitud sea 20 millonésimas de Pascal (20  $\mu$  Pa), lo que representa unas 5.000.000.000 de veces menor que la presión atmosférica normal. Un cambio de 20  $\mu$  Pa. es tan pequeño que hace que el tímpano se desvíe una distancia menor al diámetro de una molécula de hidrógeno simple. Sorprendentemente el oído humano puede tolerar presiones sonoras superiores a un millón de veces más altas. Si midiéramos el sonido en Pa. utilizaríamos unas cantidades enormes e inimaginables. Para evitar esto se utiliza otra escala como es el decibelio (dB).

El decibelio no es una unidad de medida absoluta (no tiene unidades físicas). Es una relación logarítmica entre una cantidad medida y un nivel de referencia acordado (20  $\mu$  Pa). Esto permite que la escala de decibelios se aproxime mucho mejor a la percepción humana de sonoridad relativa que la escala en Pa. ya que el oído reacciona a un cambio logarítmico de nivel de presión sonora.

En términos de nivel de presión sonora, los sonidos audibles van desde el umbral de audición de 0dB hasta el umbral del dolor que está alrededor de 130 dB.

El cambio más pequeño que podemos percibir corresponde a 3dB y cada 10dB el sonido parece, subjetivamente, que se dobla. (Físicamente se dobla cada 6dB).

Para hacernos una idea veamos algunos valores en dB en distintos ambientes:

En una biblioteca de 30 a 40 dB. Una oficina de 60 a 70 dB. Un camión pesado sobre los 90 dB. Un martillo neumático sobre 105dB y un reactor despegando 125 dB.

Internacionalmente hay cuatro grados de ponderación en los decibelios según las frecuencias en las que se deba medir y de acuerdo a la fisiología del oído humano son las curvas "A", "B", "C", "D".

La más utilizada es la sonoridad de la curva "A". Estos son los decibelios A(dBA). En el otro extremo la curva "D" se ha estandarizado para mediciones del ruido de los reactores y aviación en general.

### REVERBERACIÓN

El fenómeno de reverberación se produce como consecuencia de los sucesivos rebotes de la onda sonora sobre las paredes del recinto.

Así el sonido original tardará cierto tiempo en atenuarse al no ser absorbido por el medio.

Convencionalmente se define el tiempo de reverberación como el tiempo que tarda el sonido en pasar de la intensidad del sonido inicial a otra un millón de veces menor.

### COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ALFA ( $\alpha$ )

Cuando la onda sonora incide sobre una superficie, parte de ella es absorbida y parte es devuelta al medio. La relación entre la energía incidente y la reflejada se define como coeficiente de absorción Alfa ( $\alpha$ ). El valor de  $\alpha$  varía entre 0 y 1 y puede darse en %.

Los valores de  $\alpha$  difieren para las distintas frecuencias en un mismo material.

## PASOS A DAR EN EL AISLAMIENTO ACÚSTICO.

### ABSORBER

Conseguir que el tiempo de reverberación sea el mínimo.

### AISLAR

Aumentar la masa de las paredes.

### AMORTIGUAR

Reducir la resonancia del conjunto.

## Connaissance sur l'acoustique

Quand le son devient désagréable à l'oreille humaine, il est appelé "bruit" et, du point de vue écologique, c'est une forme de pollution qui s'étend de plus en plus à cause du développement industriel. Nous pourrions le définir comme un phénomène vibratoire qui se propage, dans un milieu élastique (généralement dans l'air), et qui provoque des variations de la pression.

L'oreille humaine perçoit le ton (la fréquence) et l'intensité (la pression sonore) des sons, c'est pour-quoi ceux-ci peuvent être expliqués suivant les deux définitions suivantes:

### 1.-FRÉQUENCE:

Nombre de cycles de l'onde sonore en une unité de temps. L'unité la plus employée est le Hertz (cycles/seconde).

Les sons compris entre 20 Hz et 20000 Hz sont les mieux perçus par l'oreille humaine et s'appellent fréquences audibles.

Les sons inférieurs à 20 Hz s'appellent infrasons et ceux supérieurs à 20000Hz sont les ultrasons.

Nous pouvons différencier 3 gammes différentes de fréquences, compte tenu de l'oreille humaine.

- Fréquence grave (de 20 à 400 Hz)
- Fréquence moyenne (de 400 à 1600 Hz)
- Fréquence aigüe (de 1600 à 20000 Hz)

### 2.-PRESSION SONORE.

Une oreille saine peut détecter une pression sonore dont l'ampleur est de 20 millièmes de Pascal (20  $\mu$  Pa) ce qui représente 5.000.000.000 de fois moins que la pression atmosphérique normale.

Une variation de 20  $\mu$  Pa est si petite que le tympan est déformé d'une valeur de distance inférieure au diamètre d'une molécule simple d'hydrogène.

L'oreille humaine peut supporter des pressions sonores un million de fois plus fortes.

Si nous mesurons le son en Pa nos sommes forcés d'employer des chiffres énormes. Afin d'éviter ceci, une échelle différente est employée. C'est le décibel (dB).

Le décibel n'est pas une unité de mesure absolue (sans d'unités physiques). Il représente la relation logarithmique entre une quantité mesurée et un niveau de référence accordé (20  $\mu$  Pa).

Ceci permet que dans l'échelle des décibels la perception humaine de sonorité absolue s'approche beaucoup mieux que dans l'échelle en Pa, car l'oreille humaine réagit à un changement logarithmique du niveau de la pression sonore.

En termes de niveau de pression sonore, les sons audibles vont depuis le seuil d'audibilité de 0 dB jusqu'au seuil de la douleur qui se trouve autour de 130 dB

Le changement le plus petit que nous pouvons percevoir correspond à 3 dB et tous les 10 dB, le son semble se doubler subjectivement (physiquement le son se double tous les 6 dB).

Pour mieux comprendre tout ceci, voyons ci-dessous quelques valeurs en dB dans des ambiances différentes:

Dans une bibliothèque le son est de 30 à 40 dB.

Dans un bureau il va de 60 à 70 dB.

Le son produit par un poids lourd est de 90 dB et un réacteur provoque en au décollage 125 dB.

Il existe internationalement 4 degrés de pondération des décibels selon les fréquences employées et tenant compte de la physiologie de l'oreille humaine.

Ce sont les courbes "A", "B", "C" et "D".

La sonorité la plus employée est celle de la courbe "A". Ce sont les décibels A(dBA).

Nous trouvons à l'opposé la courbe "D" qui est devenue la plus habituellement employée pour les mesures du bruit des réacteurs et de l'aviation en général.

### REVERBERATION.

Le phénomène de la réverbération est dû aux rebondissements successifs de l'onde sonore contre les murs de l'enceinte.

C'est ainsi que le son original mettra un certain temps à s'atténuer car il ne sera pas absorbé par le milieu. Le temps de réverbération est le temps que le son met à passer de l'intensité du son initial à une autre intensité un million de fois inférieure.

### COEFFICIENT D'ABSORPTION ALPHA ( $\alpha$ )

Quand une onde sonore a une incidence sur une surface, une partie de celle-ci est absorbée et une autre revient au milieu. La relation entre l'énergie incidente et l'énergie réfléchie est appelée coefficient d'absorption Alpha ( $\alpha$ ). La valeur de  $\alpha$  varie entre 0 et 1 et elle peut être donnée en pourcentage.

Les valeurs de  $\alpha$  peuvent varier selon les différentes fréquences d'un matériel donné.

## DEMARCHE A SUIVRE POUR L'ISOLEMENT ACOUSTIQUE

### ABSORBER

Arriver à ce que le temps de réverbération soit le minimum possible.

### ISOLER

Augmenter la masse des murs.

### AMORTIR

Réduire la résonance de l'ensemble.

## Acoustic knowledge

Today noise is considered to be a very unpleasant form of pollution mainly due to the industrial development.

We could define it as a vibratory phenomenon, that in an elastic field (usually air) propagates itself, provoking pressure vibrations.

Due to the fact that the human ear perceives tone (frequency) and intensity (sonore pressure), sound is mainly characterised by these two factors.

### 1.- FREQUENCY :

Number of cycles of the sound wave in a unit time (Expressed in Hz=cycles/second.)

Sound between 20 Hz and 20000 Hz are perceived by human ear and are called audible frequencies. Sounds under 20 Hz are called infrasounds and those up to 20.000 Hz ultrasounds.

Three different ranges of frequencies should be distinguished :

- Low frequencies (20 to 400 Hz)
- Middle frequencies (400 to 1600 Hz)
- High frequencies (1600 to 20000 Hz)

### 2.- SONORE PRESSURE:

Human ear can detect a sonore pressure of an amplitude of 20 millionth (20  $\mu$  Pa), that means over 5.000.000.000 times lower than the normal atmospheric pressure.

A change of 20  $\mu$  Pa is so small that it makes the tympanum move less than the diameter of a hydrogen molecule. However, the human ear can tolerate a sonore pressure one million times higher.

If we measure sound in Pa we would have to use huge figures, that is why we use dB. The dB is not an absolute unit of measurement (without physical units). It is a logarithmic relation between a measured quantity and a reference level (20  $\mu$  Pa). That permits the decibel scale to be nearer to the human perception than the Pa scale, due to the fact that human perception reacts to a logarithmic change in the sonore pressure.

In terms of sonore pressure, audible sounds go from the audition threshold of 0dB to the pain threshold that is around 130 dB. The smallest change that we can perceive is 3dB and each 10 dB, sounds seems to double. (Physically it doubles itself each 6dB)

To better understand this, see the following examples:

- Library - 30 to 40 dB
- Office - 60 to 70 dB
- Lorry truck - 90 dB
- Power hammer - 105 dB
- Reactor - 125 dB

Internationally, there are four levels of weighting of decibels relating to the different frequencies to be measured and to the physiology of the human ear: Curves "A", "B", "C", "D".

The most useful is the one from the "A" curve, decibel A(dBA). On the other hand we have the "D" curve that has been standardized for the aircrafts.

### REVERBERATION.

The reverberation phenomenon is produced by the sound wave when rebounding into different walls.

As the original sound is not absorbed by the medium, it will take some time to be extinguished. Usually, we define the reverberation time as the time that the sound takes to go from the initial sound to another 1 million times smaller.

### ALPHA ABSORPTION COEFFICIENT ( $\alpha$ )

A part of the initial sound wave is absorbed and another part is reflected. That is what we call the relation between, the initial sound wave energy and the reflected energy, the  $\alpha$  absorption coefficient.

## STEPS TO BE TAKEN ON THE ACOUSTIC ISOLATION

### ABSORB

To reach the smallest reverberation time.

### ISOLATE

To increase the mass (material thickness).

### MITIGATE

To reduce the whole vibrations.