

A collection of approximately 15 squares in light blue, medium blue, and grey, arranged in a sparse, abstract pattern across the top half of the slide.

Introducción a la Acústica

Fenómenos acústicos

Sergi Soler Rocasalbas

sergi@aurea-acustica.com

1.- Propagación del sonido:

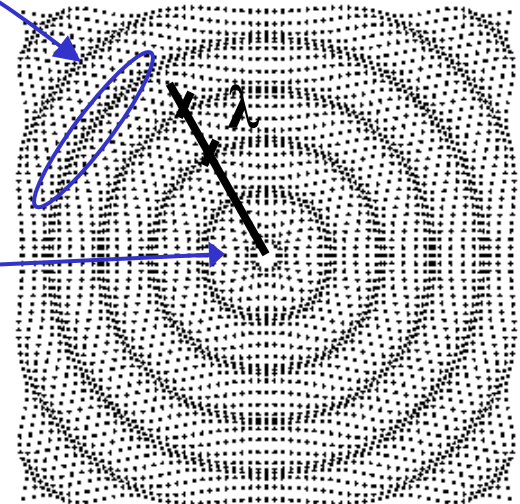
La geometría mas común de las ondas es la esférica.

La definen los frentes de onda.

La distancia entre los frentes de onda es la longitud de onda.

El centro se llama foco.

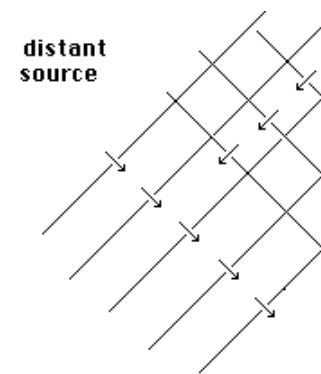
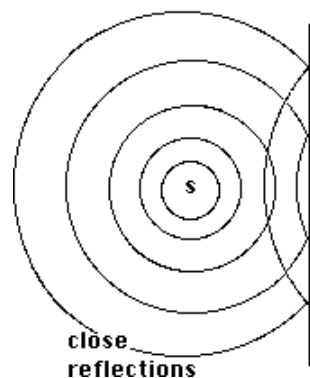
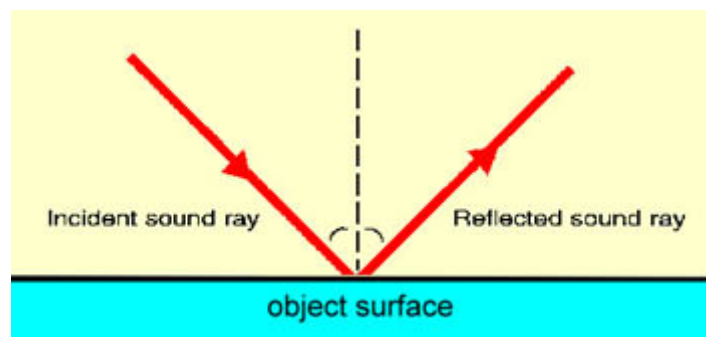
La velocidad de propagación es de 345 m/s (unos 1200 Km/h).



2.- Reflexión:

Cuando un frente de onda incide en una superficie se refleja siguiendo un ángulo de reflexión igual al de incidencia.

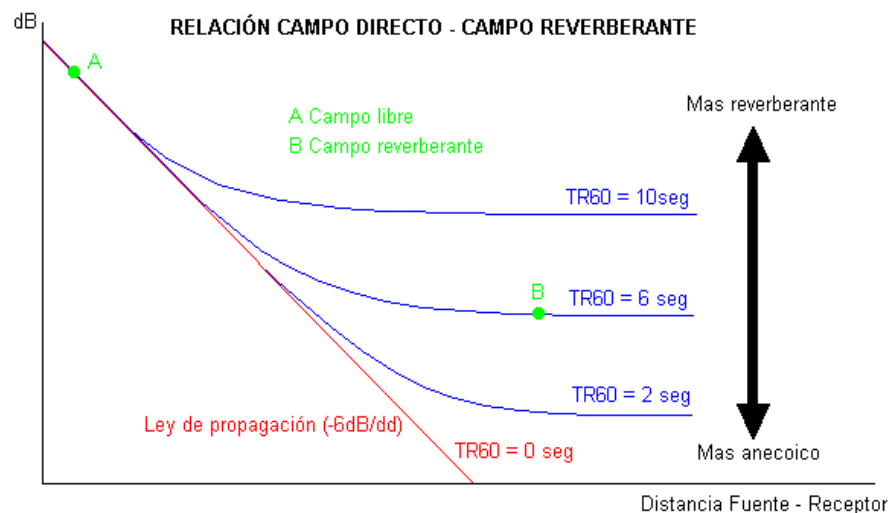
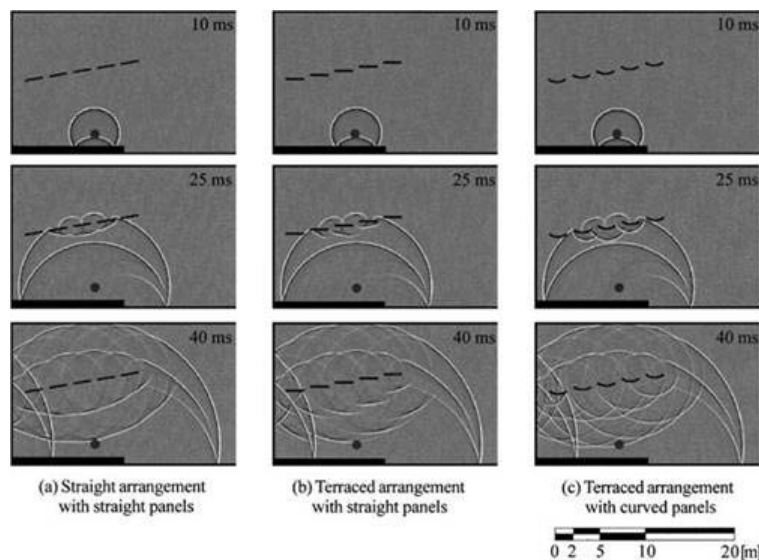
La cantidad de energía que se refleja viene dada por el coeficiente de absorción del material donde incide.



2.- Reflexión:

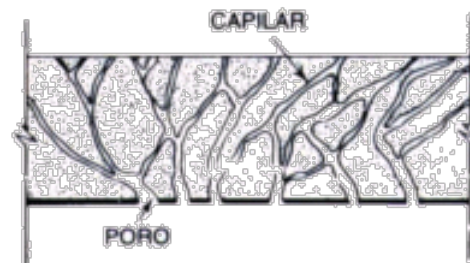
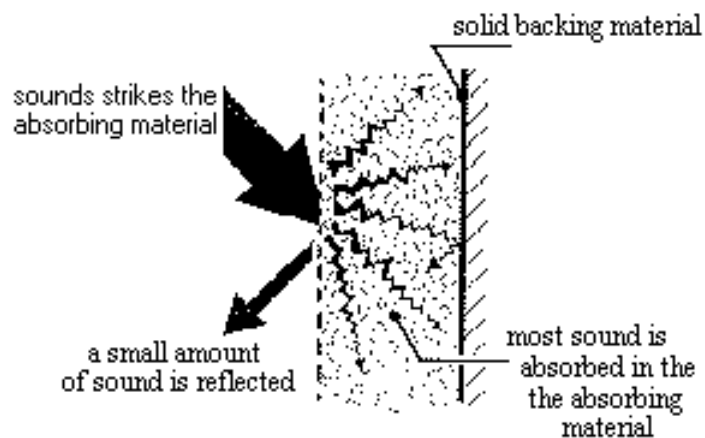
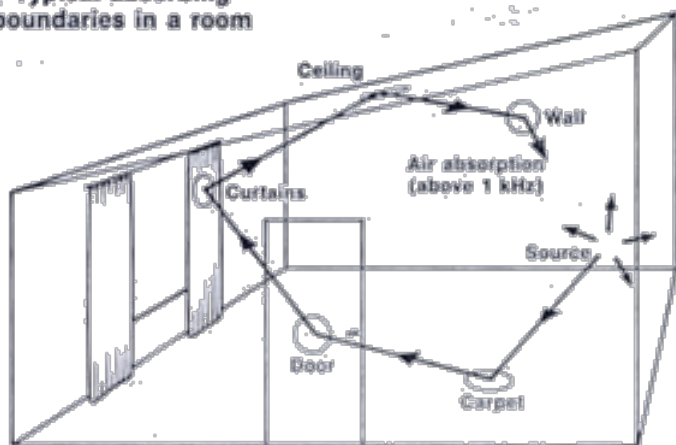
Su consecuencia es el campo difuso

- Hay interferencia entre las ondas directas y las reflexiones.
- El campo tiende a homogeneizarse en nivel.

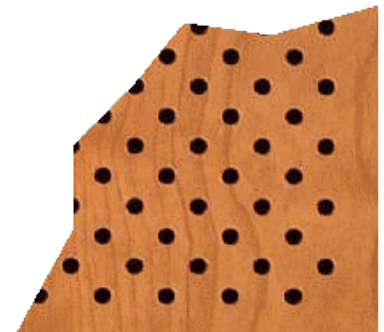
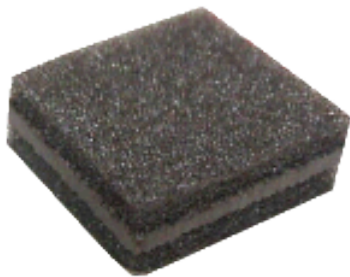


3.- Absorción:

Typical absorbing boundaries in a room

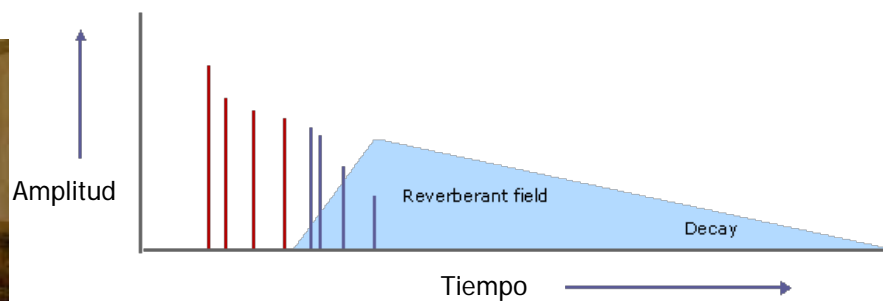
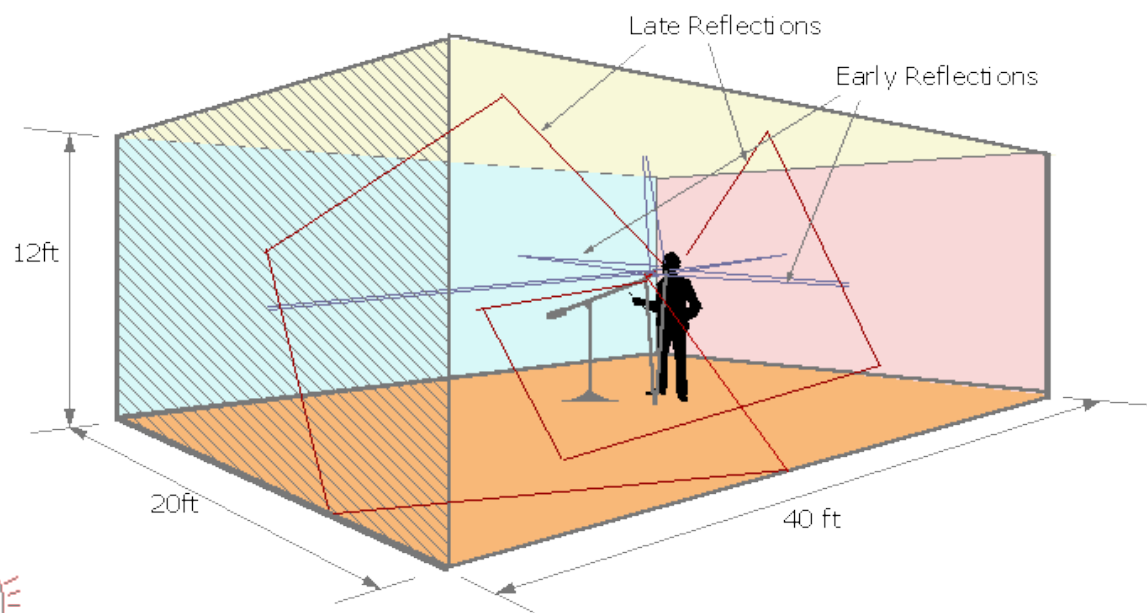


3.- Absorción:



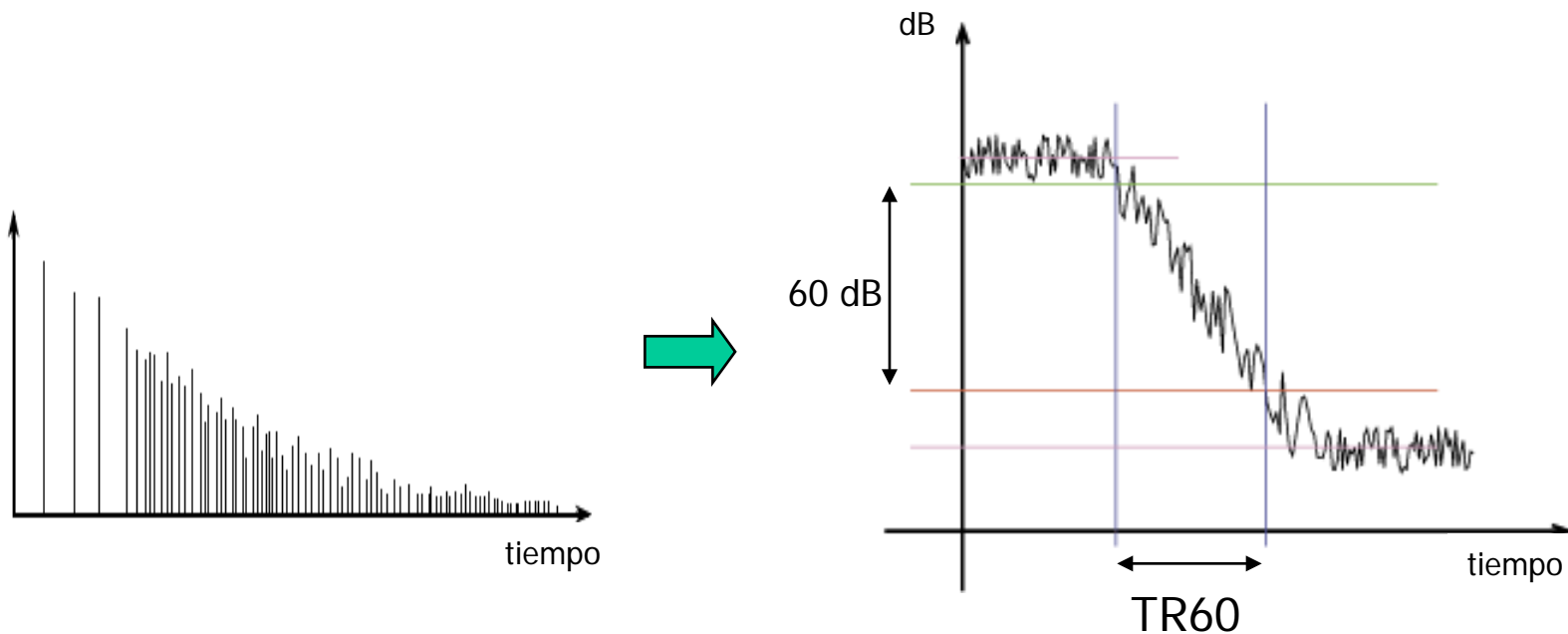
Reflexión + Absorción:

Su consecuencia es
el la reverberación



Cuantificación de la reverberación:

La reverberación de una sala se cuantifica como el tiempo (en segundos) que tarda el sonido en decaer 60 dB.

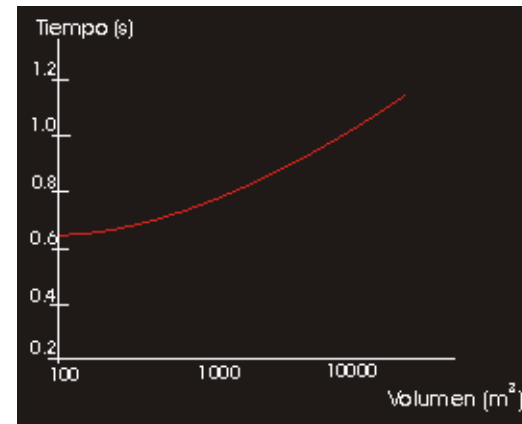
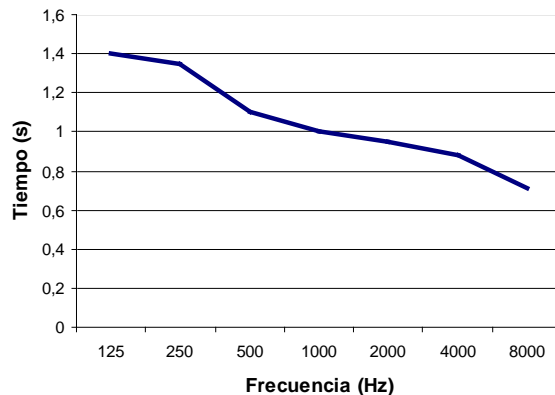


Cuantificación de la reverberación:

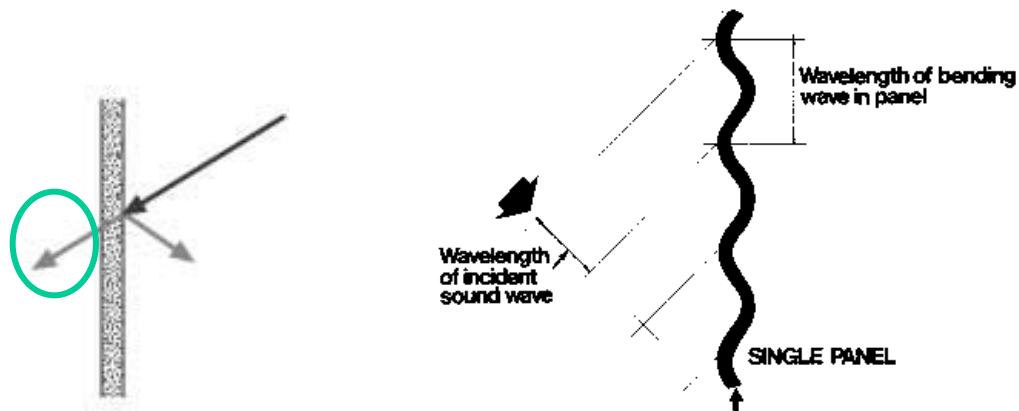
La reverberación de un local está muy relacionada con el volumen de este y la absorción de los materiales que forman sus superficies.

A diferentes frecuencia el TR60 varia mucho.

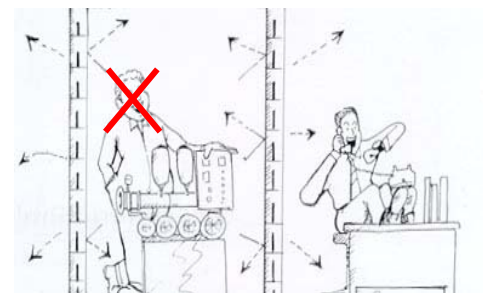
El TR60 de una sala se puede calcular antes de construirla.



4.- Aislamiento:



Mal aislamiento



Buen aislamiento

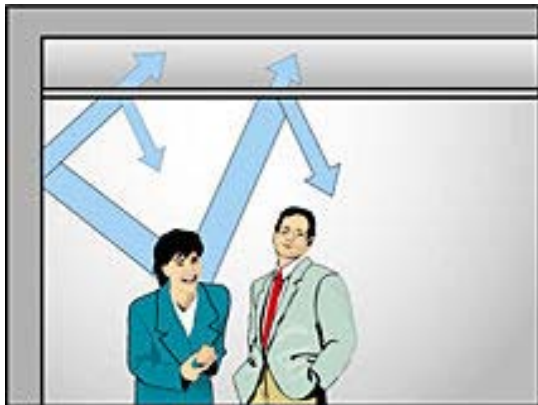
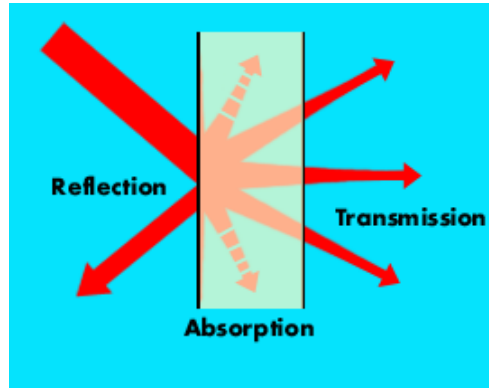
Absorción

≠

Aislamiento

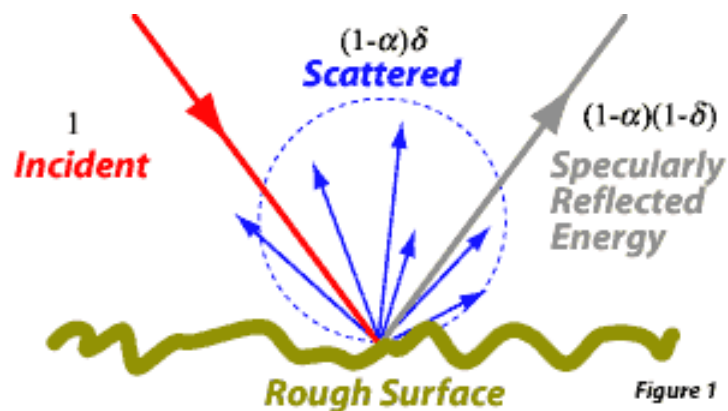
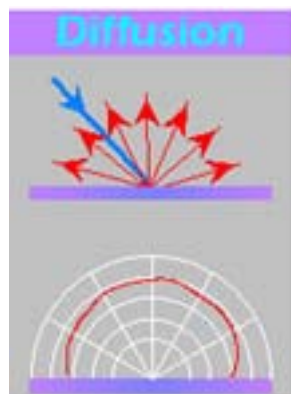
Acondicionamiento
acústico

Aislamiento
acústico



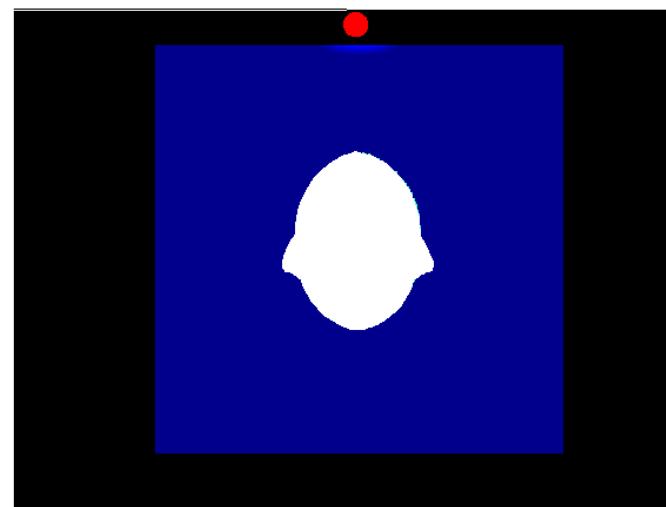
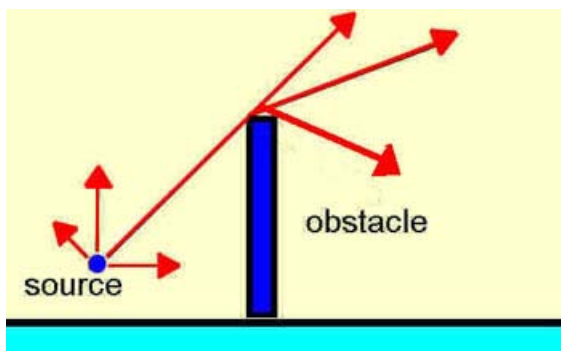
5.- Difusión:

Si la superficie donde se produce la reflexión presenta alguna rugosidad, la onda reflejada no solo sigue una dirección sino que se descompone en múltiples ondas.



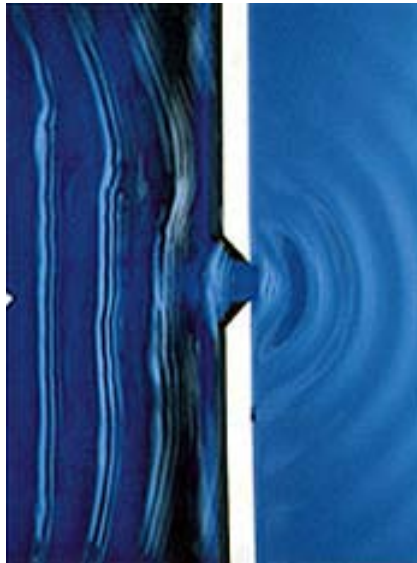
6.- Difracción:

Cuando una onda acústica se encuentra con un obstáculo de dimensiones menores a su longitud de onda (λ), esta es capaz de rodearlo atravesándolo.



6.- Difracción:

Otra forma de difracción es la capacidad de las ondas de pasar por orificios cambiando su divergencia a esférica con foco en el centro de éstos.



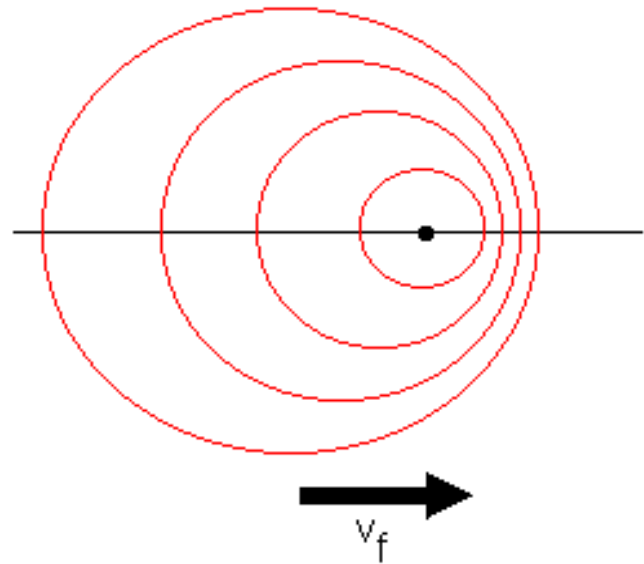
7.- El efecto Doppler:

- Se produce cuando la fuente acústica se desplaza.
- La frecuencia audible por el observador cambia de tono, cuando la fuente se acerca o aleja del observador.

$$f' = f \frac{c - v_o}{c - v_f}$$

v_o es la velocidad del observador.

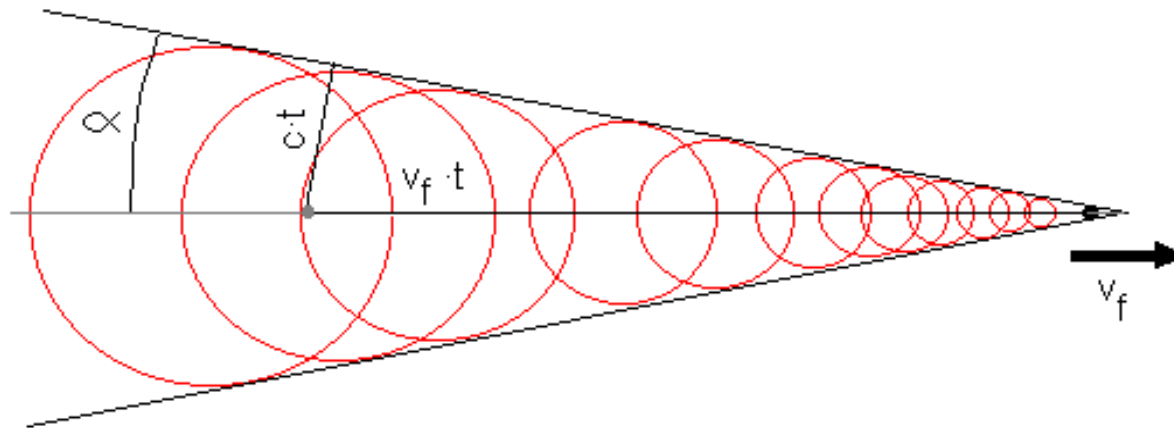
v_f es la velocidad de la fuente.



7.- El efecto Doppler:

Cuando v_f supera c se produce un frente de onda o de mach de tipo cónico.

$$\sin \alpha = \frac{c \cdot t}{v_f t} = \frac{c}{v_f}$$



7.- El efecto Doppler:

Match1 en un avión supersónico



8.- Interferencia de ondas acústicas:

Cuando dos ondas acústicas se encuentran en el espacio el campo sonoro resultante es la adición de sus presiones punto a punto e instante a instante.

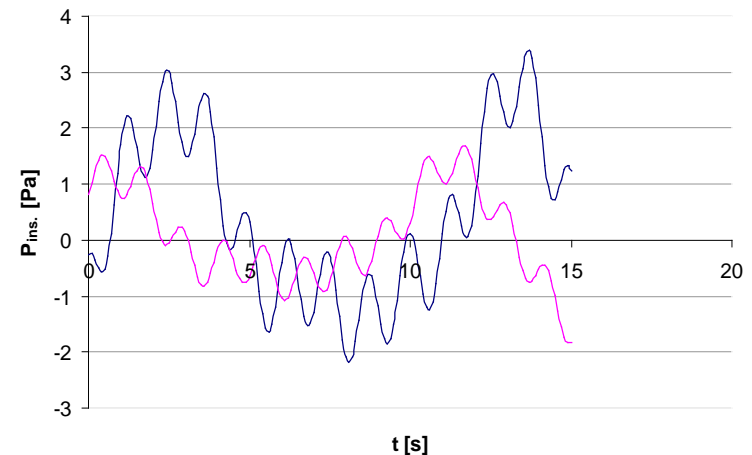
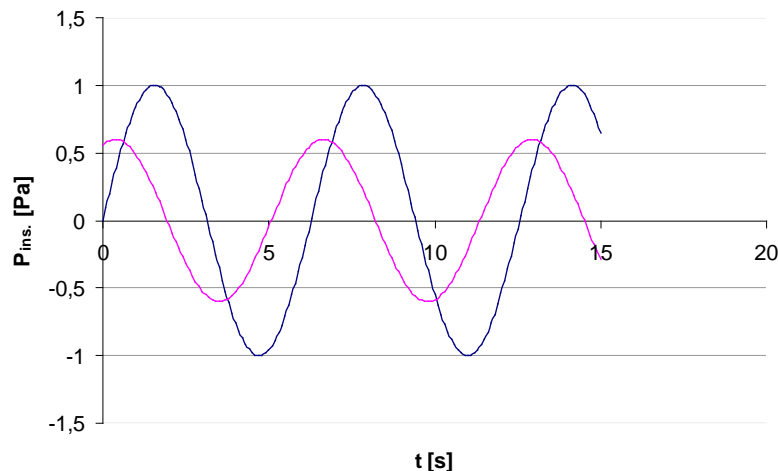
En términos de presión instantánea, la presión resultante (en un instante dado) es la suma de las presiones (en Pa) en cada punto del espacio. Pero nosotros nunca trabajamos en presiones instantáneas, sino en valores eficaces de presión.

El efecto sobre el valor eficaz resultante de sumar instantáneamente las presiones de dos ondas depende de la **coherencia** que haya entre ellas.

8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES COHERENTES:

Decimos que dos señales son coherentes si contienen las mismas componentes frecuenciales y con la misma relación de amplitudes entre ellas. Ello se traduce en que sus formas de onda hacen el mismo dibujo aunque sea con fase o amplitud diferentes.



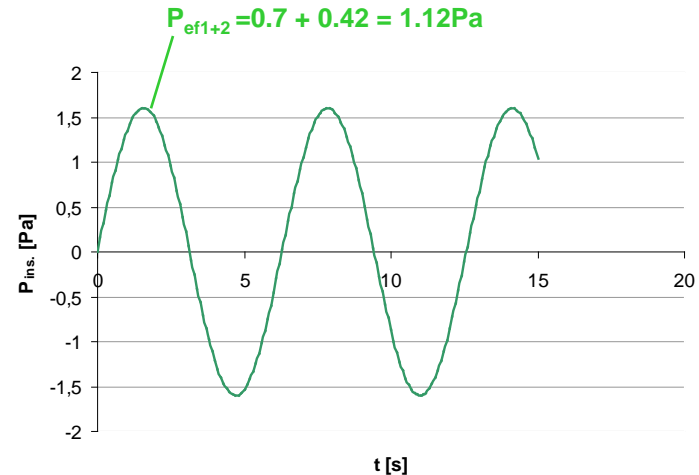
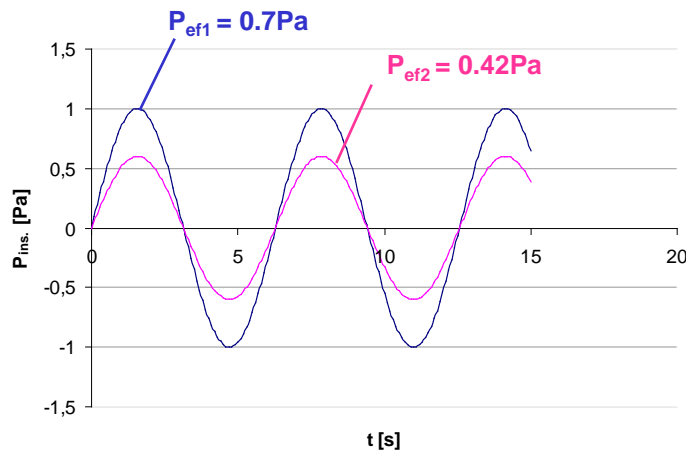
8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES COHERENTES:

Al superponer instante a instante dos ondas coherentes pueden darse infinidad de casos según sus de fases. Los dos extremos son la interferencia constructiva y la interferencia destructiva:

Interferencia constructiva:

$$p_{ef1+2} = p_{ef1} + p_{ef2}$$



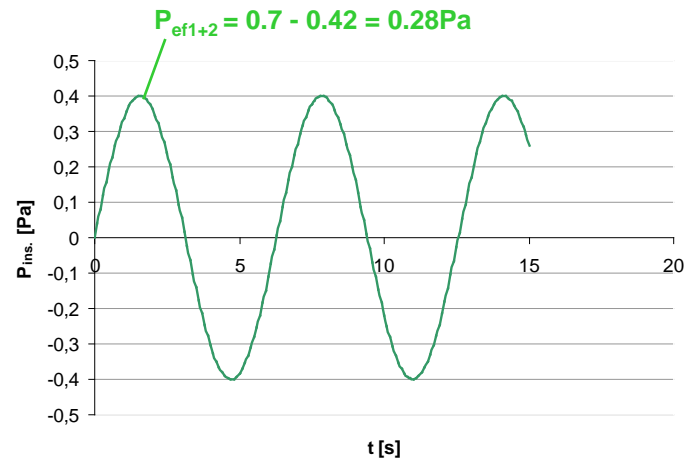
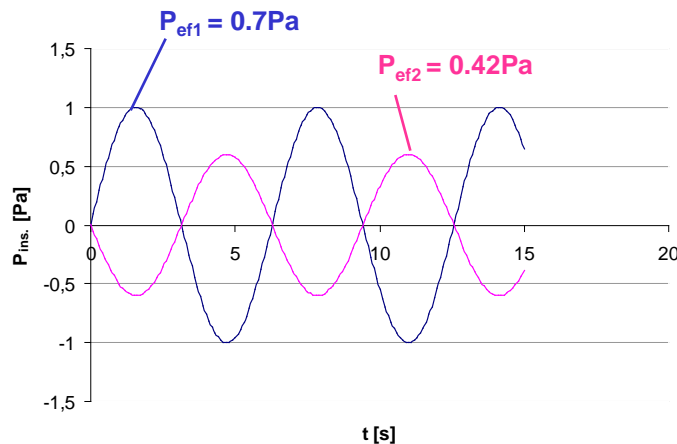
8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES COHERENTES:

Al superponer instante a instante dos ondas coherentes pueden darse infinidad de casos según sus de fases. Los dos extremos son la interferencia constructiva y la interferencia destructiva:

Interferencia destructiva:

$$p_{ef1+2} = p_{ef1} - p_{ef2}$$

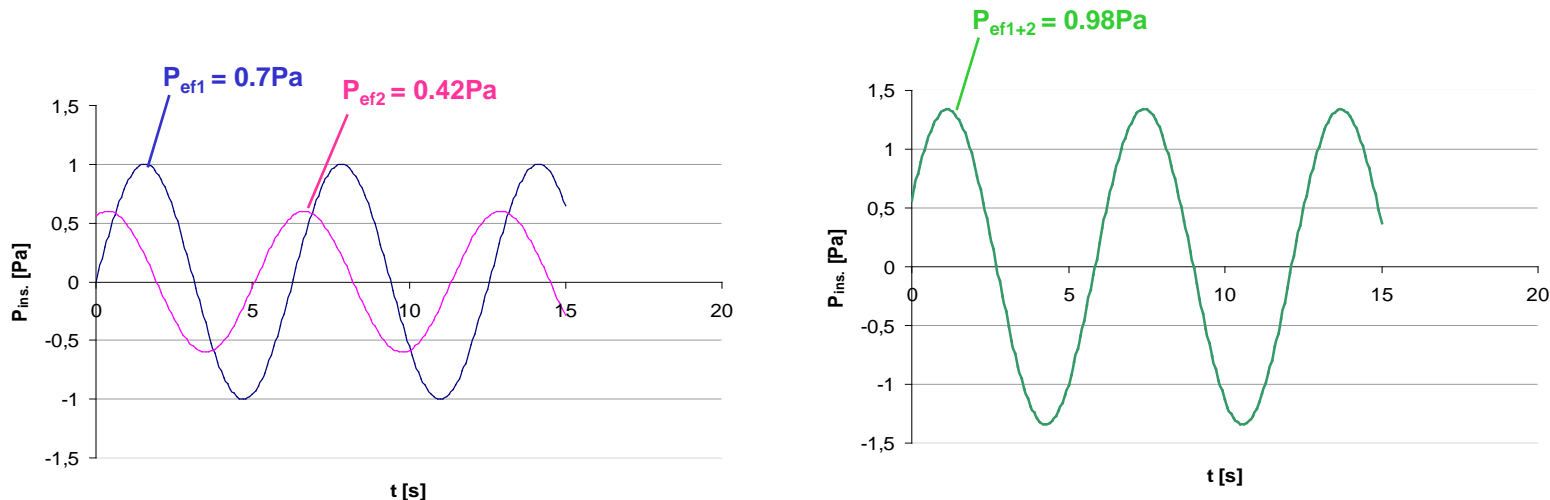


8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES COHERENTES:

Al superponer instante a instante dos ondas coherentes pueden darse infinidad de casos según sus de fases. Los dos extremos son la interferencia constructiva y la interferencia destructiva:

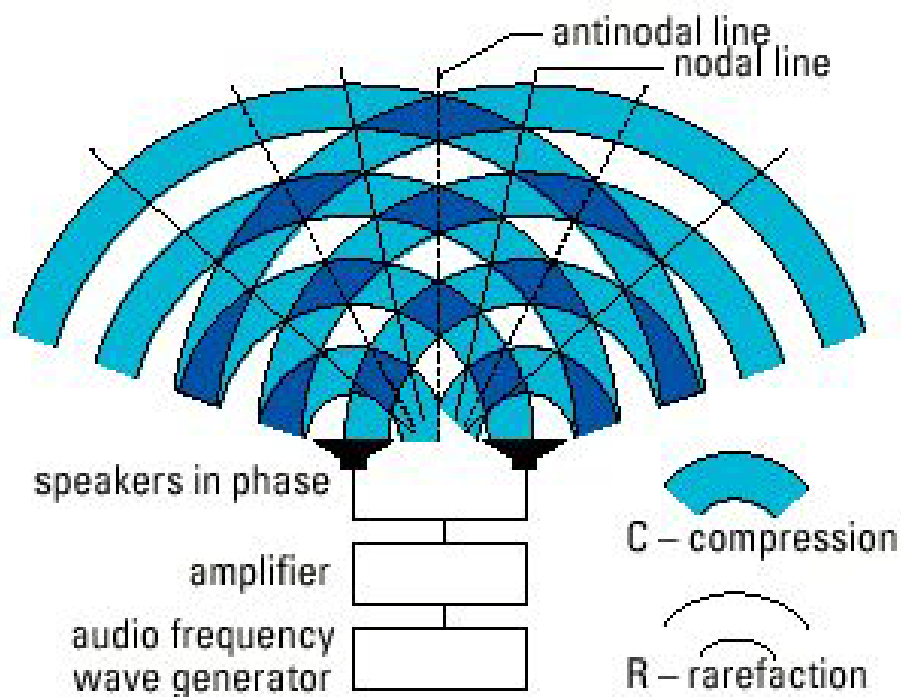
Caso intermedio:



8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES COHERENTES:

Visión espacial de la interferencia de dos ondas coherentes:

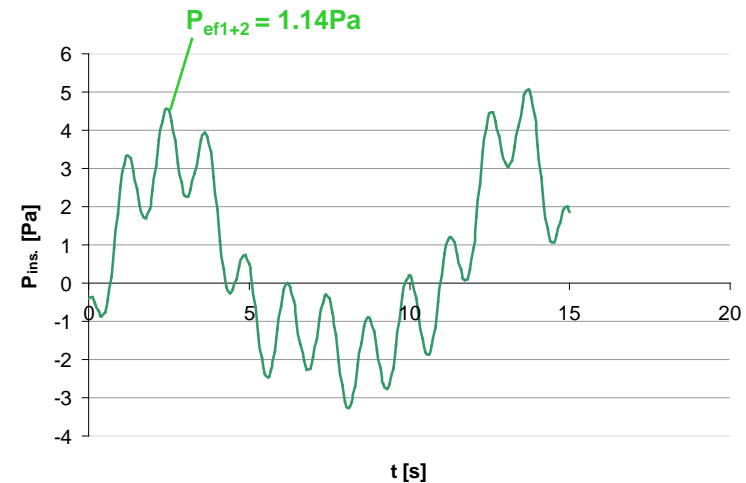
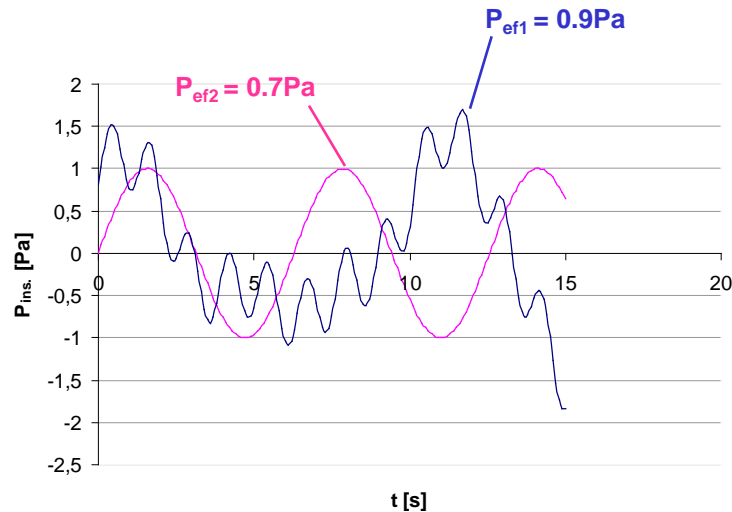


8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES INCOHERENTES:

Al superponer instante a instante dos ondas no coherentes no hay construcciones o destrucciones únicas. El caso se trata estadísticamente y se obtiene que:

$$p_{ef1+2} = \sqrt{p_{ef1}^2 + p_{ef2}^2} \quad \text{que equivale a} \quad I_{ef1+2} = I_{ef1} + I_{ef2}$$



8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES INCOHERENTES:

Adición de niveles:

- La mayor parte de los sonidos reales son incoherentes entre si. Ejemplos: Tráfico, voz, ruido industrial, viento, hojas, ...
- Por esto al sumar niveles acostumbraremos a hacerlo en Intensidad (I) en lugar de en presión (p). O lo que es lo mismo, sumaremos las presiones cuadráticamente:

$$dB_{1+2} = 20 \cdot \log \left(\frac{\sqrt{p_{ef1}^2 + p_{ef2}^2}}{p_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I_1 + I_2}{I_0} \right)$$

$$dB_{1+2} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{dB_1}{10}} + 10^{\frac{dB_2}{10}} \right)$$

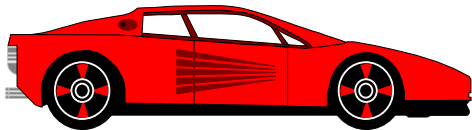
8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES INCOHERENTES:

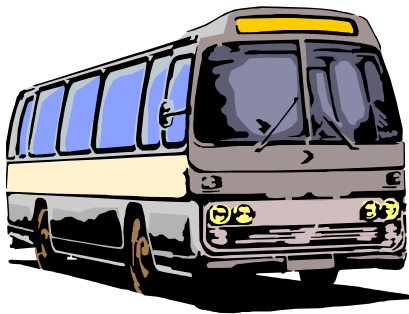
Adición de niveles:

Nunca sumaremos aritméticamente dB para sumar dos sonidos!

Ejemplo de suma de sonidos:



$$dB_1 = 68dB$$



$$dB_2 = 70dB$$

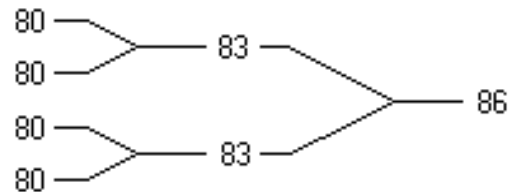
$$dB_{1+2} = 10 \cdot \log \left(10^{\frac{68}{10}} + 10^{\frac{70}{10}} \right) = 72.1dB$$

8.- Interferencia de ondas acústicas:

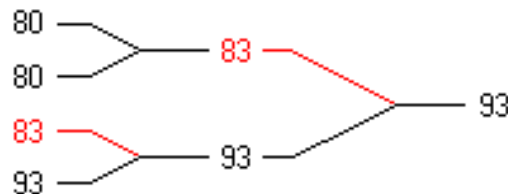
SEÑALES INCOHERENTES:

Calculo rápido en dB:

La suma de fuentes con el mismo nivel es muy simple. Basta con agruparlas de dos en dos como se muestra en la figura y añadir 3 dB como resultado de cada agrupación.



Una fuente con un desnivel 10 db (o superior) es despreciable

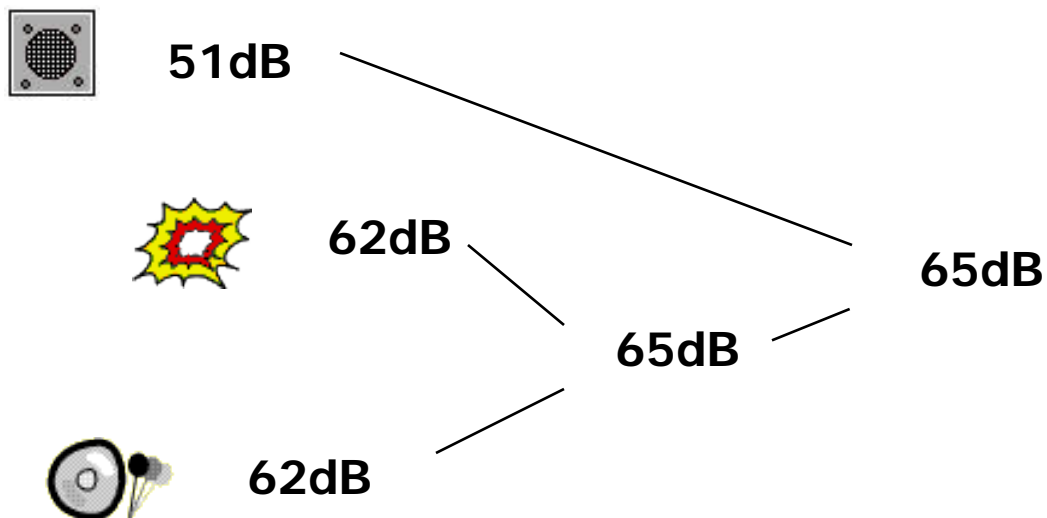


8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES INCOHERENTES:

Calculo rápido en dB:

Ejemplo de cálculo rápido:

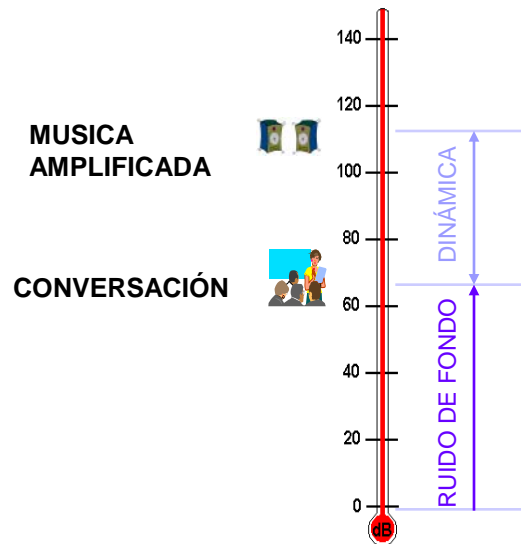


8.- Interferencia de ondas acústicas:

SEÑALES INCOHERENTES:

Suma/resta de dBs:

Sumar/restar dBs equivale a multiplicar/dividir su magnitud lineal (p o I), y sólo lo haremos para determinar dinámicas o relaciones Señal-Ruido, Nunca para sumar sonidos.



Señal = 115dB

Ruido = 65 dB

Dinámica = $115 - 65 = 50$ dB