



Guía Konideas: Ultrasonido Pasivo

Contenido de la guía

1. Conceptos Básicos.....	3
2. Tipos de Onda.....	4
3. Propiedades del Sonido.....	7
4. Ultrasonido.....	12
5. Impedancia Acústica	14
6. Ley de distancia inversa.....	17
7. Velocidad del sonido.....	20
8. Decibel.....	22
9. Fricción, Turbulencia e Impacto.....	25
10. Equipos del ultrasonido.....	28
11. Aplicaciones.....	31
12. Resumen	35

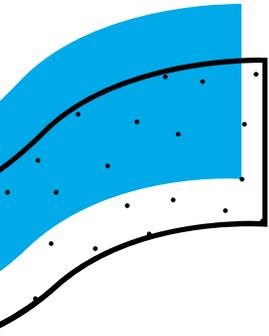
© 2022 Konideas

Todos los derechos reservados. Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio físico o digital. Se prohíbe sacar fotocopias, grabaciones o imágenes aquí contenidas sin el consentimiento de los que la publican.

Publicado y distribuido por: [Konideas.com](https://konideas.com)

Autor: Juan David Niño

Editor: Ing. Armando Niño



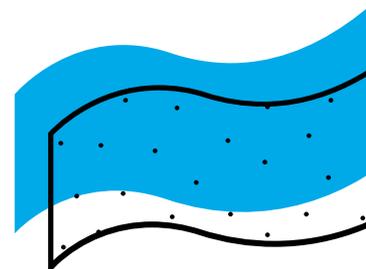
Guía Konideas: Ultrasonido Pasivo

¿Qué es el Ultrasonido Pasivo?

En mantenimiento industrial, el ultrasonido pasivo es una técnica de medición del sonido por encima del espectro audible humano por vías aéreas o estructurales. Las aplicaciones más importantes tienen que ver con la detección de fugas e inspecciones eléctricas a distancia.

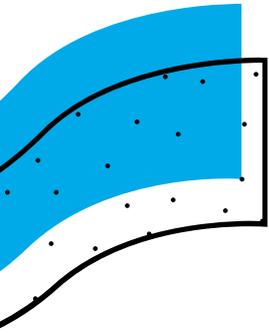
Como el ultrasonido está fuera de nuestro rango audible necesitamos diferentes tipos de herramientas que nos ayuden a medir y analizar la información recolectada.

En esta guía vamos a incluir los conceptos que debemos tener en cuenta para entender el ultrasonido como un procedimiento de recolección y análisis de información.





Conceptos
Básicos



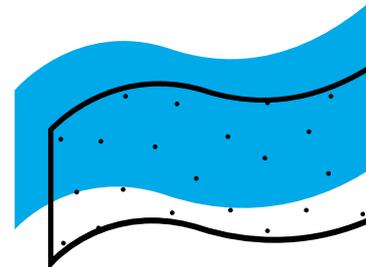
Conceptos básicos de sonido

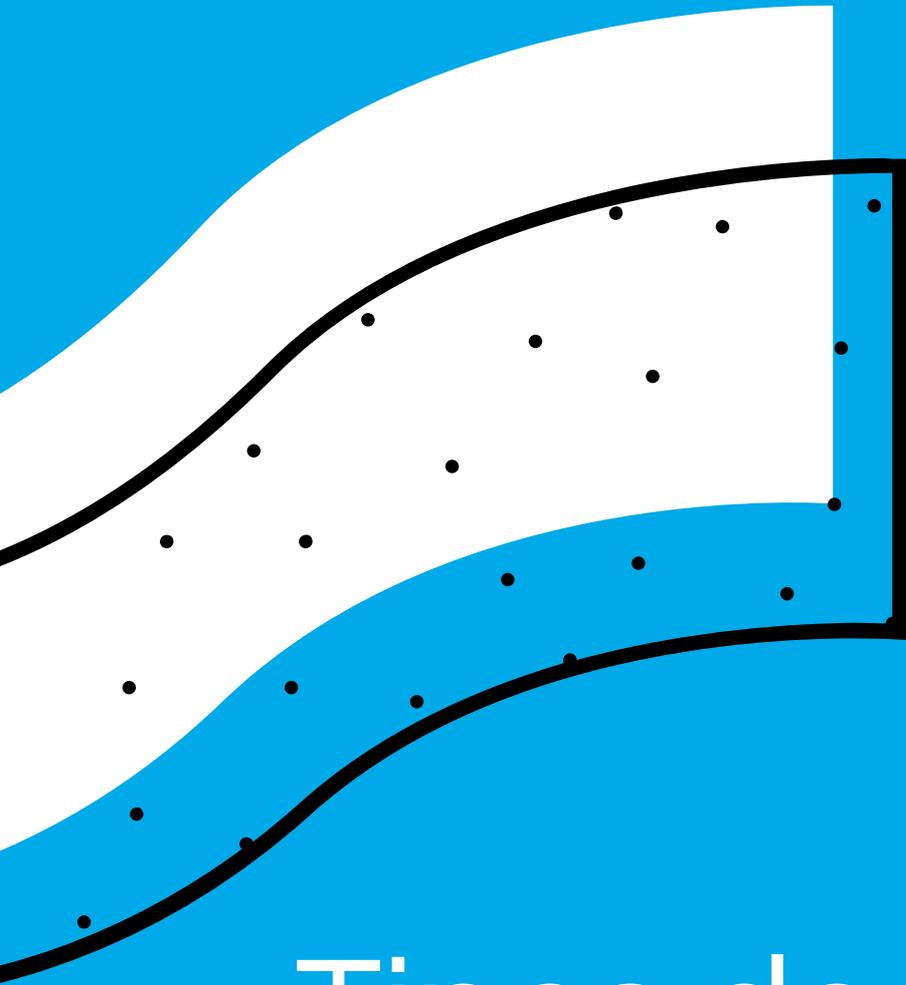
Para entender el ultrasonido es necesario entender el sonido y sus características. El sonido a diferencia de las ondas termográficas si necesita un medio para poder propagarse. Este tipo de medio puede ser líquido, sólido o gas.

Al haber una perturbación del medio, por ejemplo cuando tocamos una cuerda de una guitarra, se crean vibraciones que generan movimiento en este caso en el aire.

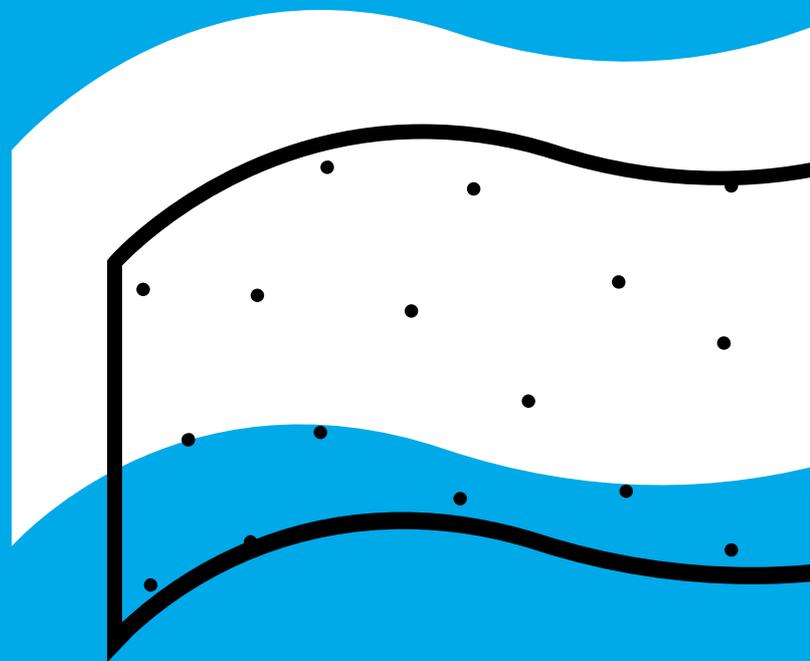
Estos movimientos se pueden cuantificar y las diferentes características del sonido nos ayudan a medir y analizar dichas perturbaciones.

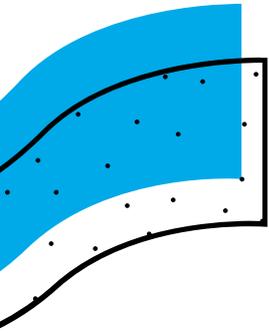
Veamos los conceptos más importantes del sonido que nos ayudan al análisis con ultrasonido en mantenimiento y monitoreo de maquinarias.





Tipos de Onda



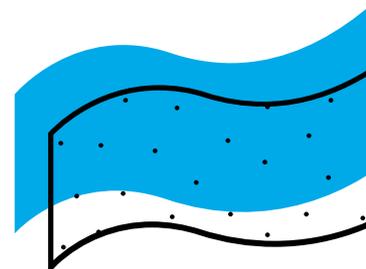
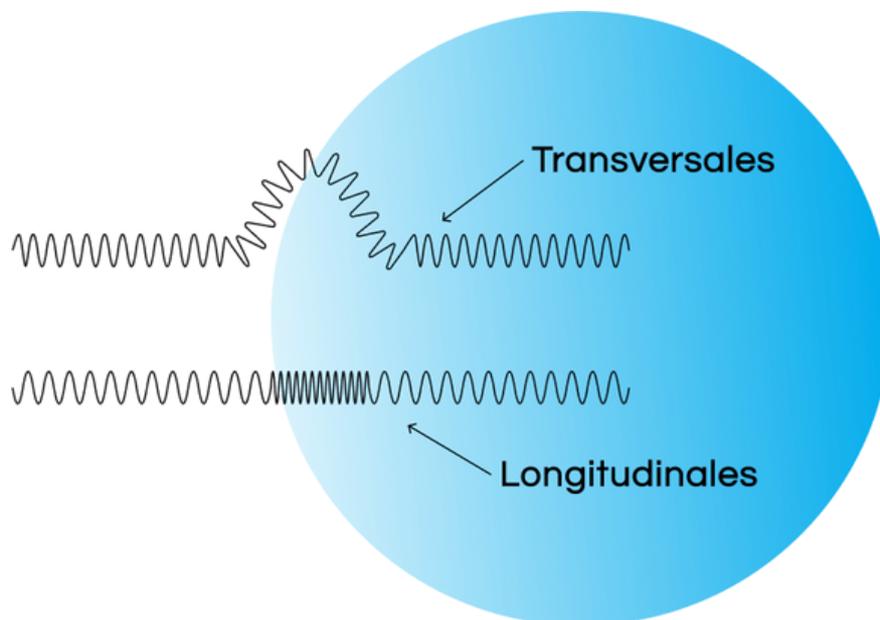


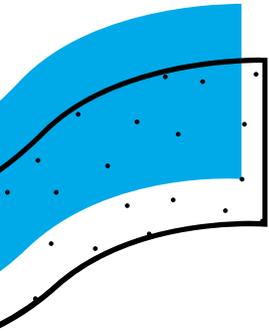
Tipos de Onda

Hay dos tipos de ondas mecánicas, transversales y longitudinales. La diferencia entre las dos es la forma en la que la energía es transportada.

Las transversales son cuando el movimiento de las partículas es perpendicular a la dirección de las ondas. El ejemplo más sencillo son las olas del mar.

El movimiento se da hacia arriba y hacia abajo pero la propagación se da a 90 grados de estos movimientos.

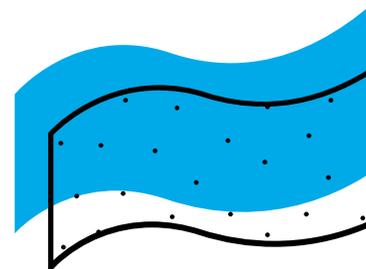


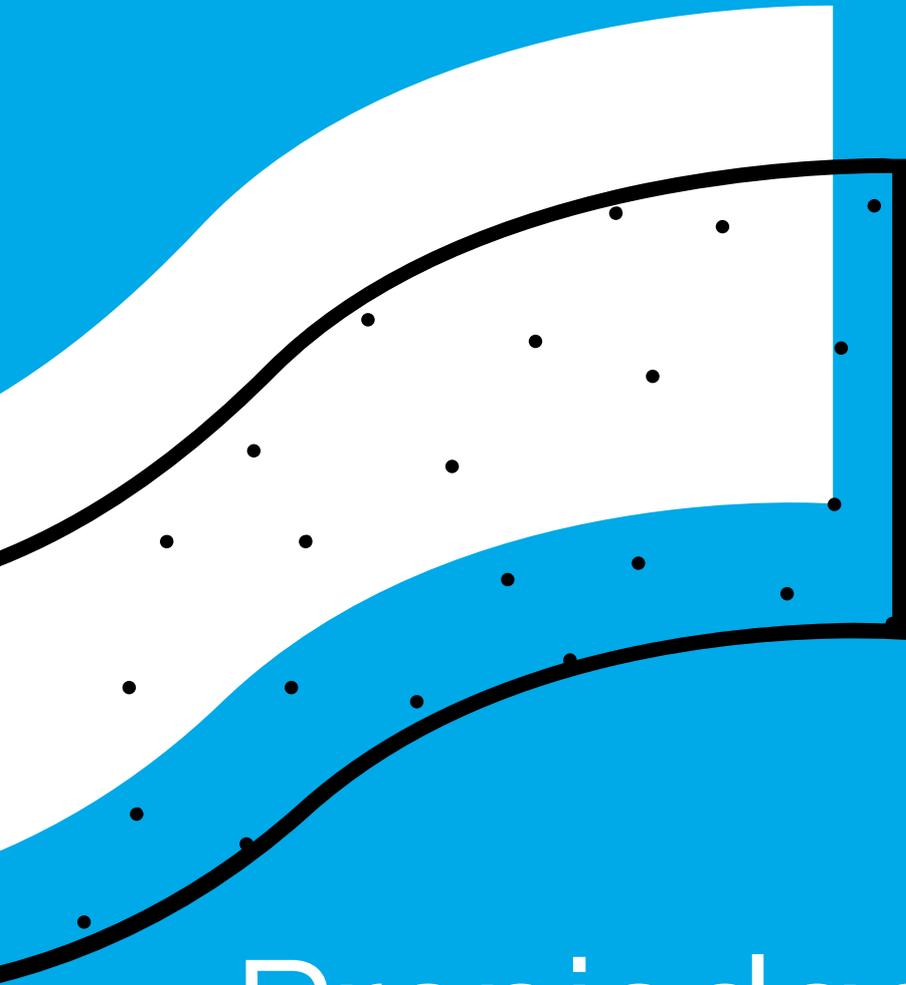


Por otro lado, tenemos las ondas longitudinales donde hay movimientos de compresión y rarefacción.

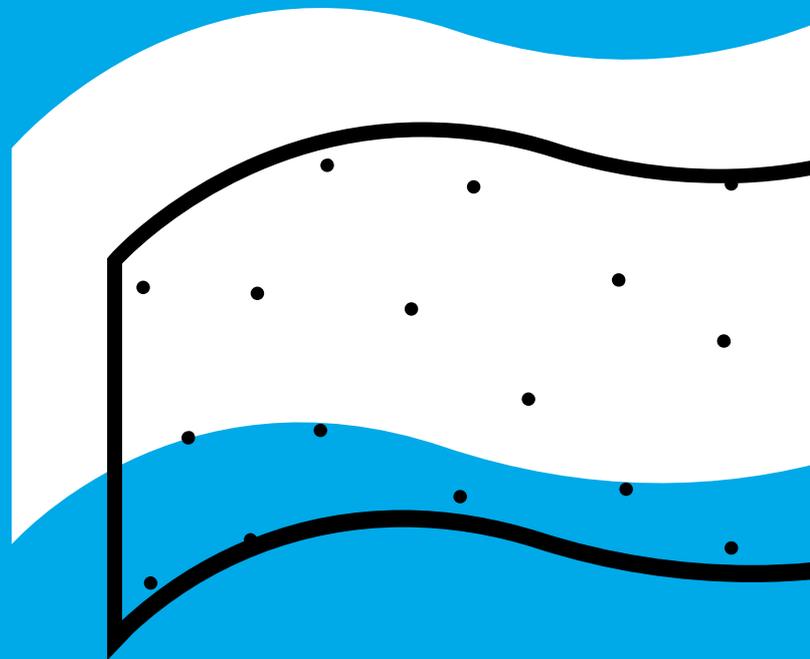
Compresión es cuando se acumulan las partículas en una misma zona y rarefacción cuando hay baja presión. Es decir que las partículas se mueven de manera más libre. El sonido es el ejemplo más fácil de entender. Las partículas se contraen y se expanden en la misma dirección de propagación.

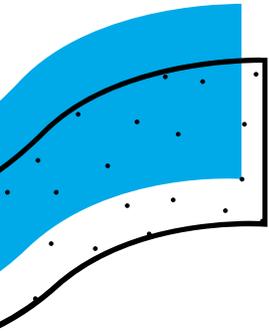
Como el sonido se puede describir por la acumulación de presión, es bastante útil hablar del sonido como nivel de presión sonora. Más adelante veremos cómo cuantificar esa presión y como es útil para nuestras mediciones.





Propiedades del sonido





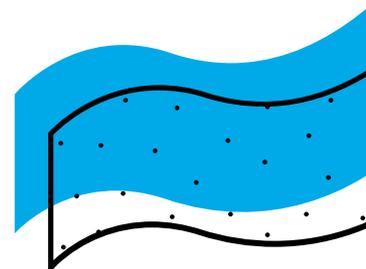
Propiedades del sonido

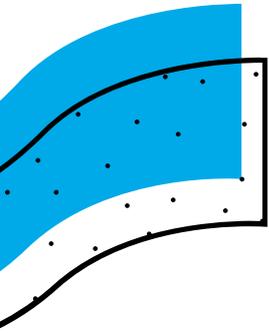
Frecuencia

Es el número total de veces que se repite cada ciclo de una onda en un lapso de tiempo. Por lo general se utiliza 1 segundo como la medida de tiempo y la unidad que se utiliza para designar la frecuencia es el hertz (símbolo Hz).

Los humanos tenemos un rango de frecuencias audibles, que va de normalmente 20 a 20,000 Hz.

En el caso de las frecuencias menores a 20 Hz, llamadas infrasonido, algunas veces podemos sentirlas como cuando ocurre un temblor, mientras que para las frecuencias mayores a 20,000Hz es el rango de ultrasonido y no podemos escucharlas.





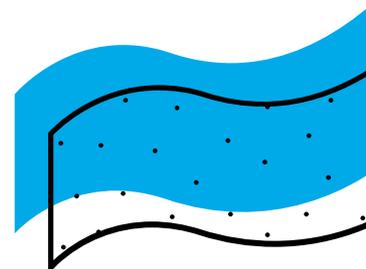
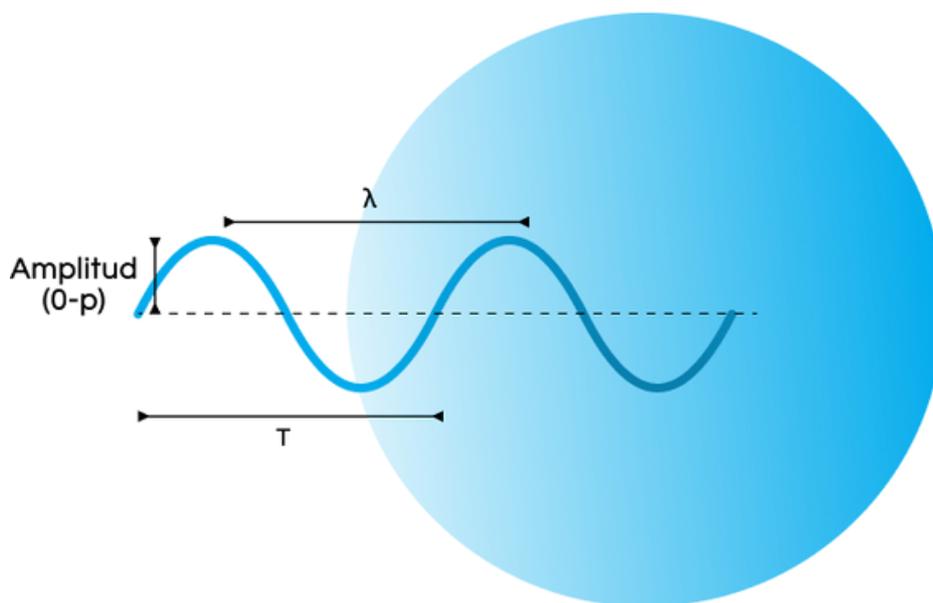
Periodo

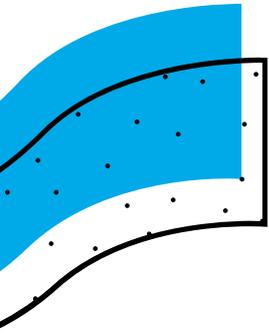
El periodo es la medida del tiempo en la que ocurre un ciclo. Como vemos su relación con la frecuencia es completamente inversa.

En muchos textos y publicaciones técnicas es normal encontrar la ecuación:

$$T = 1/f$$

T siendo el periodo y f la frecuencia.





Longitud de onda

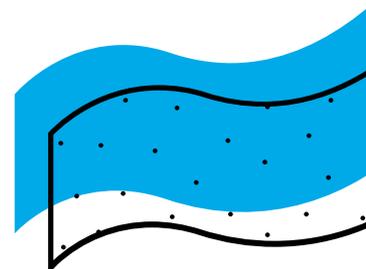
La longitud de onda es la distancia que hay entre dos puntos de referencia entre una onda y otra. Normalmente podemos medir desde los puntos más altos llamados picos o crestas y conocer la distancia.

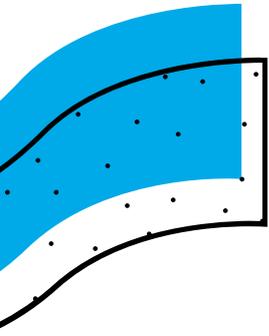
La longitud de onda se designa con la letra griega lambda λ y en general se expresa en metros. Entre más alta sea la frecuencia más corta será la longitud de onda.

La longitud de onda la podemos obtener de una ecuación que relaciona la velocidad del sonido y la frecuencia.

$$\lambda = c/f$$

Siendo “c” la velocidad del sonido.

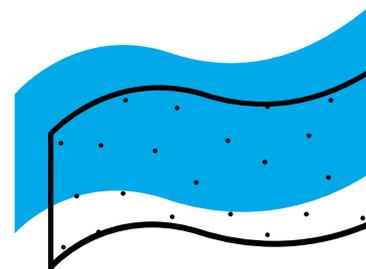


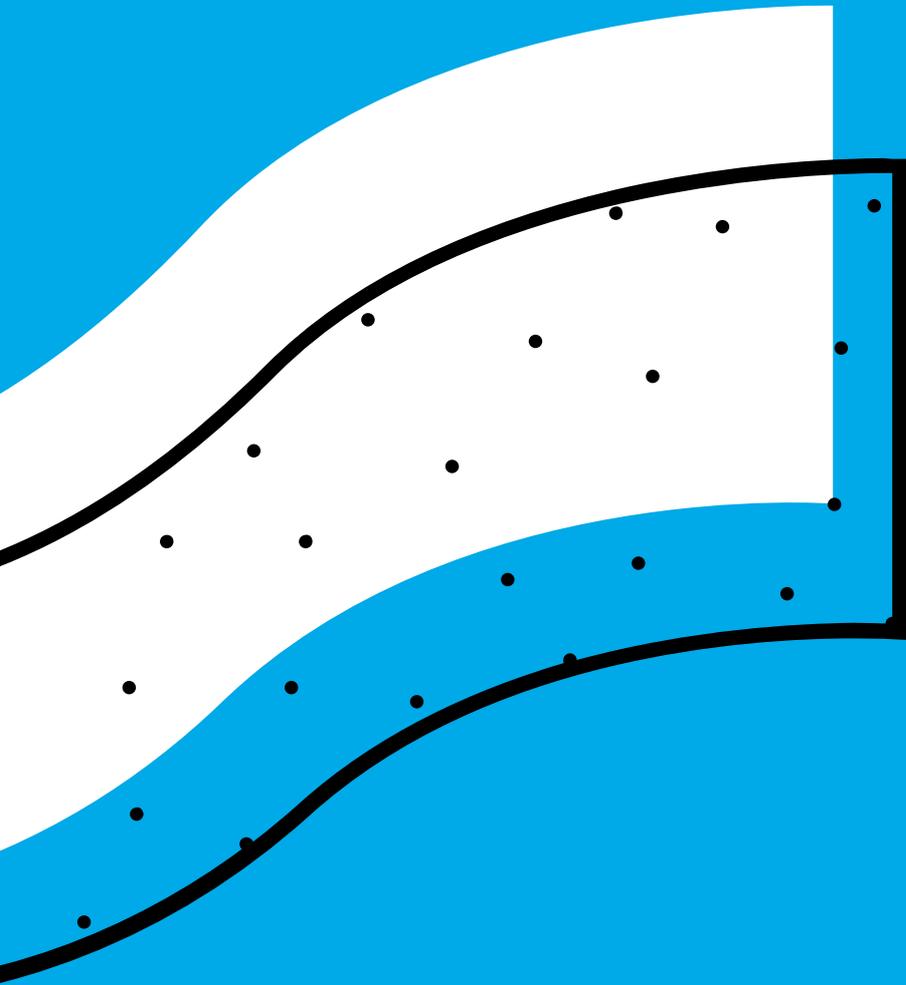


Amplitud

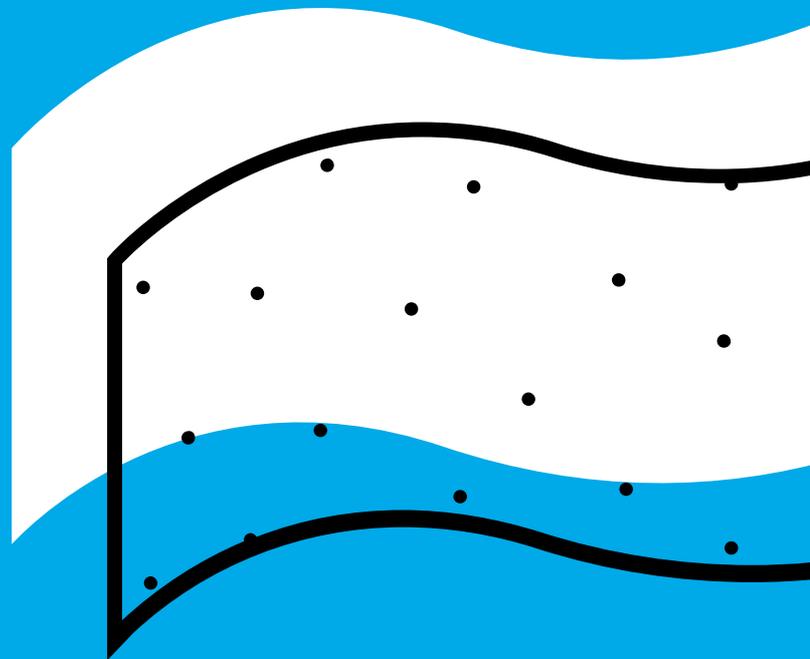
La amplitud es la medida de la variación en una onda desde un punto de referencia a otro o entre los picos de la onda. Si se toma desde el punto de reposo hasta el punto mayor, se le conoce como amplitud de 0 a pico (0-p) y si es desde el punto menor de la onda al mayor, se le conoce como de pico a pico (p-p).

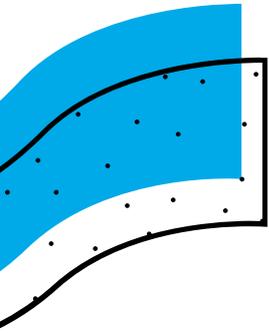
En el caso del ultrasonido como técnica de medición la amplitud es importante porque puede darnos referencias del comportamiento del objeto medido.





Ultrasonido





Ultrasonido

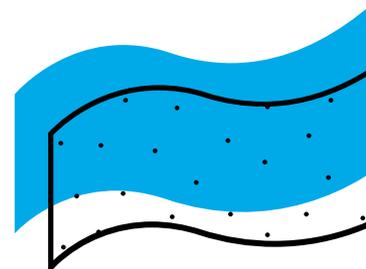
Como ya hemos ido viendo, el ultrasonido es el sonido cuya frecuencia está por encima del límite superior audible humano 20kHz.

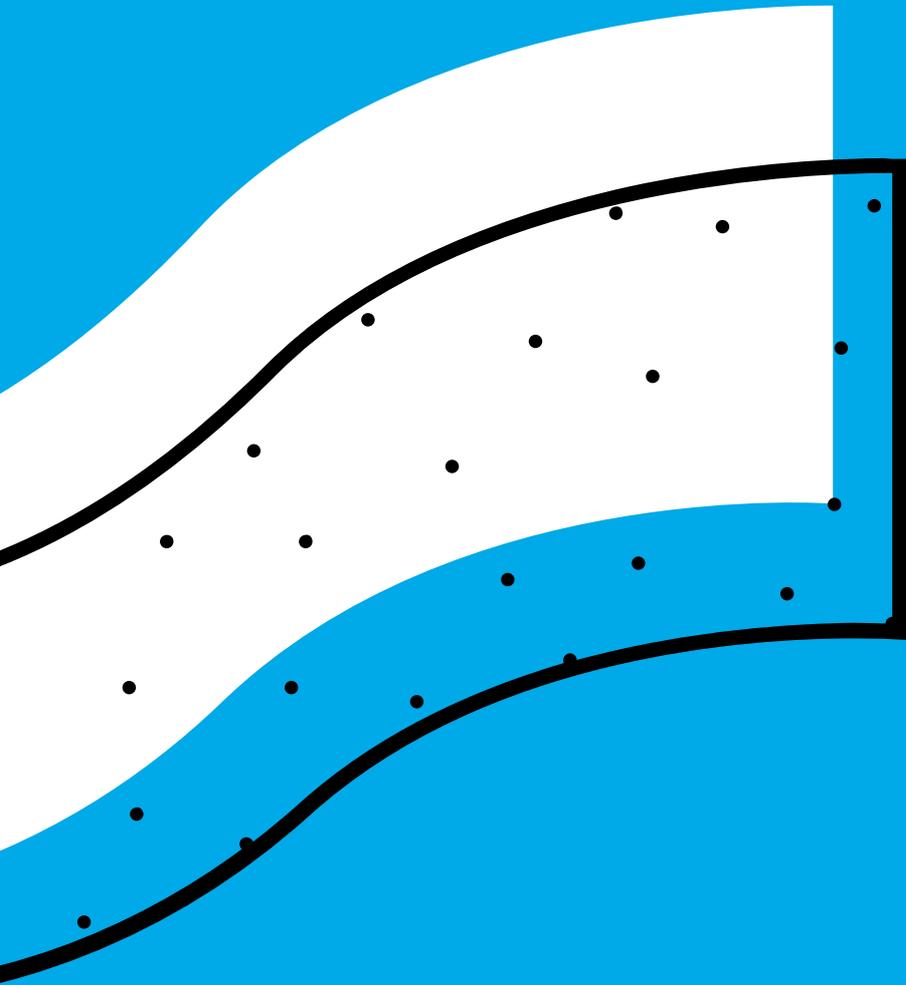
En la naturaleza muchos animales utilizan el ultrasonido como ecolocalización y otros simplemente tienen un rango audible mayor al nuestro.

En mantenimiento industrial el ultrasonido se genera mayoritariamente por fugas de fluidos y por problemas eléctricos.

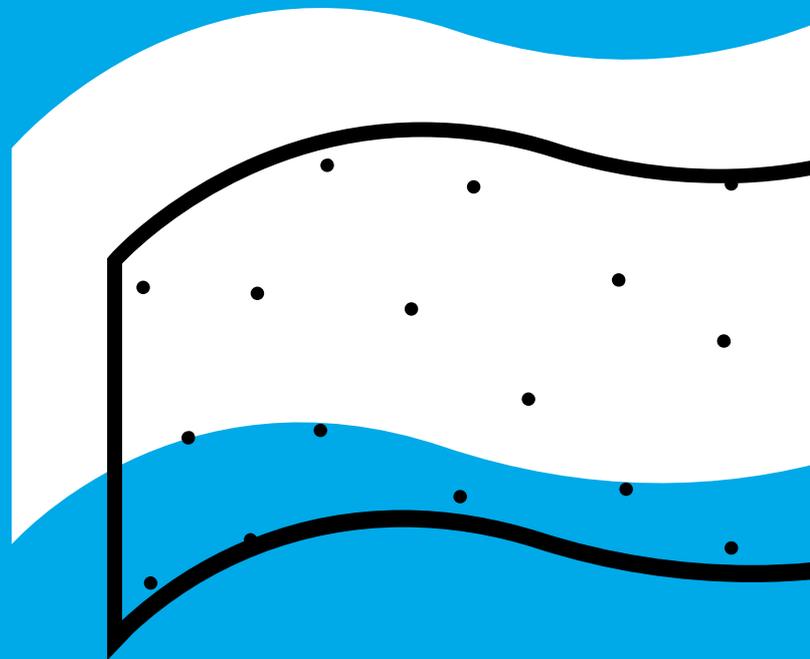
Una ventaja del ultrasonido es la direccionalidad. Esto hace referencia a la facilidad de determinar el origen de las ondas. Nosotros los humanos somos buenos para determinar la localización de otra voz humana, pero en ocasiones tenemos dificultades con sonidos de sirenas.

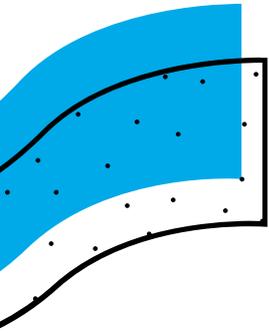
En aplicaciones industriales, las herramientas de medición sirven como receptores de esas señales de ultrasonido y diferentes accesorios pueden ayudar a localizar la fuente.





Impedancia Acústica



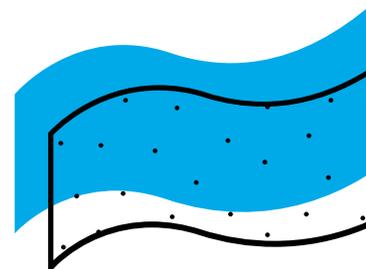


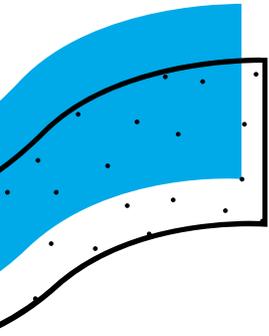
Impedancia Acústica

En los ejemplos de las propiedades del sonido, vimos por lo general ondas simples. Es decir que sus ciclos se repiten de la misma manera en el tiempo.

En la realidad esos tonos así de puros son difíciles de encontrar, porque hay mucha interacción del sonido con el ambiente o con otros materiales.

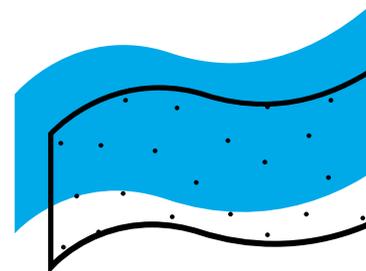
Material	Velocidad acústica, v	Densidad, ρ	Impedancia Z
Agua	0.148	1	0.148
Plomo	0.216	11.4	2.462
Níquel	0.563	8.88	4.999
Concreto	0.365	2.3	0.84
Acero Inoxidable	0.579	7.8	4.516

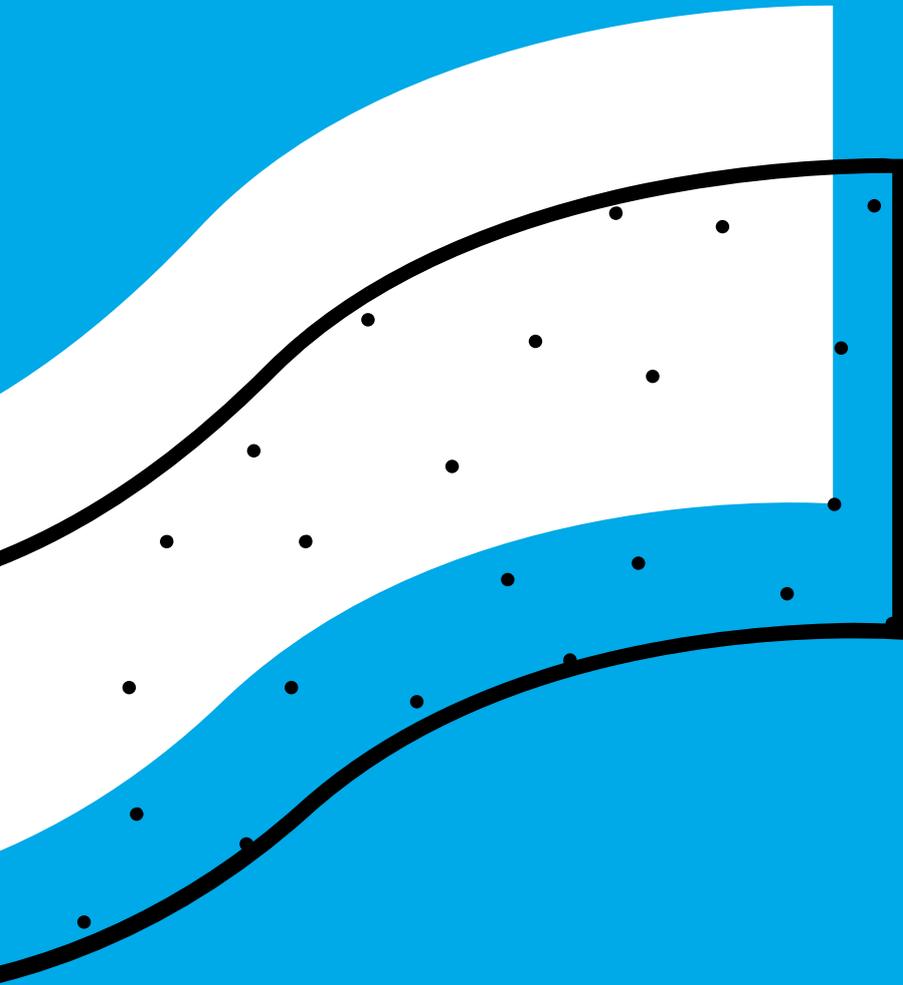




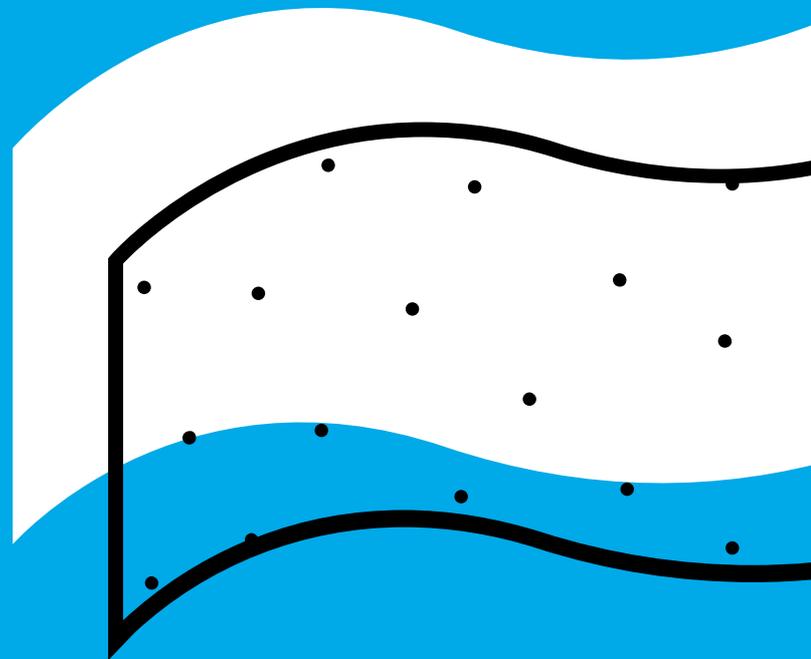
La impedancia acústica hace referencia a esa resistencia que opone un medio a las ondas sonoras que se propagan sobre él. Cuando una onda que se propaga entra en contacto con otro medio ocurren dos cosas.

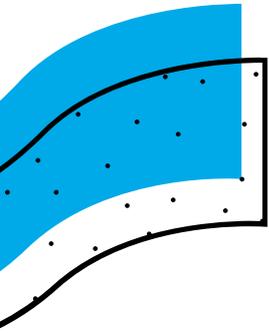
Parte de la energía es reflejada y otra es transmitida. Muchas variables, como la densidad del medio o la intensidad de la onda, determinan cuánto se absorbe y cuanto se refleja.





Ley de distancia inversa

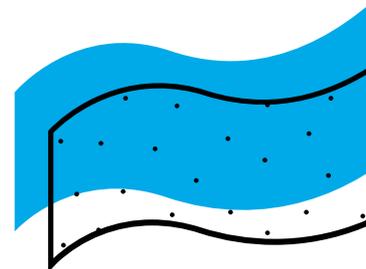
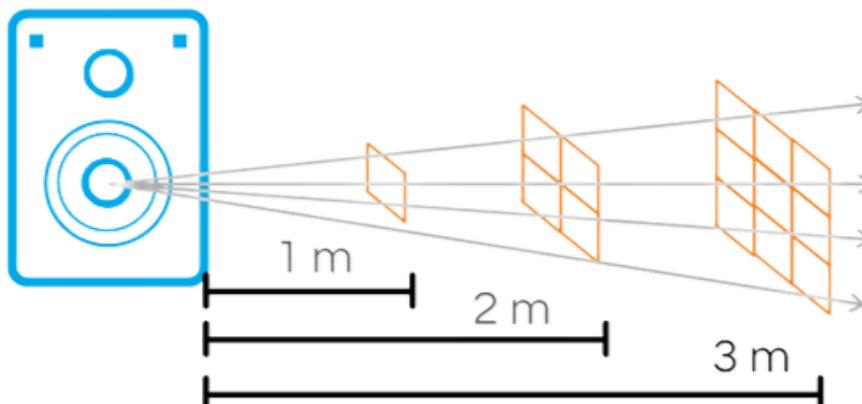


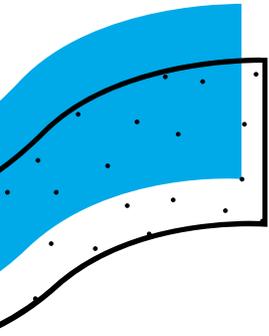


Ley de distancia inversa

La intensidad del sonido disminuye con la distancia que recorre.

La intensidad del sonido se puede definir como la cantidad de potencia acústica, o la cantidad de ondas sonoras (energía por unidad de tiempo) por la unidad de área en la misma dirección del desplazamiento.



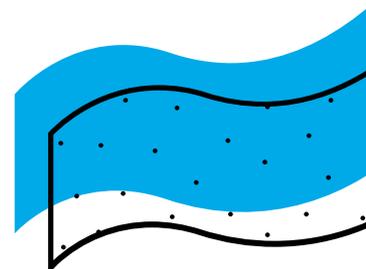


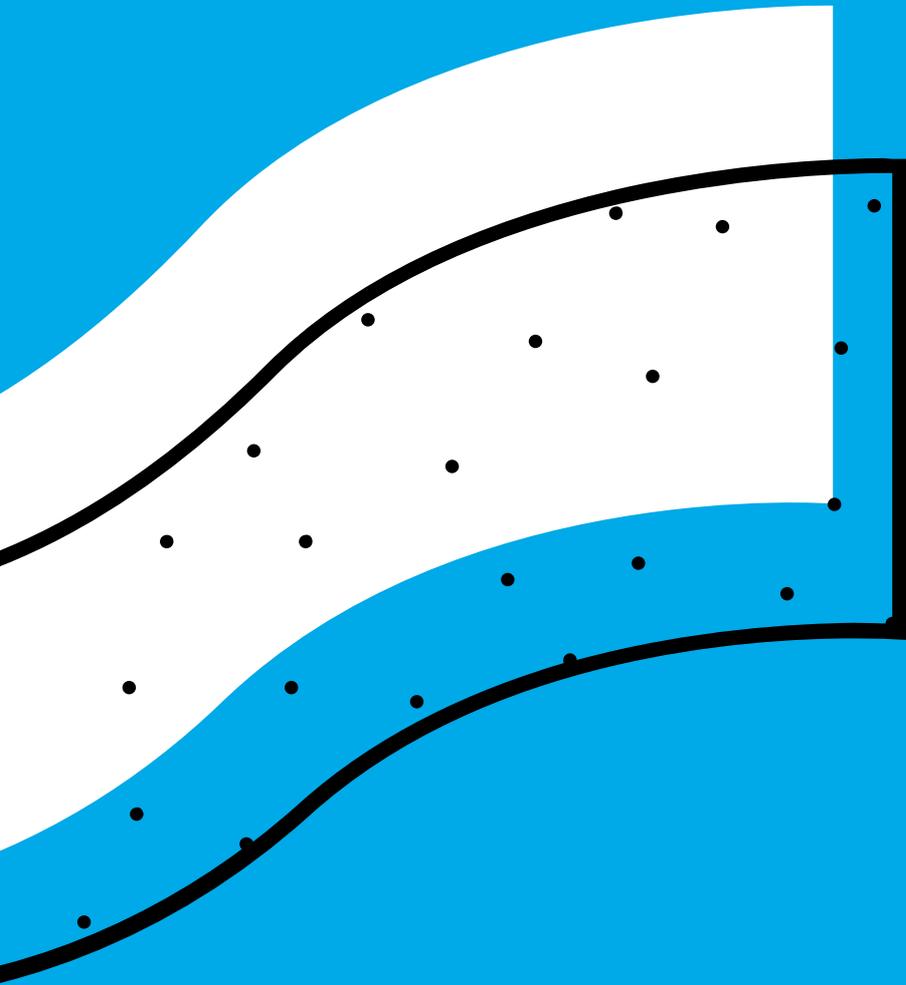
Para entender ese concepto es mejor utilizar un ejemplo. Si imaginamos un parlante que emite sonido, y dibujamos un cuadrado a un metro de distancia, la intensidad sería la cantidad de energía que fluye a través de esta sección.

La ley de distancia inversa dicta que la intensidad del sonido decae con el cuadrado de la distancia.

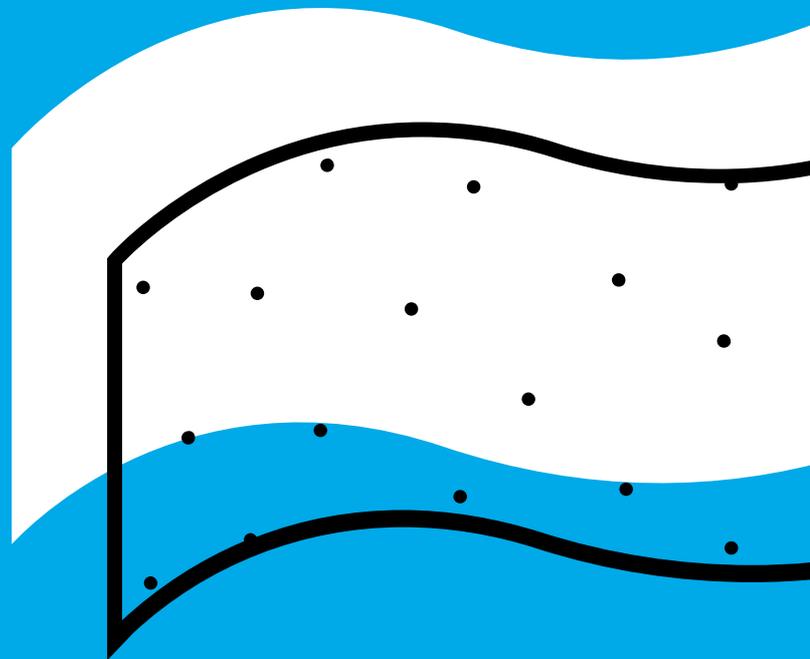
Para calcular el valor de la intensidad usaremos la ecuación:

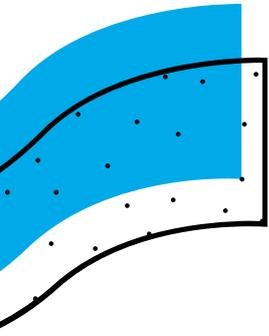
$$I=1/\text{distancia}^2$$





Velocidad del sonido



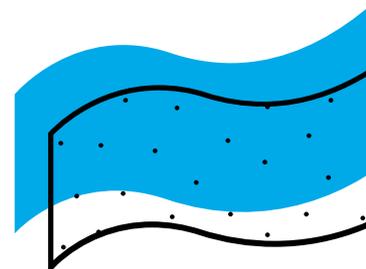


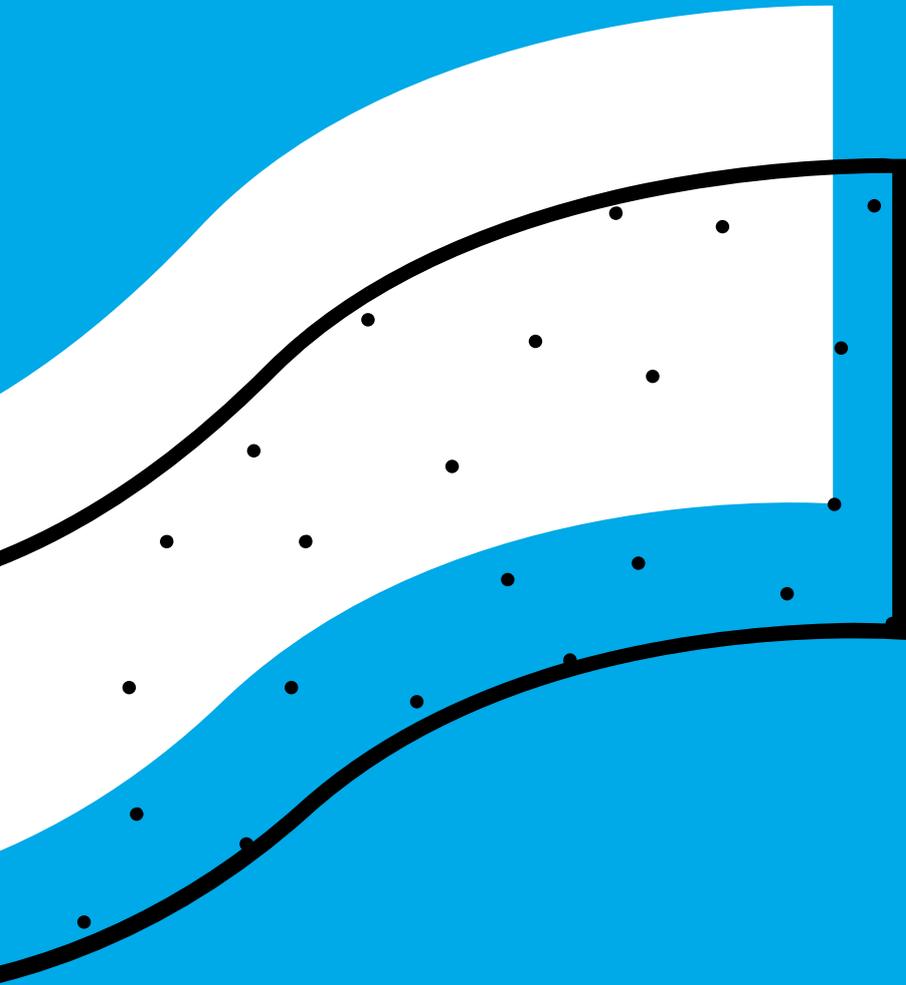
Velocidad del sonido

En el sonido aplica la misma definición de velocidad que cuando corremos, velocidad es igual a la distancia sobre tiempo.

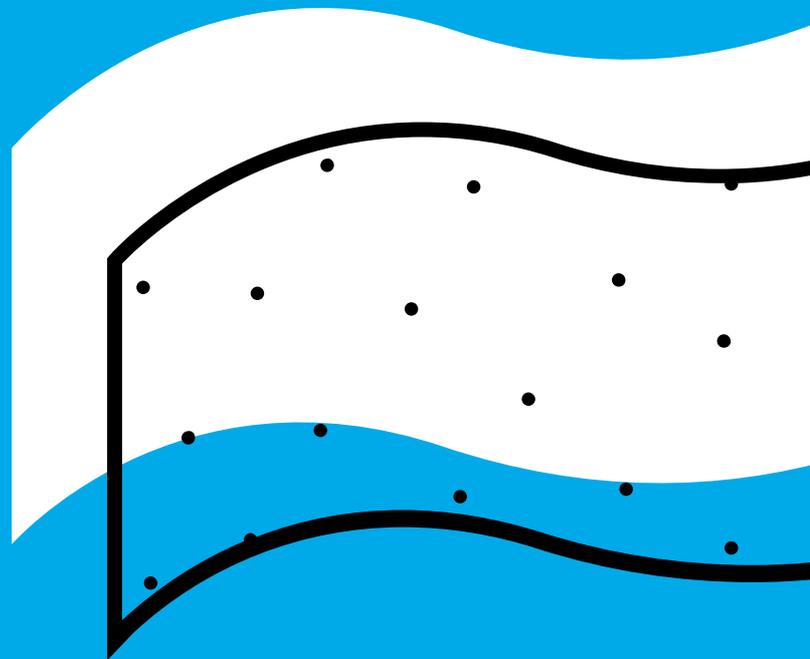
Para los análisis de ultrasonido la velocidad del sonido es muy importante. Y cada interacción con diferentes medios como por ejemplo una placa de metal, hacen que esta velocidad cambie.

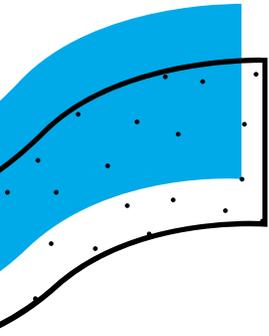
Para poder calcularla hay que conocer las propiedades de los materiales. En materiales más densos el sonido viaja más rápido.





Decibel

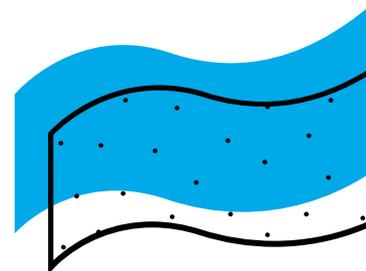


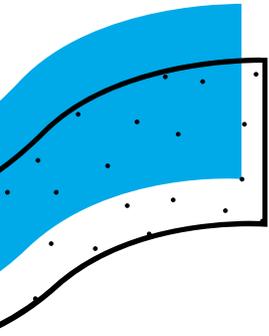


Decibel

Como ya hemos visto el sonido puede ser representado por la potencia sonora. El problema con solo representar utilizar el sonido en términos de presión es su practicidad.

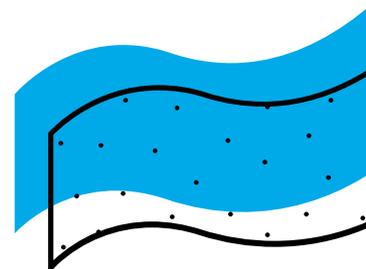
Los humanos podemos escuchar el sonido de una persona susurrando como también un vuelo comercial que pasa por los cielos. La diferencia es de millonésimas partes comparando uno y otro.

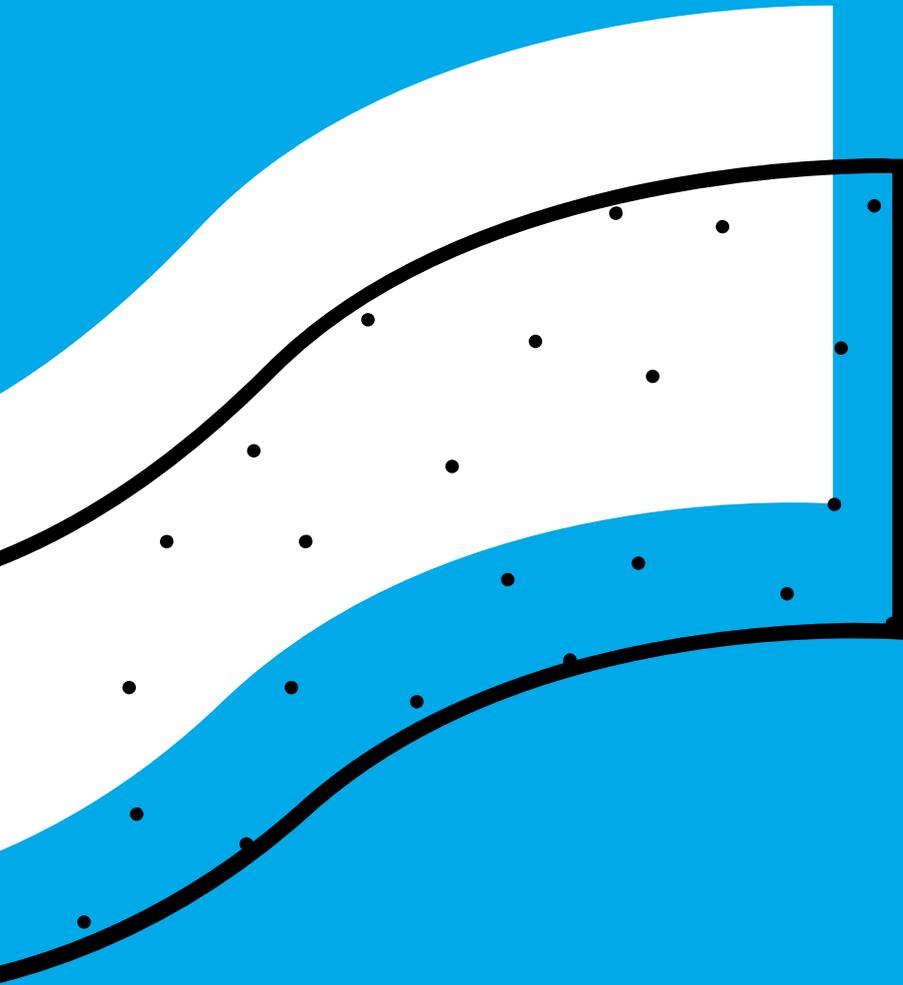




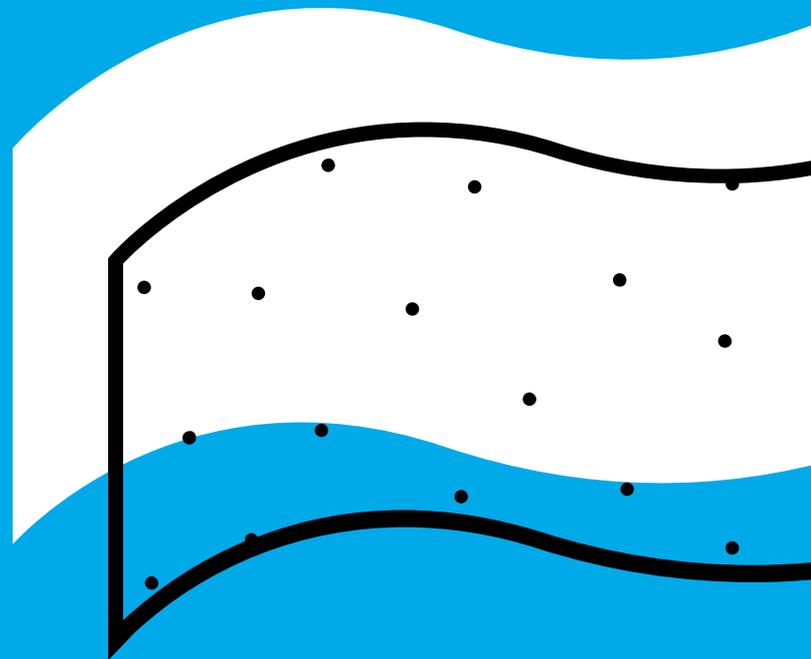
Por esta razón empleamos el decibel, que es la relación de 10 veces el logaritmo en base de la razón de dos cantidades. Para el sonido el valor de presión de referencia es de 20 micropascales. Se toman 20 micropascales porque ese se establece como el valor mínimo que los humanos podemos percibir.

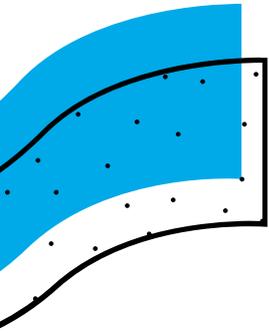
De esta manera el nivel de potencia nos da valores que van de 0 a aproximadamente 120 dB y es una escala mucho más fácil de manejar y entender





Fricción, Turbulencia e Impacto



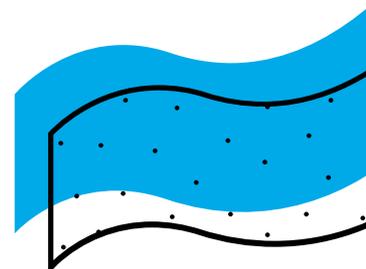


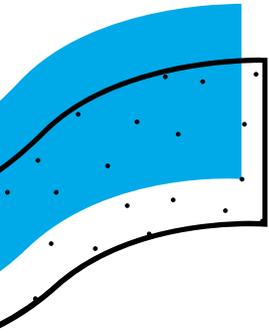
Fricción, Turbulencia e Impacto

Cuando se trata de ultrasonido ya vimos las características y conceptos básicos. Ahora veamos cómo se produce ultrasonido por diferentes situaciones en procesos industriales.

Cuando medimos con nuestros equipos de ultrasonido es muy útil diferenciar el origen de la fuente. Para el mantenimiento industrial nos interesa saber si es por fricción, turbulencia o impacto.

- Fricción es cuando hay movimientos opuestos entre materiales.
- Turbulencia se da cuando un fluido pasa de una zona de mayor presión a una de menor presión. El fluido cambia a un estado turbulento, es decir caótico.
- Por último, el impacto se da por contactos entre diferentes partes.

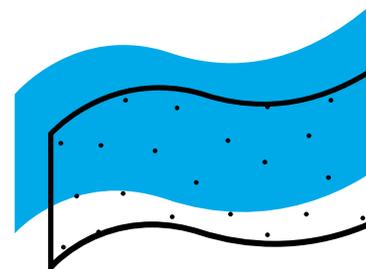


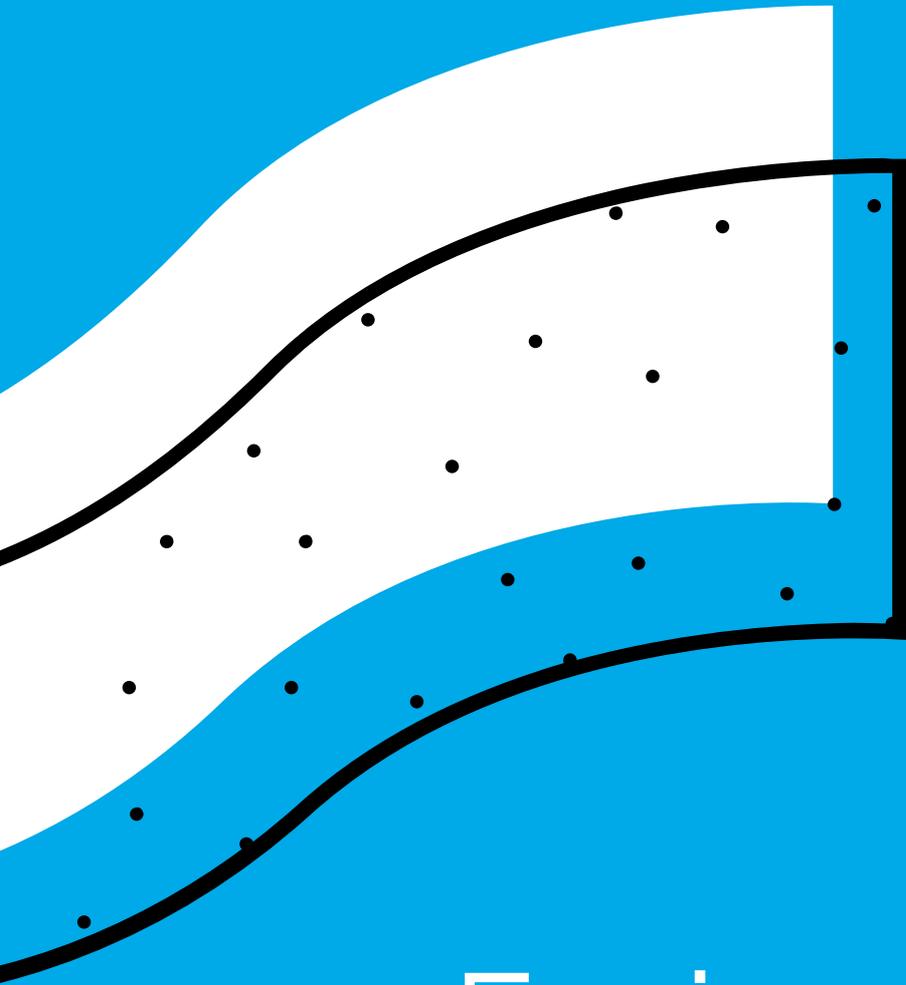


En el análisis con ultrasonido podemos diferenciar estos entre aéreos y estructurales.

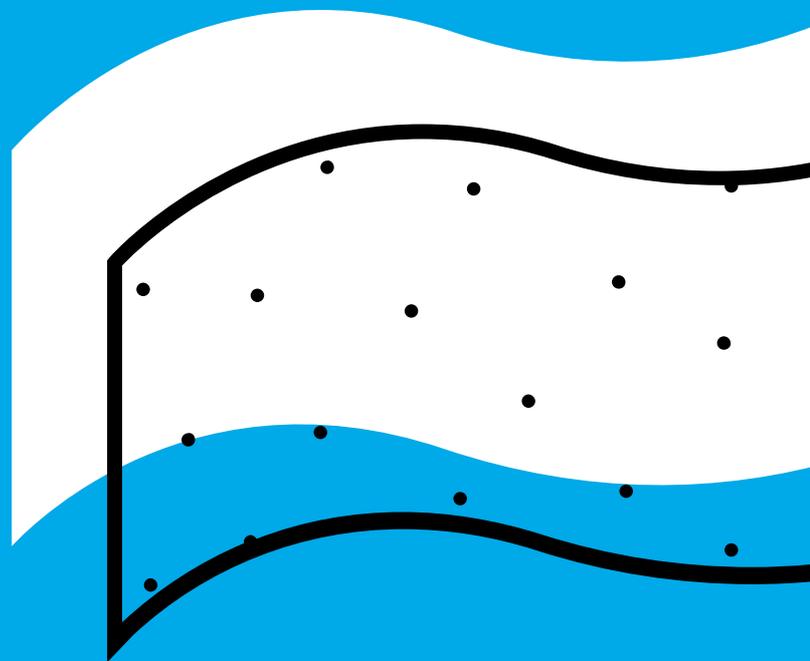
Aéreos se da comúnmente por fuga de gases y de vacío, mientras que estructural puede ser cavitación o rodamientos fallando.

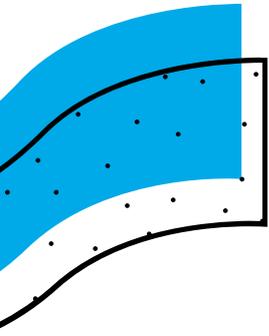
Al hacer la diferencia entre lo que se va a medir, podemos determinar que accesorios o configuración de nuestros equipos de medición, son los correctos.





Equipos del ultrasonido





Equipos del ultrasonido

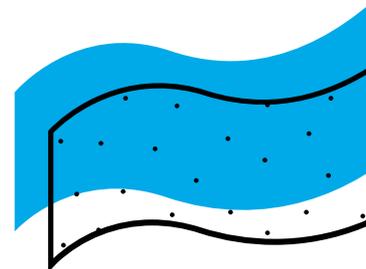
En la práctica los equipos que se utilizan en ultrasonido trabajan en rangos de frecuencias de 20 kHz hasta 100 kHz.

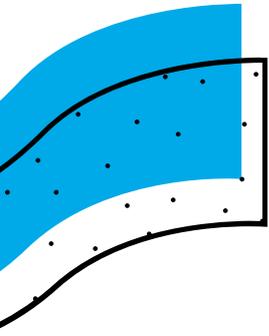
A pesar de que cada fabricante tiene características diferentes, el proceso básico de un medidor de ultrasonido es el siguiente:

Transductor encargado de recibir la señales de audio y transformarla en señal eléctrica

Un amplificador se encarga de repartir la señal tanto para modularla y escucharla, como también enviarla al circuito de análisis del equipo.

Por un lado, la señal modulada se amplifica para poder ser escuchada por el personal.





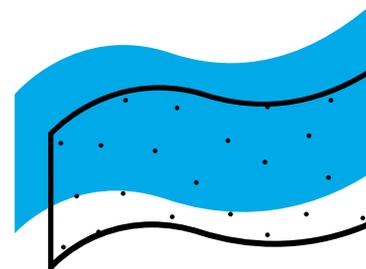
Por otro lado, hay un convertidor de la señal en datos para mostrarlos en la pantalla.

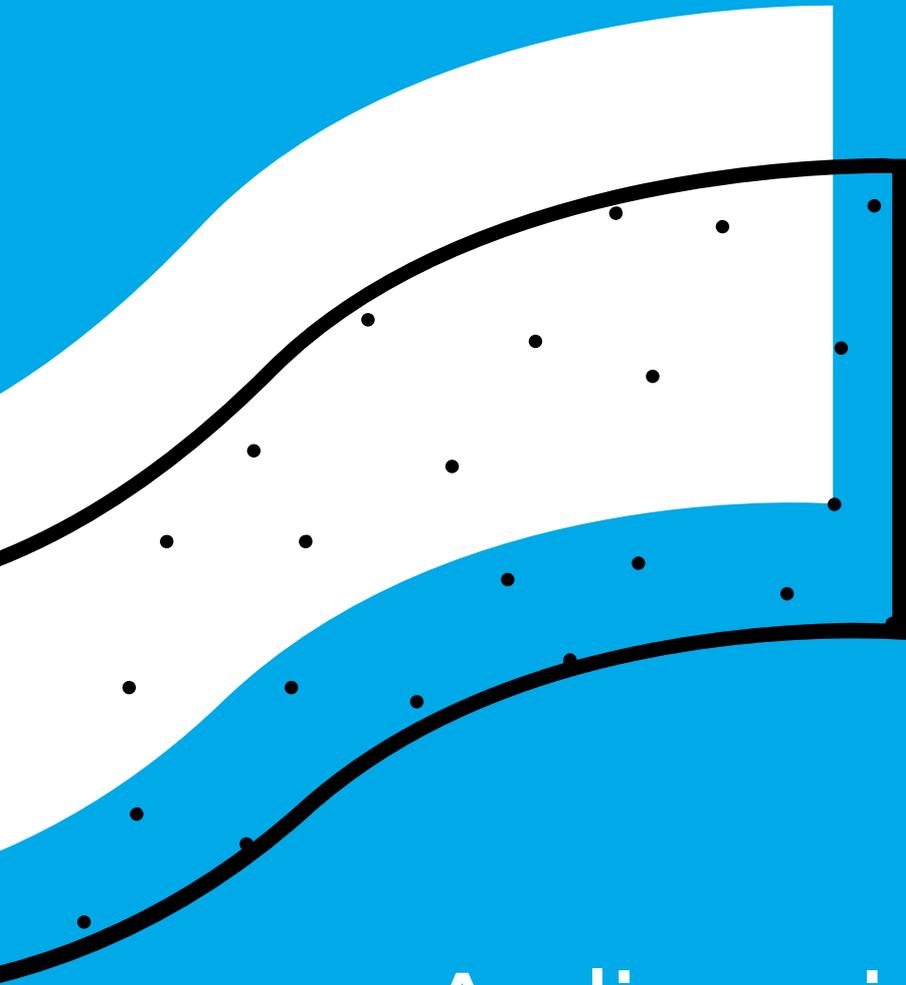
La presentación de la información varía en cada fabricante. En general uno busca la posibilidad de grabar y poder procesar los datos obtenidos. Si es necesario pueden también proporcionar un software donde podemos visualizar, analizar y grabar los datos medidos. Esto es usual si queremos conocer tendencias o como parte de un trabajo de monitoreo de condición.

Como el ultrasonido puede ocurrir de varias maneras, los equipos de medición también vienen en varias presentaciones. Lo más útil es tener transductores especializados para cada objetivo a medir.

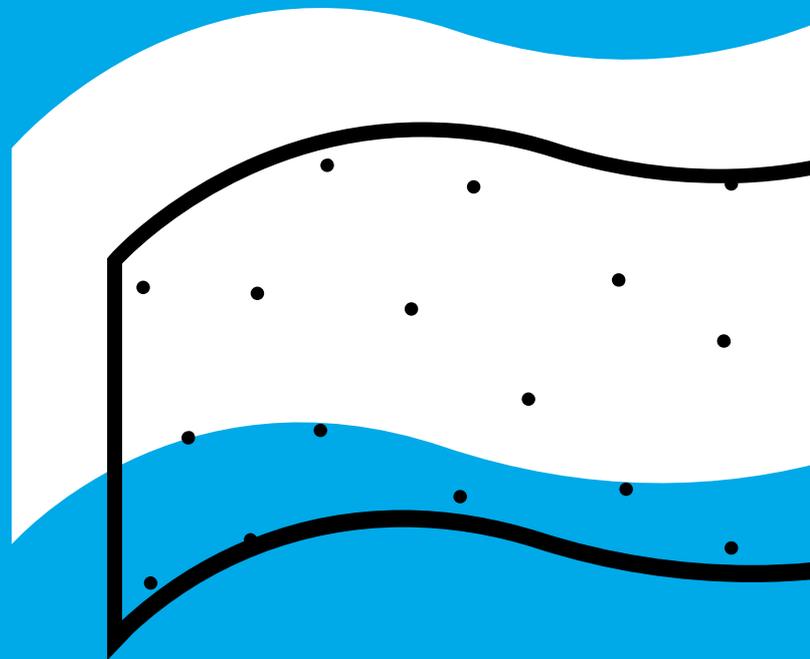
Los más comunes son:

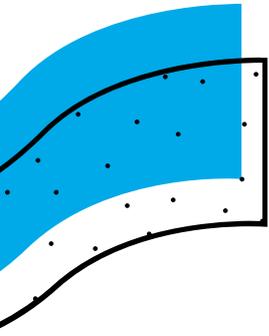
- Ultrasonido Aéreo - Se utiliza en ambientes ruidosos para identificar fugas, por ejemplo.
- Ultrasonido Estructural - Debe haber contacto con la superficie. Se busca procesos relacionados con turbulencias.
- Ultrasonido Parabólico - Se utiliza mucho en mediciones de líneas eléctricas a distancia.





Aplicaciones





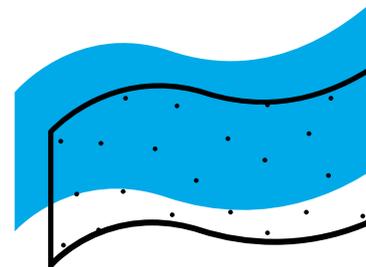
Fugas de Aire comprimido

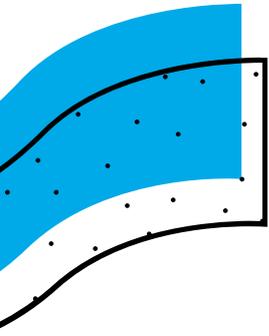
En sistemas de aire comprimido la pérdida energética por fugas puede ser cercana al 25%, por eso debe localizarse el problema y corregirlo.

Con la correcta utilización del ultrasonido es posible disminuir estas pérdidas. Si se emplea la técnica de medición correcta, es posible hacer estas mediciones de detección de problemas de fugas.



maintenancebenelux.nl/wiki-item/4075/condenspot-inspectie-met-behulp-van-ultrasound.html

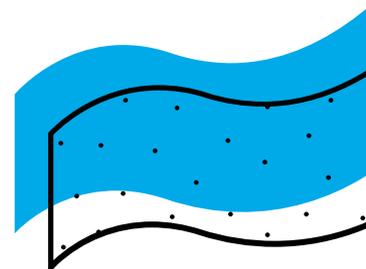
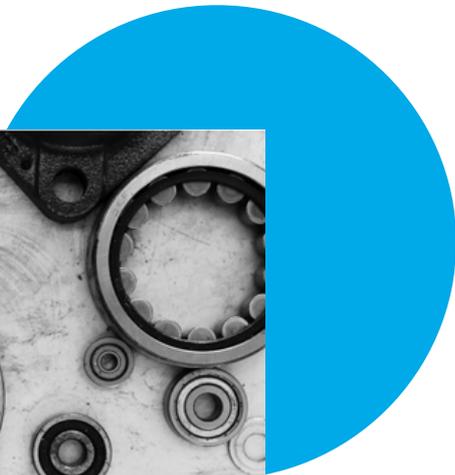


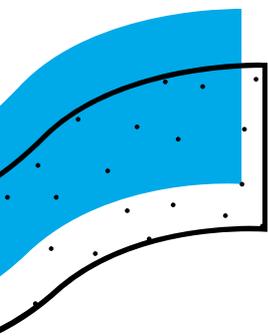


Detección fallas de Rodamientos

Cuando existen fallas en los rodamientos, por lo general se generan fricciones no deseadas. En ese caso el ultrasonido puede ayudar a la detección de dichas fallas antes de que algo grave pueda ocurrir.

Los equipos de ultrasonido traen accesorios que ayudan a hacer mediciones directamente en las máquinas y poder medir si existen fallas en los rodamientos. Como el ultrasonido es muy direccional, poder detectar fallas se hace más sencillo con las correctas técnicas de medición.





Lubricación de Rodamientos

Los rodamientos para que trabajen de manera correcta deben estar en buen estado y correctamente lubricados.

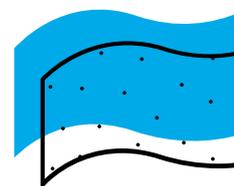
Con el ultrasonido podemos realizar mediciones debido a la fricción que se genera cuando hay falta de lubricación. Adicionalmente, si la práctica de ultrasonido está dentro de un trabajo basado en la condición de los rodamientos, se puede prevenir la sobre lubricación.

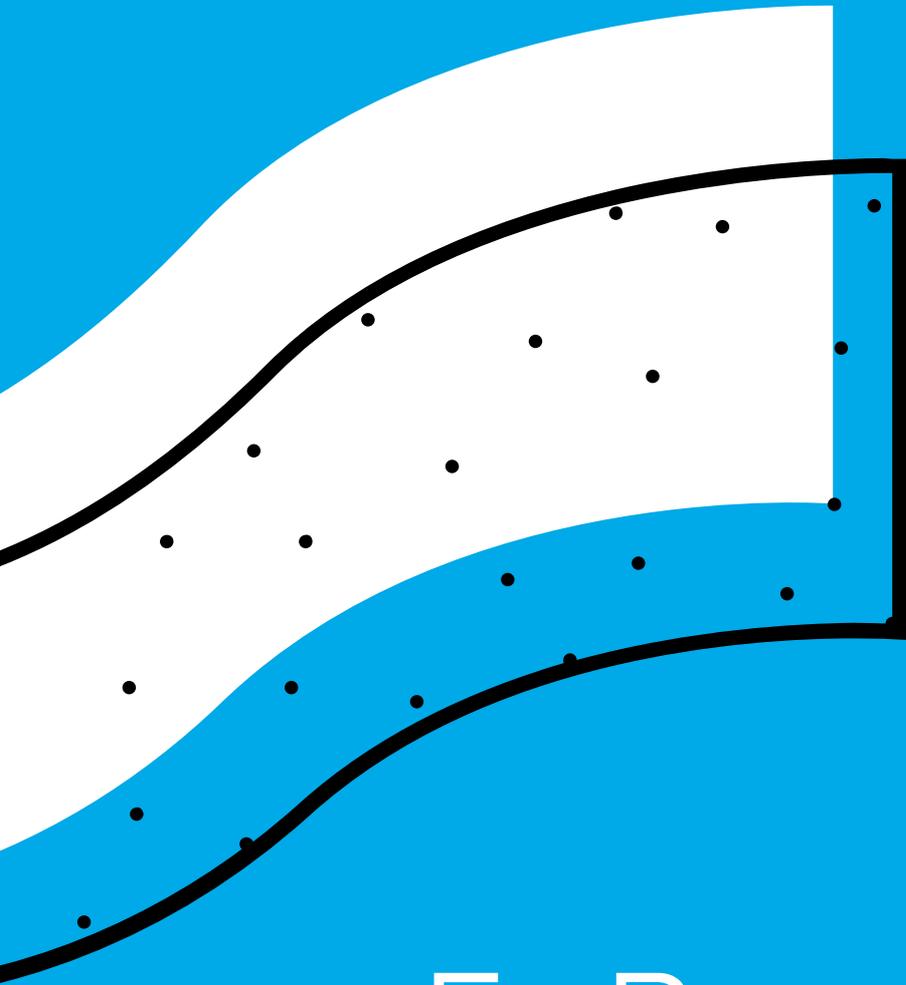
El ultrasonido es muy útil en este tipo de trabajos porque permite hacer mediciones antes de que ocurra vibración o altas temperaturas en los rodamientos.

Inspecciones Eléctricas

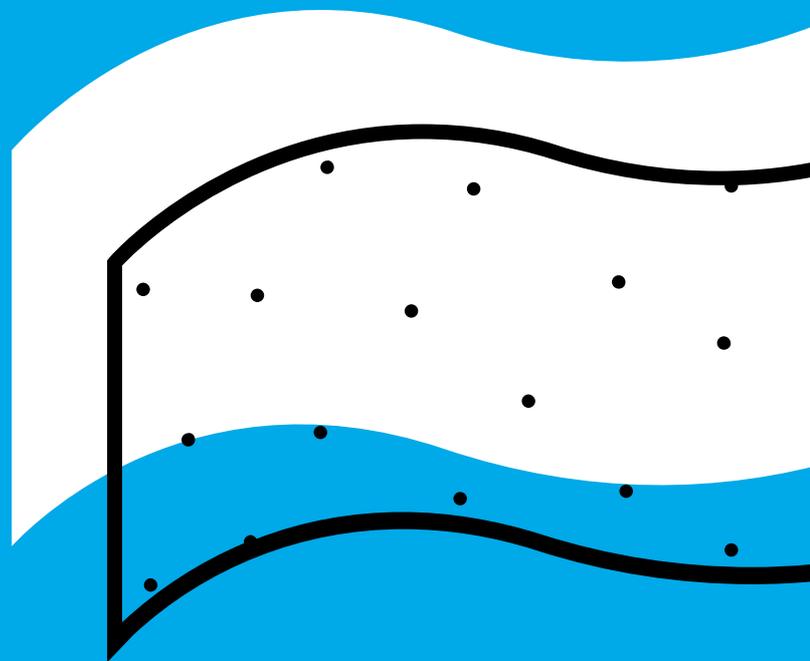
Tal vez uno de los campos más grandes para el ultrasonido es todo lo relacionado con inspecciones eléctricas.

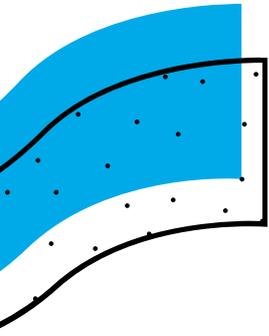
En diferentes conexiones eléctricas, cuando hay escape de electrones y se ioniza el aire, se produce un ruido ultrasónico. Este puede ser medido y analizado rápidamente por personal entrenado. Con diferentes accesorios como antenas parabólicas se pueden hacer mediciones que permiten alertarnos para prevenir accidentes graves en conexiones eléctricas.





En Resumen





En Resumen

El ultrasonido pasivo como técnica de medición es muy útil para diversos campos de acción.

Los principales beneficios son:

- Fácil implementación
- Costo efectiva
- Direccionalidad
- Múltiples campos de acción

Con el correcto entrenamiento no solo teórico sino práctico, las inspecciones con ultrasonido brindan mucha información sobre nuestra máquinas.

Si esto se complementa con un un correcto monitoreo de condiciones, el ultrasonido es el complemento perfecto para que nuestras máquinas trabajen de la manera correcta y adecuada. Así se previenen faltas de producción y podemos incrementar la vida útil de nuestros sistemas.

Gracias por leer nuestra guía Konideas sobre Ultrasonido Pasivo, si te interesa aprender más a fondo sobre [Ultrasonido Pasivo](#) puedes comenzar con nuestro curso en Konideas.

