

La Tecnología del Ultrasonido

Andre Feijs

La tecnología del Ultrasonido

En este artículo, se explican los principios físicos básicos del ultrasonido de una manera que permita al usuario de esta tecnología, comprender lo que se puede y no se puede hacer. Es importante comprender los principios generales, aun cuando, no se haya estudiado profundamente como y porque funciona. Para aquellos que necesitan saber más sobre los orígenes de la tecnología del ultrasonido, nos referiremos a nuestra base de datos de preguntas y respuestas, así como, la posibilidad de plantear preguntas directamente.

El ultrasonido en su forma más simple es sonido. Sin embargo, su tono es muy alto y por encima de la capacidad del oído humano. También es muy bajo en cuanto a su volumen. El ultrasonido para aplicaciones médicas es utilizado en fisioterapia y en diagnósticos. En nuestro caso, se trata únicamente de diagnóstico. Para darle una idea de que valores se utilizan para nuestros propósitos, el oído humano llega hasta aproximadamente 20 Khz. Nosotros trabajamos con ondas sonoras desde 2 Mhz (2 millones de ciclos) y 10 Mhz y hasta más. Todas las técnicas fundamentalmente realizan lo siguiente: proporcionan una onda sonora al cuerpo y luego escuchan el eco que regresa. Estos ecos son procesados y pasados a un monitor o convertidos y procesados hacia un alto parlante.

Esta es la tecnología básica. Sin embargo, existe más y aquellos que empiezan a trabajar con equipos se enfrentan a varias designaciones técnicas de lo que el equipo puede hacer. Por consiguiente, vamos a explicar algo más sobre como se hace y porqué para entender como utilizarlo.

Las ondas sonoras requieren de un vehículo de propagación. Recordemos las clases de física en nuestras escuelas cuando se demostraba que un alto parlante no produce sonido si localizado en un vacío. Por consiguiente, en nuestro caso, el sonido entra en nuestro cuerpo. Aquí tenemos músculo, hueso, aire, sangre, etc.

Para nuestro trabajo requerimos de tejido blando o líquidos, a través de los cuales, el sonido puede viajar.

Estos hechos, desde ahora nos demuestran, algunas razones por las cuales, algunas veces no logramos obtener imágenes claras: por ejemplo, cuando se presenta aire en el estómago o en los pulmones. Huesos y pelo en la superficie de la piel. Pero, aun cuando logremos una imagen debemos recordar que el reflejo de la sangre y la sangre fluye están causados por glóbulos rojos dentro de la sangre. Está claro que pacientes de leucemia evidencian malas imágenes en comparación a pacientes sanos. Un ejemplo similar se encuentra con pacientes deshidratados. Para aplicaciones veterinarias específicas, hasta la temperatura del cuerpo es un parámetro importante (evaluación de la calidad de la carne).

Para resumir, podemos decir lo siguiente:

1. Cada material o tejido cuenta con una velocidad específica para el pase de las ondas de sonido y por consiguiente, tienen su impedancia acústica específica.
2. Cada material tiene su densidad acústica específica.

Definición:

La velocidad de propagación de una onda de sonido a través de un medio, está determinada por el porcentaje en el que las ondas de presión mecánica son transferidas de una molécula a la otra.

Regla general: cuando las moléculas están cercanas entre sí, su velocidad para conducir aumenta y la velocidad también aumenta.

Ahora regresamos a la ultrasonografía y ecografía. Como explicábamos anteriormente, enviamos una onda sonora hacia el tejido y recibimos un eco. Esto requiere cierta explicación: solamente si existe un cambio en el tejido en el camino de propagación del sonido, una porción de aquel sonido se reflejará y la otra parte continuará en el nuevo medio. La porción que regresa a su punto de transmisión es llamado eco. Luego de haber leído lo anterior queda claro que el sonido también pierde intensidad durante su propagación. Esto se denomina atenuación. Existen dos tipos: re-dirección y absorción. En la re-dirección no existe pérdida real de energía, pero existe cambio de dirección (ángulo de divergencia, reflexión, dispersión).

Absorción: reducción de intensidad de la onda de ultrasonido (

expresada en mW/cm^2), dependiendo en cuanto (dB) por centímetro de propagación (cm) y dependiendo en la frecuencia de la onda de sonido (Mhz).

Esto implica que altas frecuencias proporcionan más atenuación que más bajas frecuencias y en otras palabras: Más bajas frecuencias pueden devolver un eco de mayores profundidades que más altas frecuencias.. Recuerden que nuestra parte receptora tiene límites técnicos para detectar ondas sonoras que regresan de ruido en general originado de la electrónica, etc. En la práctica, esto significa que una onda sonora de 5 Mhz cuenta con una atenuación doble si se le compara con una onda sonora de 3 Mhz. Aun más altas frecuencias no tienen mayor atenuación lineal. Para el uso diario del diagnóstico, esto significa que las áreas más profundas deben de ser visualizadas con frecuencias tan bajas como sea posible y visualizaciones más cercanas a la piel se observan mejor con frecuencias más altas.

A continuación, vamos a demostrar que estas no son las únicas consideraciones, pero que otros parámetros de ultra sonido son también importantes.

Resolución:

En primer lugar ofreceremos una explicación simple sobre la resolución y luego presentaremos de que manera nos afecta en nuestro trabajo diario. Detalles sobre esto están explicados en otro artículo relacionado con “ Artefactos e interpretación incorrecta”.

Definición:

La resolución en Ultrasonido es la habilidad de distinguir las diferentes partículas que reflejan el ultrasonido. En otras palabras: diferentes tejidos localizados cerca proporcionan reflexiones individuales y deseamos desplegarlas también independientemente de cada una.

El Ultrasonido es una onda de energía que cuenta con 3 resoluciones espaciales: X, Y y Z;

Por ejemplo, X es de la izquierda a la derecha, Y es de adelante hacia atrás, mientras que Z es la resolución alineado con el eje de propagación.

La resolución (axial) “ Z” depende de la frecuencia de la onda sonora.

Las resoluciones “ X” (lateral) e “Y” (transversal) están

influenciadas por la distancia que existe con el objeto, la forma y el diámetro del objeto y la forma del transmisor / receptor que hace el “ ultrasonido”.

Recuerden que estos parámetros están siendo dados por la física y por consiguiente, muchas tecnologías combinadas son utilizadas para obtener formas de ondas que pueden ser utilizadas para nuestros propósitos.

Luego de leer lo anterior, se pueden comprender algunas de las bases de lo que el Ultrasonido realiza. Por consiguiente, ahora revisaremos como se hace el ultrasonido y que tipos de transductores son importantes para nuestro trabajo diario.

El material que transforma los impulsos electrónicos en ondas de ultrasonido cuenta con un comportamiento piezo eléctrico. Esto funciona de dos maneras: Cuando un impulso electrónico es aplicado a los cables conectores del material, este cambia en tamaño y este cambio se convierte en una onda sonora. También, cuando la presión sobre el material es modificada, el voltaje sobre los cables conectores también se modificará. Un aparato que funcione tanto como transmisor, como para receptor, se llama, transductor. Las secciones individuales que pueden transmitir y recibir, se llaman, elementos. El bloque completo que nosotros, como usuarios., mantenemos en nuestras manos se llama transductor. En el transductor contamos con la parte frontal, la cual contiene el “ array” (el cual, cuenta con muchos elementos individuales), conectores de los cables y algunas veces también componentes electrónicos. Aclaremos un asunto: todas estas partes son altamente sensibles al maltrato y otros daños. Cada elemento puede tener un tamaño de menos de 0.1 mm y la distancia entre cada elemento algunas veces es inferior a los 5 micrones. La cobertura externa de goma tiene dos funciones principales: es un adaptador de lente acústico e impedancia acústica. También sirve como aislamiento electrónico que separa la electrónica interna del exterior. Por consiguiente, el usuario nunca se le permite continuar trabajando con transductores dañados.

Por consiguiente, este comportamiento físico permite transmitir el ultrasonido y convertir ondas sonoras que se reciben a señales electrónicas. Las dimensiones y forma de los elementos individuales determina la sensibilidad y también la frecuencia en la que opera.

(sin embargo, otros componentes también están involucrados en esto).

Solo unas pocas palabras, con las que podemos cruzarnos: foco, canales, elementos, parte frontal, formador de onda digital, transductores, etc, etc. Estos, cuando sean considerados importantes, serán evaluados por nosotros y regresaremos a ellos en este “ web site”.

La base del ultrasonido se refiere a la propagación del sonido y su comportamiento físico. Pero para nosotros, como usuarios, observamos el sistema en su conjunto: transductor, unidad básica, monitor. Todas estas cosas cuentan en algún lugar con resolución. Por ejemplo, el “ bloque” electrónico, el cual, (entre otras cosas) convierte el eco que regresa en señal de video y también el ancho de banda del monitor de video cuenta con una resolución específica. (específicamente regresaremos al monitor porque modificando el brillo y el contraste podemos cambiar totalmente la apariencia).

De manera sencilla: ahora existen 3 tipos básicos de transductores (frecuentemente llamados sondas) que están disponibles en el mercado.

Sectoriales mecánico Transductor lineal Transductor convexo
Cada uno cuenta con sus propias ventajas relacionadas con donde y cuando deben ser utilizados.

También queda claro que varias aplicaciones pueden realizarse con diferentes técnicas.

1. Sectorial Mecánico:

Amplio recorrido del cristal para una mejor resolución.

Ventana pequeña para visualización entre las costillas.

Angulo de escaneo ancho.

Mejor para transductores rectales o vaginales.

2. Lineal:

Amplio plano de contacto, ideal para pequeñas estructuras con 7.5 Mhz. Todos los transductores más solicitados

transrectales veterinarios son de esta categoría.

3. Convexo:

Amplio campo a distancia con un tamaño de ventana idóneo.
Foco electrónico para una mejor resolución a profundidad.

Anteriormente, introdujimos otro concepto muy importante que es: enfoque.

Ahora explicaremos la manera por la cual, observamos una línea de eco en la pantalla y el concepto de enfoque.

Supongamos que colocamos un transductor en el cuerpo, luego, sacamos ondas de ultrasonido hacia fuera y esperamos por ecos de regreso. En el momento en el que empezamos a “escuchar” el eco, este se despliega en la parte superior de la imagen de ultrasonido. Cuanto más tarde el eco regresa al transductor más abajo se despliega. Recuerde que se requiere de tiempo para que las ondas de ultrasonido viajen hacia los tejidos. Fuertes reflexiones son desplegadas como color blanco y ecos débiles se despliegan como casi el color negro. Niveles intermedios son visualizados con el color gris. La proporción en que los ecos son convertidos en voltajes son de 1 a 10.000. Esto representa mucho más de lo que los monitores pueden desplegar. Dentro de la electrónica, por consiguiente, los ecos son comprimidos, mayormente en una forma no lineal. Este proceso se denomina “pre procesamiento”. Justamente antes de que vaya al monitor los niveles son nuevamente convertidos debido a que los monitores tienen diferente sensibilidad. Esto se denomina “post procesamiento” (algunas veces llamado corrección gama). Muchos sistemas pueden variar estas conversiones a través de una pantalla de menú.

La otra cosa que ya comentamos es que los ecos fuertes se visualizan con el color blanco y los ecos débiles se presentan en gris oscuro o negro. Nuestro ojo humano es más sensible hacia los niveles de gris oscuro que los matices de blanco y además, los ecos más débiles son los más interesantes. Esto es acrecentado especialmente en el “pre procesamiento”.

Los ecos que se acercan al transductor son amplificados y luego

digitalizados (actualmente se dispone también de nuevas y más costosas técnicas). De manera similar a amplificadores de audio, se cuenta con botones de ganancia. El concepto de ganancia total queda claro. Los bajos y altos pueden ser comprendidos en esta comparación como la ganancia para el primer eco y la ganancia para los ecos más profundos.

Internamente, se cuenta con compensaciones para cada tipo diferente de transductores y por la pérdida de fuerza debido a la propagación en el tiempo (recuerdan la historia de dB/cm/Mhz). Para nosotros, como usuarios, los ajustes en las ganancias son muy importantes. Para cada imagen que deseamos lograr debemos de realizar los ajustes requeridos.

Cada imagen requiere de partes blancas y negras.

También el otro error bastante lógico y muy común se relaciona con los ajustes de brillo y contraste los cuales algunas veces no son corregidos al modificarse las condiciones de luz en las que estamos trabajando. Recuerden que el monitor cuenta con un rango dinámico relativamente pequeño para el despliegue de rangos de grises, por consiguiente, los ajustes correctos son importantes.

Para completar esta breve y corta introducción de líneas de eco: en el transductor existen muchos elementos localizados al lado del otro (exceptuando los transductores sectoriales: aquí la posición de los elementos cambia).

Los elementos están posicionados en una línea, reconocido como “ array”.

Para hacer una línea de eco utilizamos grupos de elementos. Cada elemento es pulsado con diferente retraso de tiempo.

Debido a esto la sumatoria del ultrasonido es más pequeña en una profundidad pre determinada. Recuerdan a Pitágoras y la explicación sobre el tiempo de propagación?

Esta técnica de retrasos de tiempo para elementos individuales que generan un paquete de ultrasonido, se puede realizar,

obviamente, solamente cuando se envía una onda sonora. Esto se reconoce como foco de transmisión. La mayoría de los sistemas evidencian esta área con un punto o flecha al lado de la pantalla. Modificando esto para mejorar los resultados, cada vez que se cambia la profundidad de visualización se aplica el foco automático.

Ahora bien, la magia de cómo es posible contar con dos o hasta cuatro puntos de focalización: se realizan cuatro barridos, cada uno con diferente punto de focalización y luego se junta en la pantalla. Luego mostramos la sección correspondiente que cuenta con las mejores líneas de eco. El precio que pagamos por esto: la cantidad total de cuadros es reducida por dos o hasta cuatro. La cantidad de imágenes completas por segundo. (utilizando el grupo completo de elementos) se denomina, un cuadro. Este valor se despliega en la pantalla del monitor (por ejemplo, 25 cuadros, o 15 cuadros).

La otra parte en la que nos encontramos con focalización es en la parte receptora. Por consiguiente, cuando el eco regresa a los elementos. Recordemos que aquellos ecos que regresan retardados están relacionados con cambios en los tejidos/ bordes a mayor profundidad.

Para cada momento luego que el sonido es transmitido nosotros conocemos la profundidad representada. Por consiguiente, la misma Técnica de los retrasos de cada elemento individualmente, es utilizada. Dependiendo en la tecnología aplicada en el sistema y su complejidad (por consiguiente, precio) existen por ejemplo, 4 áreas de focalización o cada 5 milímetros de profundidad de barrido o cada dos pixels de la imagen.

Luego de haber leído lo anterior, algunas palabras que ahora reconocemos en nuestro trabajo diario:

1. Por que necesitamos gel de ultrasonido. Para que sirve.
Recuerde que trabajamos con reflexiones, etc. El gel de ultrasonido es un liquido de acople acústico. Anteriormente,

dijimos que el aire presenta una alta resistencia al ultrasonido. Por consiguiente, el gel se aplica entre los cristales y el cuerpo para evitar la presencia de aire.

2. La utilización de separadores y cojinete de gel. Contamos con dos razones.

En primer lugar, por la misma razón por la que utilizamos el gel; cuando la piel presenta una fuerte curvatura, no se puede obtener un nivel de contacto satisfactorio, el separador compensa por las áreas de curvatura así como el barrido en el músculo dorsal o patas del caballo.

En segundo lugar, los separadores se utilizan para áreas de escaneo muy próximas al transductor (superficial). El área de interés que pretendemos analizar se coloca más lejos y por consiguiente, vuelve a encontrarse en el área óptima de focalización del transductor.

Existe mucho más con relación a conceptos básicos del ultrasonido. Este artículo se limita a lo básico, lo cual, está relacionado a lo que el usuario puede ver y lo que debe conocer. Se invita cordialmente a penetrar más adentro y efectuar preguntas más profundas directamente en cuanto a lo que sobre este tema se refiere en este web site.