



Sauter GmbH

Ziegelei 1
D-72336 Balingen
Correo electrónico: info@kern-
sohn.com

Tel. : +49-[0]7433- 9933-0
Fax: +49-[0]7433-9933-149
Internet: www.sauter.eu

Instrucciones de uso Medidor de espesor de materiales de ultrasonidos multimodo

SAUTER TO

Versión 2.0
04/2020
ES



MEDICIÓN PROFESIONAL

TO-BA-es-2020



SAUTER TO

V. 2.0 04/2020

Instrucciones de uso Medidor de espesor de materiales de ultrasonidos multimodo

Le felicitamos por la compra de un medidor de espesores por ultrasonidos multimodo SAUTER. Esperamos que disfrute de su aparato de medición de calidad con su amplia gama de funciones. Si tiene alguna pregunta, solicitud o sugerencia, no dude en ponerse en contacto con nuestro servicio de atención al cliente por teléfono.

Índice de contenidos:

1	General	4
1.1	Especificaciones del producto	4
1.2	Principio de medición	4
1.3	Transductor: datos técnicos	5
1.4	Configuración	6
1.5	Condiciones de trabajo:.....	6
2	Teclado y pantalla	6
2.1	Pantalla principal.....	7
2.2	Unidad operativa	8
3	Preparación para la medición	8
3.1	Selección del transductor	8
3.2	Estado y preparación de las superficies.....	10
4	Operación	10
4.1	Alimentación	10
4.2	Conexión de la sonda	10
4.3	Encendido del dispositivo (Power ON)	11
4.4	Configuración de los ajustes de espera	11
5	Operación	12
5.1	Ajuste del modo de trabajo	12
5.2	Selección de la sonda.....	12
5.3	Función "Sonda cero".....	13
5.4	Calibración de la velocidad del sonido	13
5.5	Realización de mediciones.....	16
5.6	Establecer el modo de vista	17
5.7	Establecer el grosor normal.....	18
5.8	Fijar el valor límite.....	18
5.9	Fijar la resolución.....	19
5.10	Gestión de la memoria.....	19
5.11	Cómo establecer el tono de las teclas	21
5.12	Cómo establecer el tono de advertencia	21
5.13	Ajuste del nivel de brillo de la pantalla LCD.....	21
5.14	Establecer la disponibilidad de la pantalla	22
5.15	Ajustar la desconexión automática	22
5.16	Cambiar el sistema de unidades.....	22

5.17	Fijar la fecha y la hora.....	22
5.18	Fijar el idioma	23
5.19	Información del producto	23
5.20	Reiniciar el sistema	23
5.21	Comunicación USB	24
6	Metrología.....	24
6.1	Procedimiento de medición	24
6.2	Medición de la pared	24
7	Servicio.....	24
8	Transporte y almacenamiento	25
9	Velocidad del sonido	25
10	Notas de aplicación	26
10.1	Medición de tubos grandes y pequeños.....	26
10.2	Medición de superficies calientes	26
10.3	Medición de materiales laminados	27
10.4	Medición a través de capas de pintura y revestimiento.....	27
10.5	Idoneidad de los materiales	27
10.6	Agente de acoplamiento.....	28

1 General

El modelo TO-EE es un medidor de espesor de materiales a base de ultrasonidos con múltiples modos de funcionamiento. Basado en los mismos principios de funcionamiento que el SONAR, el dispositivo puede medir el espesor de diversos materiales con una precisión de hasta 0,1 / 0,01 milímetros. La función multimodo del medidor permite al usuario cambiar entre el modo de pulso-eco (detección de defectos y muescas) y el modo de eco-eco (determinación del espesor real del material sin el espesor de la pintura o el revestimiento que pueda haber).

1.1 Especificaciones del producto

- Multimodal: modo Pulso-Eco (modo P-E) y modo Eco-Eco (modo E-E). En el modo Eco-Eco, se puede medir el espesor de la pared sin tener en cuenta el espesor de la pintura o del revestimiento.
- Amplio rango de medición: Modo Pulso-Eco: (0,7 ~ 600) mm (en acero, según la sonda). Modo Eco-Eco: (3 ~ 100) mm.
- Corrección de la trayectoria en V para compensar la no linealidad de la sonda.
- La pantalla TFT en color (320 x 240 TFT-LCD) con luz de fondo ajustable permite al usuario trabajar en lugares de trabajo con poca visibilidad.
- Se pueden almacenar hasta 100 grupos de valores de espesor medidos en la memoria no volátil. Se permite un máximo de 100 conjuntos de datos por grupo.
- Se utilizan dos pilas alcalinas AA como fuente de alimentación. Esto garantiza un funcionamiento continuo de al menos 100 horas (ajuste estándar de luminosidad). Están disponibles las funciones de ahorro de energía "Display Standby" y "Auto Power Off".
- El módulo Bluetooth interno puede utilizarse para establecer una conexión inalámbrica con el ordenador o otros dispositivos móviles.
- Conexión USB 1.1. Transferencia en línea de los datos de medición a través de USB al ordenador.

1.2 Principio de medición

El medidor de grosor por ultrasonidos determina el grosor de una pieza o estructura midiendo con precisión el tiempo que tarda un breve impulso ultrasónico generado por un transductor en atravesar el grosor del material, reflejarse en la superficie posterior o interior y volver al transductor. El tiempo de tránsito bidireccional medido se divide por dos para tener en cuenta las trayectorias de ida y vuelta, y luego se multiplica por la velocidad del sonido en el material en cuestión. El resultado se refleja en la siguiente relación :

$$H = \frac{v \times t}{2}$$

H = Espesor de la muestra de ensayo

v = velocidad del sonido en el material respectivo

t = tiempo medido de ida y vuelta

1.3 Transductores: datos técnicos

Modelo	Frecuencia [MHz]	Φ [mm]	Rango de medición [mm]	Valor límite inferior [mm]	Descripción
N02	2,5	14	3,0 ~ 300,0 mm (en acero) 40 mm (en fundición gris HT200)	20 mm	para materiales gruesos, fuertemente atenuantes o de gran dispersión
N05	5	10	1 ~ 600,0 mm (en acero)	Φ 20 mm \times 3,0 mm	Medición normal
N05/90°	5	10	1 ~ 600,0 mm (en acero)	Φ 20 mm \times 3,0 mm	Medición normal
N07	7	6	0,7 ~ 200,0 mm (en acero)	Φ 15 mm \times 2,0 mm	Para mediciones de paredes de tuberías finas o con poca curvatura
HT5	5	12	1 ~ 600,0 mm (en acero)	30 mm	Para la medición a altas temperaturas (por debajo de 300 °C)
P5EE	5	10	P-E: 0,7~ 600 mm E-E: 3 ~ 100 mm	Φ 20 mm \times 3,0 mm	Medición normal y la medición del espesor a través de la pintura o el espesor del revestimiento

1.4 Configuración

	No.	Artículo	Pieza	Comentarios
Configuración estándar	1	Vivienda	1	
	2	Sonda P5EE (5 MHz)	1	
	3	Agente de acoplamiento	1	
	4	Embalaje del dispositivo	1	
	5	Instrucciones de uso	1	
	6	Pila alcalina	2	Tipo AA
	7	Cable USB	1	
Configuración opcional	8	Sonda N02 (2,5 MHz)		véase el cuadro 1.1.
	9	Sonda N05/90° (5 MHz)		
	10	Sonda N05 (5 MHz)		
	11	Sonda N07 (7 MHz)		
	12	Sonda HT5 (5 MHz)		

1.5 Condiciones de trabajo:

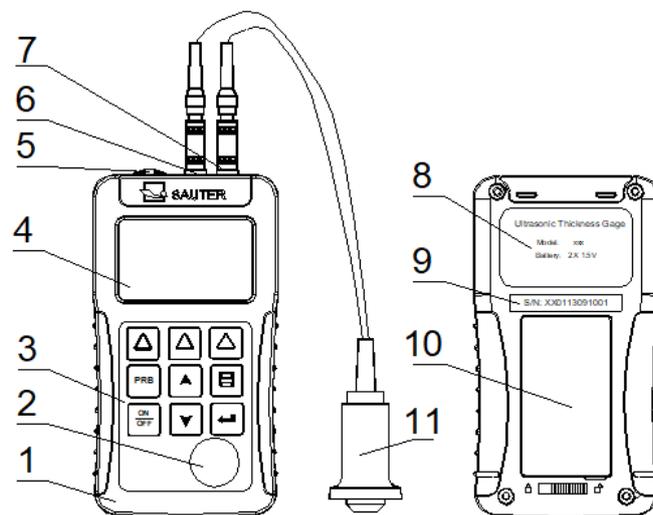
Temperatura de funcionamiento: 0 °C ~ +50° C

Temperatura de almacenamiento: -20° C ~ +70° C

Humedad relativa: ≤ 80 %

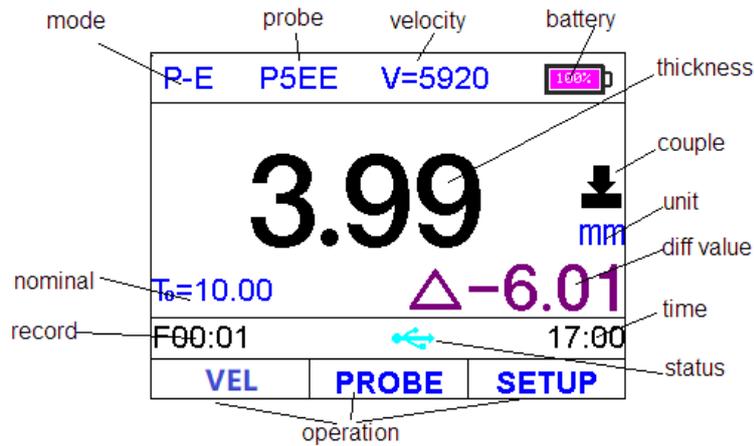
Evite las vibraciones, los campos magnéticos fuertes, los medios corrosivos y el polvo pesado en el lugar de uso.

2 Teclado y pantalla



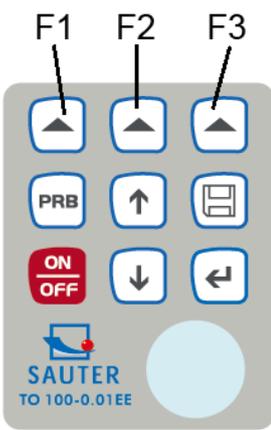
- 1 Carcasa
- 2 Placa "Sonda Cero"
- 3 Teclado
- 4 Pantalla TFT
- 5 Puerto USB
- 6 Toma de codificador de pulsos
- 7 Toma de corriente receptora
- 8 Pegatina
- 9 Número de serie
- 10 Tapa del compartimento de las pilas
- 11 Sonda

2.1 Pantalla principal



Función	Explicación
Modo	"E-E" indica que el medidor está funcionando en modo Eco-Eco; "P-E" indica que está funcionando en modo Pulso-Eco;
Muestra	Selección de la sonda
Velocidad	Velocidad del sonido
Batería	Muestra la capacidad restante de la batería
Espesor	Resultado de la última medición
Unidad	Sistema de unidades: mm o pulgadas
Valor diferencial	Resultado de la medición cuando se trabaja en modo diff
Tiempo	Tiempo del sistema
Estado	Estado de la comunicación USB
Operación	Indica qué operación está ya activa
Registro	muestra el grupo de datos seleccionado y el número de registros
Pareja	Muestra el estado del acoplamiento
Espesor nominal	Atajos de teclado

2.2 Unidad operativa

<p>El diseño del dispositivo permite al usuario acceder rápidamente a todas las funciones del mismo. Un sistema de menús de fácil manejo permite acceder a cualquier función pulsando unas pocas teclas.</p> <p>: Teclas de función para seleccionar las funciones deseadas en la pantalla. En las siguientes secciones de este manual, se denominan F1, F2 y F3 de izquierda a derecha.</p>			
	ON/OFF o CANCELAR		Procedimiento Sonda cero
	Guardar el resultado de la medición		Confirmar/Entrar
	Más (Plus) o desplazarse hacia arriba		Menos o desplazarse hacia abajo

3 Preparación para la medición

3.1 Elección del transductor

El medidor está diseñado para realizar mediciones en una amplia gama de materiales, desde diversos metales hasta vidrio y plásticos. Sin embargo, los diferentes tipos de materiales requieren el uso de diferentes transductores. La elección del transductor adecuado para la aplicación es necesaria para realizar mediciones precisas y fiables sin problemas. En las siguientes secciones se destacan las características importantes del transductor que deben tenerse en cuenta al seleccionar un transductor para una aplicación concreta.

En general, el mejor transductor para la aplicación es aquel que emite suficiente energía ultrasónica en el material que se está midiendo para que el instrumento reciba un eco fuerte y estable. La fuerza de los ultrasonidos al propagarse puede verse afectada por varios factores. Estos se enumeran a continuación:

- **Intensidad de la señal inicial:** Cuanto más fuerte sea la señal al principio, más fuerte será su eco de retorno. La intensidad inicial de la señal viene determinada en gran medida por el tamaño del emisor ultrasónico del transductor. Una gran superficie radiante emite más energía en el material que se mide que una pequeña superficie radiante. Por lo tanto, un transductor de "1/2 pulgada" emitirá una señal más fuerte que un transductor de "1/4 de pulgada".
- **Absorción y dispersión:** Si el ultrasonido se propaga a través de algún material, se absorbe parcialmente. Si el material por el que se propaga el sonido, tiene una estructura de grano, las ondas sonoras se dispersan. Ambos efectos reducen la fuerza de las ondas y, por tanto, la capacidad del medidor para detectar el eco de retorno. Los ultrasonidos de mayor frecuencia se absorben y se dispersan más que los de menor frecuencia. Aunque parece aconsejable

utilizar un transductor de baja frecuencia en todos los casos, las frecuencias bajas son menos direccionales que las altas. Por lo tanto, un transductor de mayor frecuencia es una mejor opción para determinar una localización precisa de pequeñas picaduras o defectos en el material que se está midiendo.

- Geometría del transductor: Las limitaciones físicas del entorno de medición determinan a veces la idoneidad de un transductor para una tarea de medición concreta. Algunos transductores pueden ser sencillamente demasiado grandes para ser utilizados en zonas de espacio limitado. Además, el área de contacto disponible para entrar en contacto con el transductor puede ser limitada, lo que requiere el uso de un transductor con un área de contacto pequeña. La medición en una superficie curva, como la pared de un cilindro del motor, puede requerir el uso de un transductor con una superficie de contacto adecuadamente curvada.
- Temperatura del material: Cuando es necesario medir en superficies muy calientes, hay que utilizar transductores de alta temperatura. Estos transductores se fabrican con materiales y técnicas especiales, que les permiten soportar altas temperaturas sin sufrir daños. Además, hay que tener cuidado, cuando se utiliza un transductor de alta temperatura para realizar la *puesta a cero* del sensor o la calibración a espesor *conocido*.

La elección de un transductor adecuado suele ser una cuestión de compromiso entre diferentes propiedades. Puede ser necesario utilizar diferentes transductores a modo de prueba para encontrar un sensor adecuado para la aplicación.

El transductor es la "herramienta de trabajo" del aparato. Transmite y recibe ondas ultrasónicas, que el aparato utiliza para calcular el espesor del material a medir. El transductor se conecta al aparato mediante el cable suministrado y dos conectores coaxiales. Cuando se utilizan transductores, la disposición de los conectores coaxiales dobles es irrelevante: cualquier conector puede conectarse a cualquiera de las dos tomas del aparato.

El transductor debe utilizarse correctamente para obtener un resultado de medición preciso y fiable. A continuación se describe brevemente el transductor, seguido de sus instrucciones de uso.



La figura de la izquierda muestra un transductor típico desde abajo. Los dos semicírculos de la zona de contacto son visibles, así como la barrera que los separa. Uno de los semicírculos se encarga de propagar los ultrasonidos en el material que se está midiendo, y el otro semicírculo se encarga de devolver el eco al transductor. Cuando el transductor está en contacto con el material que se está midiendo, se mide el área directamente debajo del centro del área de contacto.

La ilustración de la derecha muestra una vista superior de un transductor típico. Presione hacia arriba el transductor con el pulgar o el dedo índice para mantenerlo en su sitio. Una presión moderada es suficiente, ya que el transductor sólo tiene que

mantenerse inmóvil y la superficie de contacto tiene que estar plana contra la superficie de apoyo del material que se está midiendo.

3.2 Estado y preparación de las superficies

En cualquier escenario de medición por ultrasonidos, la forma y la rugosidad de la superficie de medición son de suma importancia. Las superficies rugosas y irregulares pueden limitar la propagación de los ultrasonidos a través del material y dar lugar a mediciones inestables y, por tanto, poco fiables. La superficie a medir debe estar limpia y libre de pequeñas partículas, óxido o sarro. La presencia de estos obstáculos impide, que el transductor entre en contacto con la superficie de apoyo. A menudo, un cepillo de alambre o un rascador ayudan a limpiar las superficies. En casos extremos, se pueden utilizar amoladoras rotativas o muelas. Sin embargo, hay que tener cuidado para evitar grietas en la superficie, que impidan el correcto acoplamiento del transductor.

Las superficies extremadamente ásperas, como la superficie en forma de guijarro de algunos hierros fundidos, son las más difíciles de medir. Estas superficies actúan sobre el haz de sonido como un cristal esmerilado sobre la luz, el haz se difunde y se dispersa en todas las direcciones.

Las superficies rugosas no sólo son un obstáculo para la medición, sino que también contribuyen a un desgaste excesivo del transductor, especialmente en situaciones en las que el transductor "frota" a lo largo de la superficie. Los transductores deben ser revisados periódicamente, para detectar signos de desgaste en la superficie de contacto. Si la superficie de contacto está más desgastada en un lado que en el otro, el haz de ultrasonido, que atraviesa la muestra, puede dejar de ser perpendicular a la superficie del material. En este caso, es difícil localizar con precisión las irregularidades más pequeñas del material que se está midiendo porque el foco del haz de ultrasonido ya no está directamente debajo del transductor.

4 Operación

4.1 Alimentación

Se necesitan dos pilas alcalinas AA como fuente de alimentación. El compartimento de las pilas se encuentra en la parte trasera. La tapa se fija con dos tornillos. Así es como se insertan las pilas:

- Afloje los dos tornillos de la tapa de la batería.
- Levante la tapa hacia arriba.
- Introduzca las pilas en el compartimento de las pilas.
- Cierre el compartimento de las pilas y apriete los tornillos.
- Encienda el aparato para asegurarse de que las pilas están insertadas correctamente y con firmeza.

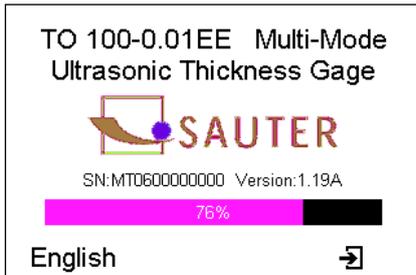
4.2 Conexión de la sonda

Para preparar el dispositivo para su funcionamiento, debe conectarle una sonda. El dispositivo está equipado con los enchufes Lemo.

Al conectar una sonda al instrumento, no sólo es importante que la conexión física se realice correctamente. También es importante que el instrumento esté correctamente configurado para trabajar con la sonda instalada.

4.3 Encendido del dispositivo (Power ON)

Para poner en marcha el aparato, pulse la tecla  hasta que se active la pantalla. Mientras el dispositivo inicia una pantalla de inicio, la pantalla muestra el número de serie del dispositivo, la versión de software instalada, la fecha y la hora del sistema. La pantalla de inicio de la máquina aparece como se muestra en la siguiente figura:



Pulse la tecla F1 para cambiar de idioma.

Pulse la tecla F3 para saltarse el procedimiento de comprobación de arranque y pasar inmediatamente al modo de medición.

El aparato realiza una autocomprobación y pasa automáticamente al modo de medición, si no se pulsa ninguna otra tecla.

El aparato ya está listo para la primera medición.



El aparato vuelve a cargar automáticamente los últimos ajustes. Dispone de una memoria especial que conserva todos los ajustes incluso cuando se desconecta la alimentación.

Para apagar el instrumento, mantenga pulsado la tecla  hasta que aparezca el mensaje de apagado.,

El medidor también tiene una función de apagado automático para ahorrar batería. Si no se realiza ninguna operación durante un determinado período de tiempo (establecido como retardo de apagado automático), el medidor se apaga automáticamente.

Nota: el aparato se apaga automáticamente cuando la capacidad de la batería es demasiado baja.

4.4 Configuración de los ajustes de espera

Para ahorrar batería, el dispositivo admite los siguientes modos de alimentación:

Estado de funcionamiento - El dispositivo funciona a plena frecuencia.

Estado de espera - Después de 5 segundos (ajuste por defecto), el brillo de la pantalla LCD se ajusta a un valor bajo y la CPU funciona a una frecuencia más baja. Esto no afecta a los datos ni a la memoria. Si se pulsa cualquier tecla o se realiza una medición, la unidad volverá al modo de funcionamiento y se restablecerá el brillo por defecto.

Estado de apagado - Después de 2 minutos (ajuste por defecto), el dispositivo pasa del modo de espera al modo de apagado. La unidad y la pantalla están apagadas y consumen muy poca energía. Al pulsar cualquier tecla, la unidad no entrará en el modo de apagado, mostrando el mensaje "¡Tiempo de espera!" y se restablece el modo de funcionamiento.

El paso del modo de funcionamiento al modo de espera se realiza según el ajuste del retardo de espera de la pantalla. El tiempo de retardo puede ser configurado por el usuario en el cuadro de diálogo *Retraso de la pantalla en espera*. El dispositivo puede ser reiniciado desde el modo de espera al modo de ejecución por cualquier actividad del usuario.

5 Operación

5.1 Establecer el modo de trabajo

Los usuarios y los inspectores tratan a menudo con materiales revestidos, como tuberías y depósitos, sobre el terreno. Por lo general, los inspectores deben retirar la pintura o el revestimiento antes de la medición o tener en cuenta un cierto grado de error causado por el grosor o la velocidad de la pintura o el revestimiento.

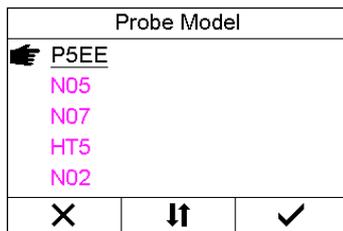
El error puede eliminarse con este medidor utilizando un modo de eco especial diseñado para las mediciones en estos casos. El medidor está equipado con esta función de fácil manejo para que no sea necesario quitar la pintura o el revestimiento. Para cambiar entre el modo P-E y el modo E-E, pulse [Configuración de la prueba] en el cuadro de diálogo Configuración de  la prueba.

Test Settings		
Work Mode	P-E	
Probe Set	P5EE	
Velocity Set	5920m/s	
View Mode	Normal Mode	
Nominal Thickness	10.00mm	
		

5.2 Selección de la sonda

Asegúrese de que ha ajustado el modelo de sonda correcto en el aparato. De lo contrario, la medición puede ser incorrecta. En el cuadro de diálogo *Modelo de sonda*, utilice las teclas  y  para desplazarse hasta el modelo de sonda en uso.

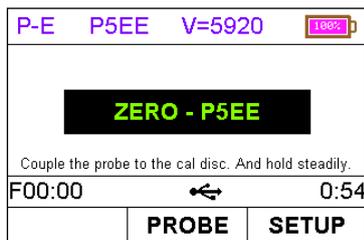
A continuación, pulse  y  para cancelar la operación y salir del cuadro de diálogo.



5.3 Función de puesta a cero de la sonda

La tecla  se utiliza para poner a cero el medidor de la misma manera que se pone a cero un micrómetro mecánico. Si el medidor no se pone a cero correctamente, todas las mediciones realizadas con el medidor pueden estar sujetas a algún error. Cuando el medidor se pone a cero, este valor de error fijo se mide y se corrige automáticamente en todas las mediciones posteriores. La puesta a cero del instrumento puede realizarse de las siguientes maneras:

1. Conecta el transductor al dispositivo. Asegúrese de que los conectores están completamente encajados. Asegúrese de que la superficie de desgaste del transductor esté limpia y libre de cualquier materia extraña.
2. Pulse el botón  para activar el modo *Sonda Cero* (véase la figura siguiente).
3. Aplique una sola gota del agente de acoplamiento en la superficie de la placa metálica de la sonda.



4. Presione el transductor contra la placa de la sonda y asegúrese de que el transductor está plano contra la superficie.
5. Cuando la barra de progreso esté completa, retire el transductor de la placa de la sonda. Repita este proceso cuatro veces si es necesario.
6. En este punto, el instrumento calcula correctamente el factor de error interno y lo compensa en todas las mediciones posteriores. Al realizar la función *Sonda Cero*, el instrumento siempre utiliza el valor de la velocidad del sonido de la placa de la sonda instalada, incluso si se introdujo un valor de velocidad diferente para las mediciones reales. Aunque el instrumento recuerda el último ajuste a cero, generalmente es aconsejable realizar la función *Sonda Cero* cuando se enciende el medidor y cuando se utiliza otro transductor. De este modo se garantiza que el instrumento esté siempre correctamente puesto a cero.

En el modo  *Sonda Cero*, pulse [*Sonda Cero*] para salir de la función Cero y volver al modo de medición.

5.4 Calibración de la velocidad del sonido

Para que el medidor realice mediciones precisas, debe ajustarse a la velocidad del sonido correcta para el material que se está midiendo. Los diferentes tipos de

materiales tienen diferentes velocidades inherentes. Si el medidor no está ajustado a la velocidad correcta del sonido, todas las mediciones realizadas con el medidor tendrán algún porcentaje de error. La **calibración de punto único** es el método de calibración más sencillo y más utilizado que optimiza la linealidad en rangos amplios. La **calibración de dos puntos** proporciona una mayor precisión en rangos pequeños al calcular el punto cero de la sonda y la velocidad.

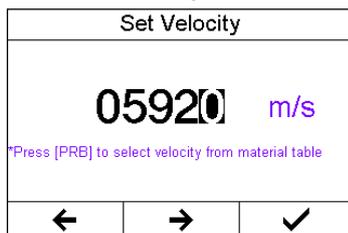
Nota: La **calibración de uno o dos puntos** debe realizarse en un material después de haber retirado la pintura o el revestimiento. De lo contrario, dará lugar a un cálculo de la velocidad del material que es diferente de la velocidad real del material que se está midiendo.

5.4.1 Calibración a velocidad conocida

Nota: Este procedimiento requiere que se mida una muestra del material específico, cuyo espesor exacto se conoce, por ejemplo, midiéndolo de alguna otra manera.

En el Apéndice A de este manual se puede encontrar una tabla de materiales comunes y sus velocidades de sonido.

En el cuadro de diálogo *Set Velocity*, pulse F1 / F2 y  /  para ajustar el valor de la velocidad hacia arriba o hacia abajo hasta que coincida con la velocidad del sonido del material que se está midiendo.



También puede pulsar la tecla  para seleccionar entre las velocidades preestablecidas.

5.4.2 Calibración a espesor conocido

Nota: Este método requiere que se mida una muestra del material específico, cuyo espesor exacto se conoce, por ejemplo, midiéndolo de alguna otra manera.

1. Realice la función *Sonda Cero* con una placa estándar de 4,00 mm.
2. Aplique el agente de acoplamiento a la pieza de ensayo.
3. Presione el transductor contra la muestra y asegúrese de que el transductor está plano contra la superficie de la muestra. La pantalla debe mostrar algún valor de grosor y el indicador de estado de la conexión debe estar fijo.
4. Cuando haya obtenido una lectura estable, retire el transductor. Si el grosor mostrado difiere del valor mostrado durante el acoplamiento del transductor, repita el paso del punto 3.
5. Pulse las teclas  o  para mostrar el cuadro de diálogo *Espesor nominal de entrada*. Véase la figura siguiente.



6. Pulse F1 / F2 y  o  para introducir el valor del espesor hasta que coincida con el espesor de la muestra.
7. Pulse  / F3 para confirmar la entrada. El medidor abandona el campo de entrada y vuelve al modo de medición. Ahora muestra el valor calculado de la velocidad del sonido, determinado en base al valor de espesor introducido.

El medidor está ahora listo para medir.

5.4.3 Calibración en dos puntos

Nota: Este método requiere dos puntos de espesor conocidos en la muestra de ensayo que sean representativos de la zona a medir.

1. La función *Sonda Cero* debe realizarse primero en la placa estándar del instrumento.
2. Aplique el agente de acoplamiento a la pieza de ensayo.
3. Presione el transductor contra la muestra en el primer / segundo punto de calibración y asegúrese de que el transductor esté plano contra la superficie de la muestra. La pantalla debería mostrar un valor de grosor (posiblemente incorrecto) y el indicador de estado de la conexión debería estar fijo.
4. Cuando haya obtenido una lectura estable, retire el transductor. Si el grosor mostrado difiere del valor mostrado durante el acoplamiento del transductor, repita el paso del punto 3.
5. Pulse las teclas  o para mostrar el cuadro de diálogo *Espesor nominal* de entrada. Véase la figura de la derecha.
6. Pulse F1 / F2 y  o  para introducir el valor del espesor hasta que se corresponda con el espesor de la muestra. A continuación, pulse  para calibrar el segundo punto (véase la figura siguiente):



Figura inferior: Medición del segundo punto durante la calibración de dos puntos.



7. Repita los pasos 2 a 6 en el segundo punto de calibración.
8. Finalmente, pulse la tecla  / F3 para completar la calibración de dos puntos. El medidor está ahora listo para tomar medidas dentro de este rango.

5.5 Realizar mediciones

Cuando el instrumento está mostrando las mediciones de espesor, la pantalla mostrará el último valor medido almacenado hasta que se realice una nueva medición. Para que el transductor cumpla su cometido, no debe haber espacios de aire entre la superficie de desgaste y la superficie del material a medir. Esto se consigue mediante el uso de un "fluido de acoplamiento" que suele llamarse "agente de acoplamiento". Este fluido se utiliza para transmitir (acoplar) las ondas ultrasónicas del transductor al material y viceversa. Antes de intentar realizar una medición, debe aplicarse una pequeña cantidad de agente de acoplamiento a la superficie del material que se va a medir. Normalmente, una sola gota de agente de acoplamiento es suficiente.

Después de aplicar el agente de acoplamiento, presione el transductor (superficie de contacto hacia abajo) firmemente contra el área a medir. El indicador de estado del acoplamiento debe aparecer y un dígito debe aparecer en la pantalla. Si el instrumento se ha ajustado correctamente a "cero" y a la velocidad ultrasónica correcta, el dígito de la pantalla indicará el grosor real del material justo debajo del transductor.

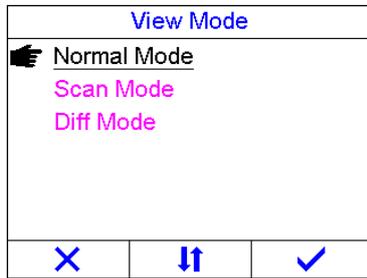
Si el indicador de estado de acoplamiento no aparece o no parece estable, o si los dígitos de la pantalla parecen erráticos, compruebe primero que hay suficiente de medio de acoplamiento bajo el transductor, y que éste está asentado de forma plana sobre el material. Si la condición persiste, puede ser necesario seleccionar un transductor diferente (tamaño o frecuencia) para el material que se está midiendo.

Mientras el transductor está en contacto con el material que se está midiendo, el instrumento realiza cuatro mediciones por segundo actualizando continuamente su pantalla. Cuando se retira el transductor de la superficie, la pantalla mostrará la última medición tomada almacenada.

Nota: Al retirar el transductor, ocasionalmente se forma una fina película de acoplante entre el transductor y la superficie. Si este es el caso, la medición se realizará a través de esta película de acoplamiento, dando como resultado una lectura mayor o menor de lo que debería ser. Este efecto es evidente cuando se observa un valor de espesor mientras el transductor está colocado y otro valor después de retirar el transductor. Además, las mediciones a través de capas de pintura o revestimientos muy gruesos pueden hacer, que se mida la capa de pintura o el revestimiento en lugar del material real. El uso adecuado del instrumento y la detección de tales efectos es responsabilidad exclusiva del usuario del mismo.

5.6 Establecer el modo de vista

Se pueden seleccionar tres modos de visualización para mostrar el valor de la medición: *Modo normal*, *modo de escaneo* y *modo diferencial*.



Modo normal. Como se muestra en la figura de la derecha, se muestra la última lectura de espesor.



Modo de escaneo [Scan mode]. Además del último valor de medición del espesor, también se muestran los valores de espesor mínimo y máximo durante la medición.

Al pulsar  se restablecen los valores mínimos y máximos.



Modo Diff. [Diff mode] Se muestran tanto la última lectura de espesor como el valor diferencial de espesor (a partir del valor de espesor absoluto y del valor de espesor nominal).



Aunque el medidor es excelente para medir un solo punto, a veces es aconsejable examinar una zona más amplia y buscar el punto de menor grosor. El medidor tiene una función de "Modo de escaneo" que le permite.

En el **modo normal** [*Normal mode*], el medidor toma y muestra diez mediciones por segundo, lo que es suficiente para las mediciones individuales. Sin embargo, en el modo de *escaneo*, el medidor toma más de diez lecturas por segundo y muestra las lecturas a medida que las explora. Mientras el transductor está en contacto con el material que se está midiendo, el medidor mantiene un registro de los valores mínimos y máximos obtenidos. El transductor puede "restregarse" sobre una superficie y todas las interrupciones breves de la señal se ignoran.

5.7 Establecer el grosor normal

En el modo de medición diferencial, debe ajustarse el grosor nominal de la muestra de ensayo. El procedimiento de ajuste es el siguiente:
Pulse la tecla F1 / F2 para mover el cursor resaltado. Pulse las teclas de flecha para aumentar/disminuir los valores.

Pulse la tecla  o la tecla F3 para confirmar el ajuste.

Pulse  la tecla para cancelar el cambio y salir del modo.



5.8 Fijar el valor límite

Los resultados de las pruebas fuera de los límites se muestran en rojo para alertar al usuario. Para cambiar el ajuste del límite, pulse la tecla F1 / F2 para mover el cursor resaltado. Pulse las teclas de flecha para aumentar/disminuir los valores.



Pulse la tecla  o la tecla F3, para confirmar el ajuste. Pulse la tecla  para cancelar el cambio y salir del modo.



5.9 Fijar la resolución

La resolución de la pantalla del dispositivo de medición puede ajustarse en un rango de 0,1 mm o 0,01 mm.



Cuando la resolución se ajusta a 0,01 mm, la superficie de la pieza de ensayo debe ser lisa para obtener resultados de ensayo precisos. Cuando se miden superficies rugosas o materiales de grano grueso, se recomienda utilizar la resolución baja.

5.10 Gestión de la memoria

5.10.1 Guardar registro

Al pulsar la tecla  en cuanto aparece una nueva indicación de valor medido, el valor de espesor medido se almacena en el grupo de datos actualmente seleccionado. Se añade como el último registro de datos del grupo.

5.10.2 Mostrar los registros guardados

Esta función permite al usuario ver los registros de un grupo de datos deseado previamente almacenados en la memoria. El procedimiento es el siguiente:

Active la función "Memory Manager" (figura de la derecha).

Pulse o  para  mover el cursor; pulse  o F3 para que aparezca el cuadro de diálogo "ver datos del registro" (véase la figura siguiente).

Memory Manager		
*F00	1/100	
F01	0/100	
F02	0/100	
F03	0/100	
F04	0/100	
	COMMAND	

Pulse  o para  desplazar el cursor hasta el registro deseado.

Pulse F3 para eliminar el registro seleccionado.

Pulse F2 para eliminar todos los registros de este grupo.

Para salir, pulse  / F1.

View Record Data-F00		
No.1	0.00mm	
		

5.10.3 Seleccionar el grupo de datos actual

El medidor contiene 100 grupos de datos (F00 ~ F99) en los que se pueden almacenar los valores medidos. En cada grupo se pueden almacenar un máximo de 100 conjuntos de datos (valores de espesor). Para cambiar el grupo de datos de destino para almacenar los valores medidos, proceda como sigue:

Activar la función "Memory Manager". Pulse  o  para seleccionar el grupo de datos deseado. Pulse F2 para acceder a la lista de comandos. A continuación, seleccione el comando "Set" y confírmelo con .

Memory Manager		
*F00	1/100	
F01	0/100	
F02	0/100	
F03	0/100	
F04	00	
	Set	
	Clear	
	Clear All	

Después de completar los pasos anteriores, el nuevo grupo de datos seleccionado se establece como el grupo de datos actual para almacenar nuevos resultados de medición.

5.10.4 Borrar grupo de datos

Puede ser necesario borrar completamente todas las mediciones de un grupo de datos completo. De este modo, el usuario puede crear una nueva lista de mediciones, empezando por la posición de memoria nº 00. El procedimiento se describe en los siguientes pasos.

Activar la función "Memory Manager".

Pulse  o  para seleccionar el grupo de datos deseado. Pulse la tecla F2 para mostrar la lista de comandos. A continuación, seleccione el comando "Borrar" y confírmelo con .

Memory Manager		
*F00	1/100	
F01	0/100	
F02	0/100	
F03	0/100	
F04	00	
	Set	
	Clear	
	Clear All	

Si se selecciona y confirma el comando "Borrar *todo*", se borran todos los grupos de datos del contador.

Nota: ¡después de la eliminación, los datos no se pueden restaurar!

5.11 Cómo establecer el tono de las teclas

El tono de las teclas se puede activar o desactivar. Cuando el tono de las teclas está activado, el zumbador del aparato emite una breve alarma sonora después de cada pulsación de tecla.

5.12 Establecer el tono de advertencia

El tono de aviso se puede activar o desactivar. Cuando el tono de aviso está activado, el zumbador del aparato emite una alarma sonora larga después de cada nueva lectura. Cuando el dispositivo emite un aviso de acción, también sonará una alarma si el ajuste está activado.

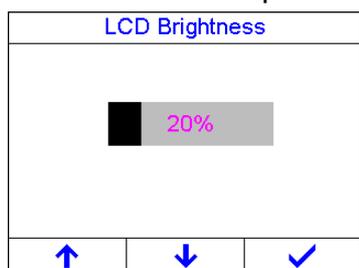
5.13 Ajuste del nivel de brillo de la pantalla LCD

Los diferentes niveles de brillo de la pantalla LCD afectan al tiempo de espera y al funcionamiento continuo.

El ajuste puede modificarse desplazándose con las teclas F1 (aumentar) y F2 (disminuir) o pulsando las teclas de dirección.

Pulse la tecla  o la tecla F3 para confirmar el ajuste.

Pulse el botón  para cancelar el cambio y salir del cuadro de diálogo.



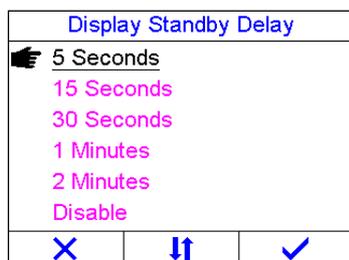
Con una luminosidad menor, se consume menos energía y, por tanto, se prolonga el tiempo de funcionamiento.

Nota: Reduzca el brillo de la pantalla LCD en condiciones de buena iluminación para ahorrar energía.

Consulte la figura de la derecha del cuadro de diálogo *Retraso de espera de la pantalla* "Display Standby Delay" para conocer los ajustes.

Pulse las teclas de flecha o la tecla F2 para seleccionar el ajuste deseado.

Si se selecciona "Desactivar", se evitará que la unidad pase al modo de espera.



El dispositivo entra en el modo de espera después de un tiempo determinado. Realiza una medición o pulsa cualquier tecla para despertar el dispositivo del modo de espera.

5.14 Establecer la disponibilidad de la pantalla

El modo de espera reduce el brillo de la pantalla LCD y pone la CPU en modo de ahorro de energía. El cambio del modo de funcionamiento al modo de espera se controla mediante el ajuste del *retardo de espera* de la pantalla.

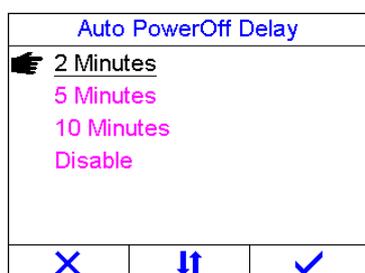
5.15 Ajustar la desconexión automática

El cambio del modo de espera al modo de apagado se controla con el ajuste de *retardo de apagado automático*.

El tiempo de retardo puede ser configurado por el usuario en el cuadro de diálogo *Retraso del apagado automático* "Auto Shutdown Delay".

Pulse las teclas de flecha o la tecla F2 para seleccionar el ajuste deseado.

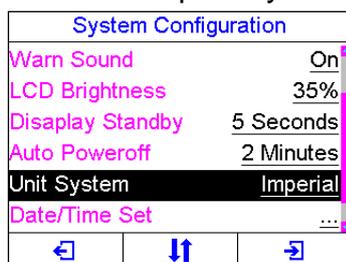
Si selecciona "Disable", "Desactivar", evitará que la unidad se apague automáticamente.



Nota: Si el voltaje de la batería es demasiado bajo, la pantalla LCD mostrará "¡Batería agotada!" y la unidad se apagará automáticamente.

5.16 Cambiar el sistema de unidades

El instrumento admite tanto el sistema métrico como el imperial de unidades. Con la opción *Sistema de unidades* seleccionada, pulse  en el cuadro de diálogo *Configuración del sistema* "System Configuration" para cambiar entre los sistemas de unidades imperial y métrico.



5.17 Fijar la fecha y la hora

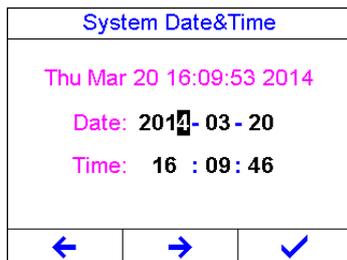
Para crear una documentación correcta, asegúrese siempre de que utiliza la configuración correcta de fecha y hora. Abra el cuadro de diálogo Hora del sistema para establecer la fecha y la hora del sistema.

El formato de la fecha: año-mes-fecha

El formato de la hora: hora - minuto - segundo

Utilice las teclas F1 y F2 para mover el cursor. Utilice las teclas de flecha para aumentar o disminuir los valores.

Pulse la tecla  / F3 para confirmar el ajuste. Pulse la tecla  para cancelar la modificación de los ajustes y salir del cuadro de diálogo.



Una vez ajustados, la fecha y la hora actuales son mantenidas por el reloj interno de la unidad.

5.18 Fijar el idioma

Se puede seleccionar el idioma de funcionamiento del contador.

Utilice las teclas de flecha y la tecla F2 para seleccionar el idioma de funcionamiento.

Pulse la tecla  o la tecla F3 para confirmar la selección.

Pulse la tecla  para cancelar la selección y salir del cuadro de diálogo.

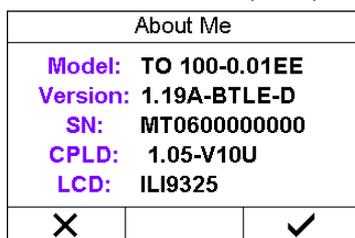


Nota: El usuario también puede cambiar el idioma de funcionamiento durante el proceso de arranque en la pantalla de inicio.

5.19 Información del producto

La información sobre el modelo del dispositivo, la versión del software y el número de serie se muestra en ventanas como la que aparece en la siguiente figura.

Pulse la tecla , , F1 o F3 para salir del cuadro de diálogo.



5.20 Restablecimiento del sistema

Si el dispositivo ya no puede funcionar o si es necesario restablecer los ajustes de fábrica, puede restablecer el dispositivo.

Para ello se utiliza la función "System Reset" Reinicio del *sistema*. Si se selecciona la función, se borran todos los datos almacenados en el dispositivo y la calibración del usuario. Los ajustes del dispositivo se restablecen a la configuración por defecto.

Para reiniciar el dispositivo:

- activar la función "*Reinicio del sistema*". Aparece el cuadro de diálogo de la derecha.

- Pulse la tecla  o la tecla F3 para confirmar la operación de reinicio. Pulse la tecla F1 para cancelar el reinicio.

Warning		
Reset system settings to original?		
NO		YES

NOTA: Los efectos de reiniciar el dispositivo pueden ser potencialmente irreversibles. No se debe pulsar ningún botón durante el procedimiento de reinicio.

5.21 Comunicación USB

El dispositivo tiene un puerto USB en la parte superior izquierda. El dispositivo puede conectarse al PC a través del cable USB.

- Inserte la clavija mini USB del cable USB en la toma USB de la parte superior del dispositivo.
- Conecta el otro extremo del cable USB al puerto USB del ordenador.

6 Metrología

6.1 Método de medición

- Método de medición monopunto: la sonda se coloca en cualquier punto de la pieza. El instrumento muestra el espesor en el punto de colocación de la sonda.
- Método de medición en dos puntos: la sonda se utiliza para medir dos veces en el mismo punto de la probeta, manteniendo el plano de separación de la sonda a 90° para dos mediciones. El valor más pequeño debe ser el grosor en el punto respectivo.
- Método de medición multipunto: se realizan varias mediciones en un círculo de 30 mm de diámetro, siendo el valor del grosor de la pieza probada el valor mínimo.
- Método de medición continua: se realiza una medición continua a lo largo de la distancia especificada a una distancia inferior a 5 mm utilizando la medición de un solo punto, donde el valor del espesor de la pieza probada es el valor mínimo.

6.2 Medición de la pared

Durante la medición, el plano de separación de la sonda puede discurrir a lo largo del eje del tubo o del eje vertical del tubo. Para diámetros de tubería más grandes, la medición debe realizarse a lo largo del eje vertical. Para diámetros de tubería más pequeños, la medición debe realizarse en ambas direcciones, siendo el valor del espesor el mínimo.

7 Servicio

Si el aparato presenta otras desviaciones inusuales, no desmonte ni repare las piezas montadas de forma permanente. En este caso, nuestro servicio de atención al cliente

debe ser notificado por correo electrónico o por teléfono para iniciar un procedimiento de servicio adecuado.

8 Transporte y almacenamiento

Mantenga el dispositivo alejado de vibraciones, campos magnéticos fuertes, medios corrosivos, suciedad y polvo. Guarde el dispositivo a temperatura normal.

9 Velocidad del sonido

Material	Velocidad del ultrasonido	
	in/ μ s	m/s
Aluminio	0,250	6340 – 6400
Acero, común	0,233	5920
Acero, inoxidable	0,226	5740
Latón	0,173	4399
Cobre	0,186	4720
Hierro	0,233	5930
Hierro fundido	0,173 – 0,229	4400 – 5820
Dirigir	0,094	2400
Nylon	0,105	2680
Plata	0,142	3607
Oro	0,128	3251
Zinc	0,164	4170
Titanio	0,236	5990
Estaño	0,117	2960
Resina epoxi	0,100	2540
Helados	0,157	3988
Níquel	0,222	5639
Plexiglás	0,106	2692
Poliestireno	0,092	2337
Porcelana	0,230	5842
PVC	0,094	2388
Vidrio de cuarzo	0,222	5639
Caucho vulcanizado	0,091	2311
Teflón	0,056	1422
Agua	0,058	1473

10 Instrucciones de uso

10.1 Medición de tubos grandes y pequeños

Cuando se mide un trozo de tubo para determinar el grosor de la pared del mismo, la orientación de los transductores es importante. Si el diámetro de la tubería es superior a unas 4 pulgadas, las mediciones deben realizarse con el transductor dispuesto de forma que la separación de la superficie de contacto sea perpendicular (en ángulo recto) al eje longitudinal de la tubería. Para diámetros de tubería más pequeños, se deben realizar dos mediciones, una con la separación perpendicular a la zona de contacto y la otra con la separación paralela al eje longitudinal de la tubería. El menor de los dos valores indicados se considera el espesor en ese punto.



Perpendicular

Parallel

10.2 Medición de superficies calientes

La velocidad de propagación del sonido a través de un material depende de su temperatura. A medida que los materiales se calientan, la velocidad de propagación del sonido disminuye. Para la mayoría de las aplicaciones con temperaturas superficiales inferiores a unos 100 °C, no es necesario seguir ningún procedimiento especial. A temperaturas superiores a los 100 °C, el cambio en la velocidad del sonido del material que se está midiendo ejerce un efecto significativo en la medición ultrasónica. A tales temperaturas elevadas, es aconsejable realizar un procedimiento de calibración en una pieza de prueba de espesor conocido que esté a la temperatura del material que se está midiendo o a una temperatura comparable. Esto permitirá al medidor calcular correctamente la velocidad de propagación del sonido a través del material caliente.

Cuando se miden superficies calientes, puede ser necesario utilizar un transductor de alta temperatura especialmente diseñado. Estos transductores están fabricados con materiales que pueden soportar altas temperaturas. No obstante, se recomienda dejar la sonda en contacto con la superficie sólo el tiempo necesario para una medición estable. Si un transductor entra en contacto con una superficie caliente, comenzará a calentarse, y la expansión térmica y otros efectos pueden afectar a la precisión de la medición.

10.3 Medición de materiales laminados

Los materiales laminados tienen la particularidad de que su densidad (y, por tanto, la velocidad de propagación del sonido) puede variar considerablemente de una pieza a otra. Algunos materiales laminados pueden incluso presentar variaciones sustanciales de la velocidad del sonido en una misma superficie. La única manera de medir con fiabilidad estos materiales es realizar un procedimiento de calibración en una pieza de muestra de espesor conocido. Lo ideal es que este material de muestra forme parte del mismo objeto de prueba, o al menos del mismo lote. Al calibrar cada pieza de ensayo individualmente, se pueden minimizar los efectos de las desviaciones de la velocidad del sonido.

Otro factor importante que hay que tener en cuenta al medir materiales laminados es que los huecos o bolsas de aire atrapados provocan una reflexión temprana del haz de ultrasonidos. Este efecto se aprecia por una repentina disminución del grosor en una superficie por lo demás homogénea. Aunque esto puede afectar a una medición precisa del espesor total del material, es indicativo de la existencia de huecos de aire en el material laminado.

10.4 Medición a través de capas de pintura y revestimiento

La medición a través de las capas de pintura y el revestimiento también es única, ya que la velocidad de propagación del ultrasonido para las capas de pintura y el revestimiento difiere significativamente de la velocidad de propagación del ultrasonido para el material real, que se está midiendo. Un ejemplo perfecto sería una tubería de acero dulce con aproximadamente 0,6 mm de revestimiento en la superficie, donde la velocidad de propagación del sonido para la tubería es de 5920 m/s, y para el revestimiento es de 2300 m/s. Cuando el procedimiento de calibración se realiza para la tubería de acero dulce y la medición se hace a través de ambos materiales, el espesor real del revestimiento parece ser 2,5 veces mayor de lo que realmente es debido a las diferencias de velocidad. Este error puede corregirse utilizando un modo especial de eco para realizar mediciones en estos casos. En el modo eco-eco, el espesor de la pintura o del revestimiento se elimina por completo y el único material que se mide es el acero.

10.5 Idoneidad de los materiales

Las mediciones de espesor por ultrasonidos requieren que se conduzca una onda sonora a través del material que se va a medir. No todos los materiales tienen buenas propiedades de conducción del sonido. La medición de espesores por ultrasonidos es práctica en una amplia gama de materiales, como metales, plásticos y vidrio. Los casos de medición difícil incluyen algunos materiales de fundición, hormigón, madera, fibra de vidrio y algunos tipos de caucho.

10.6 Agente de acoplamiento

Todas las aplicaciones de ultrasonidos requieren un medio para acoplar el sonido del transductor al dispositivo bajo prueba. Normalmente, se utiliza como medio un líquido de alta viscosidad. La propagación del sonido utilizado para la medición del espesor por ultrasonidos en el aire es ineficaz.

Para la medición por ultrasonidos se pueden utilizar diversos agentes de acoplamiento. El propilenglicol es adecuado para la mayoría de las aplicaciones. En las aplicaciones difíciles en las que se requiere la máxima transmisión de energía acústica, se recomienda el uso de glicerina. Sin embargo, en algunos metales el glicerol puede favorecer la corrosión por absorción de agua y, por tanto, puede ser indeseable. Otros agentes de acoplamiento adecuados para las mediciones a temperaturas normales son el agua, diversos aceites y grasas, geles y fluidos de silicona. Las mediciones a temperaturas elevadas requieren agentes de acoplamiento especialmente formulados y resistentes al calor.

Cuando se mide el espesor por ultrasonidos, el instrumento puede utilizar el segundo eco en lugar del primer eco de la parte posterior del material que se está midiendo operando en el modo predeterminado de "eco de pulso". Esto puede dar lugar a una medición del grosor que muestre un valor de grosor dos veces mayor de lo que realmente es. El uso adecuado del instrumento y la detección de tales efectos es responsabilidad exclusiva del usuario del mismo.

Anotación:

La declaración de conformidad CE está disponible en el siguiente enlace:
<https://www.kern-sohn.com/shop/de/DOWNLOADS/>