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

Manual de instrucciones del medidor de espesor de materiales por ultrasonidos multimodo

SAUTER TO

Versión2.1
04/2026
ES



PROFESSIONAL MEASURING

TO-BA-es-2621

ES

SAUTER TO

V.2.1 04/2026

Manual de instrucciones del medidor de espesor de materiales por ultrasonidos multimodo

Enhorabuena por la adquisición de un medidor de espesor por ultrasonidos multimodo de la empresa SAUTER. Esperamos que disfrute de su medidor de calidad con una amplia gama de funciones. Para cualquier pregunta, solicitud o sugerencia, nuestro servicio de atención al cliente está a su disposición por teléfono.

Índice:

1 Generalidades 4
1.1 Especificaciones del producto 4
1.2 Principio de medición 4
1.3 Sonda: 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 de control 8
3 Preparación para la medición 8
3.1 Selección de la sonda 8
3.2 Estado y preparación de las superficies 10
4 Manejo 11
4.1 Alimentación eléctrica 11
4.2 Conexión de la sonda 11
4.3 Encendido del dispositivo (Power ON) 11
4.4 Configuración de los ajustes de espera 12
5 Funcionamiento 13
5.1 Configuración del modo de trabajo 13
5.2 Selección de la sonda 13
5.3 Función «Probe Zero» 13
5.4 Calibración de la velocidad del sonido 14
5.5 Realizar mediciones 17
5.6 Configurar el modo de visualización 18
5.7 Configurar el espesor normal 19
5.8 Configurar el valor límite 20
5.9 Configurar la resolución 20
5.10 Gestión de la memoria 21
5.11 Configurar el tono de las teclas 23
5.12 Ajustar tono de aviso 23
5.13 Ajustar el nivel de brillo de la pantalla LCD 23
5.14 Configurar el modo de espera de la pantalla 24
5.15 Configurar el apagado automático 24
5.16 Cambiar el sistema de unidades 24

5.17 Ajustar la fecha y la hora 24
5.18 Ajustar el idioma 25
5.19 Información del producto 26
5.20 Restablecer el sistema 26
5.21 Comunicación USB 26
6 Técnica de medición 27
6.1 Métodos de medición 27
6.2 Medición en pared 27
7 Servicio 27
8 Transporte y almacenamiento 27
9 Velocidad del sonido 28
10 Instrucciones de uso 29
10.1 Medición de tubos grandes y pequeños 29
10.2 Medición de superficies calientes 29
10.3 Medición de materiales laminados 30
10.4 Medición a través de capas de pintura y recubrimientos 30
10.5 Idoneidad de los materiales 30
10.6 Agentes de acoplamiento 31

1 Generalidades

El modelo TO-EE es un medidor ultrasónico de espesor de materiales con varios 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. Gracias a la función multimodo del medidor, el usuario puede alternar entre el modo pulso-eco (detección de defectos y hendiduras) y el modo eco-eco (determinación del espesor real del material sin tener en cuenta el espesor de la pintura o el recubrimiento que pueda haber).

1.1 Especificaciones del producto

- Multimodo: 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 el recubrimiento.
- Amplio rango de medición: Modo pulso-eco: (0,7 ~ 600) mm (en acero, dependiendo de la sonda). Modo eco-eco: (3 ~ 100) mm.
- Corrección V-Path para compensar la no linealidad de la sonda.
- La pantalla TFT en color (LCD TFT de 320 × 240) con retroiluminación ajustable permite al usuario trabajar en lugares con poca visibilidad.
- En la memoria no volátil se pueden almacenar hasta 100 grupos de valores de espesor medidos. Se permiten un máximo de 100 registros por grupo.
- Como fuente de alimentación se utilizan dos pilas alcalinas AA. De este modo se garantiza un funcionamiento continuo de al menos 100 horas (ajuste estándar de brillo). Dispone de las funciones de ahorro de energía «Display Standby» y «Auto Power Off».
- Conexión USB 1.1. Transmisión en línea de datos de medición al PC mediante USB.

1.2 Principio de medición

El medidor de espesor por ultrasonidos determina el espesor de una pieza o estructura midiendo con precisión el tiempo que tarda un breve pulso ultrasónico, generado por un transductor, en atravesar el espesor del material, reflejarse en la parte posterior o en la superficie interior y volver al transductor. El tiempo de recorrido bidireccional medido se divide entre dos para tener en cuenta el trayecto 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 pieza de ensayo

v = velocidad del sonido en el material en cuestión

t = tiempo de ida y vuelta medido

1.3 Resumen de transductores

Modelo	Freq [MHz]	Φ [mm]	Rango de medición [mm]	Límite inferior [mm]	Descripción
N02 ***ATU-US01***	2,5	14	3,0 ~ 300,0 mm (en acero) 40 mm (en fundición gris HT200)	20 mm	para materiales gruesos, con fuerte atenuación o alta dispersión
N05 ***ATU-US09***	5	10	1 ~ 300,0 mm (en acero)	Φ 20 mm × 3,0 mm	Medición normal
N05/90° ***ATU-US10***	5	10	1 ~ 300,0 mm (en acero)	Φ 20 mm × 3,0 mm	Medición normal
N07 ***ATU-US02***	7	6	0,7 ~ 200,0 mm (en acero)	Φ 15 mm × 2,0 mm	Para mediciones de paredes delgadas de tubos o de paredes de tubos con poca curvatura
HT5 ***ATB-US02***	5	12	3 ~ 100,0 mm (en acero)	30 mm	Para mediciones a altas temperaturas (por debajo de 300 °C)
P5EE ***ATU-US12***	5	10	P-E: 0,7~ 600 mm E-E: 3 ~ 100 mm	Φ 20 mm × 3,0 mm	Medición normal y medición del espesor del barniz o recubrimiento

Tabla 1.3. Nombres de artículos de Sauter en cursiva

1.4 Configuración

	N.º	Artículo	Unidades	Observaciones
Configuración estándar	1	Carcasa	1	
	2	Sonda P5EE (5 MHz)	1	
	3	Agente de acoplamiento	1	
	4	Embalaje del equipo	1	
	5	Manual de instrucciones	1	
	6	Pila alcalina	2	Tipo AA
Configuración opcional	8	Sonda N02 (2,5 MHz)		
	9	Sonda N05/90° (5 MHz)		véase la tabla 1.3.
	10	Sonda N05 (5 MHz)		
	11	Sonda N07 (7 MHz)		
	12	Sonda HT5 (5 MHz)		

1.5 Condiciones de funcionamiento:

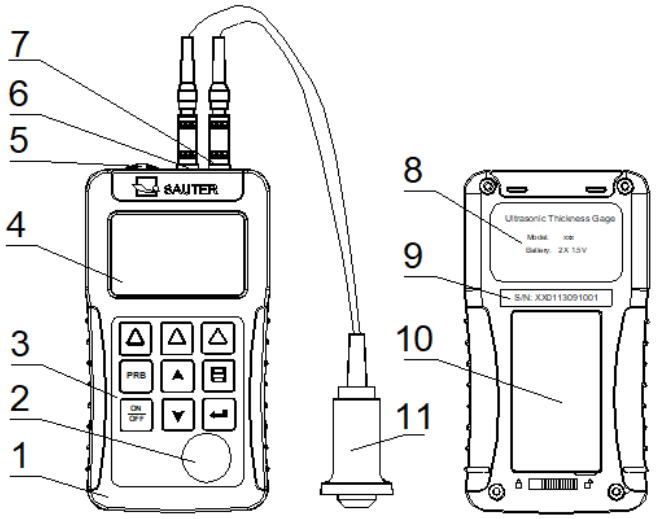
Temperatura de funcionamiento: 0° °C ~ +50° °C

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

Humedad relativa: ≤ 80 %

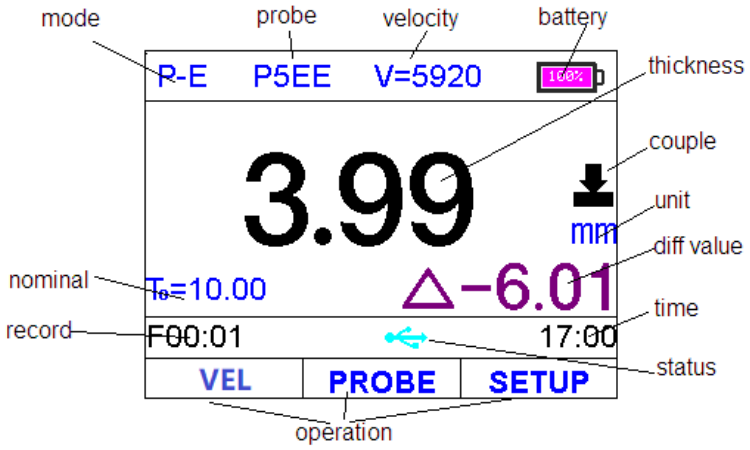
En el lugar de uso deben evitarse las vibraciones, los campos magnéticos intensos, los medios corrosivos y la acumulación de polvo.

2 Teclado y pantalla



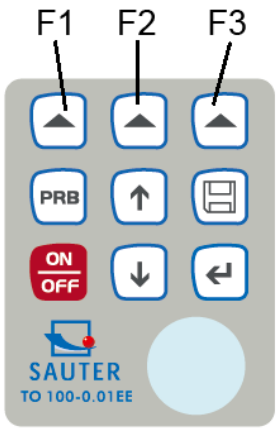
1 Carcasa
2 Placa «Probe Zero»
3 Teclado
4 Pantalla TFT
5 Conexión USB
6 Conector de generador de impulsos
7 Conector de recepción
8 Etiqueta
9 Número de serie
10 Tapa del compartimento de la batería

2.1 Pantalla principal



Función	Explicación
Modo	«E-E» indica que el medidor funciona en modo eco-eco; «P-E» indica que funciona en modo pulso-eco;
Sonda	Selección de sonda
Velocidad	Velocidad del sonido
Batería	Muestra la capacidad restante de la batería
Espesor	Último resultado de medición
Unidad	Sistema de unidades: mm o pulgadas
Valor de diferencia	Resultado de la medición al trabajar en modo Diff
Time	Hora del sistema
Estado	Estado de la comunicación USB
Operación	Indica qué operación está activa
Registro	Muestra el grupo de datos seleccionado y el número de registros
Acoplar	muestra el estado de acoplamiento
Espesor nominal	Combinaciones de teclas

2.2 Unidad de control

<table>
<tr><td colspan="2">El diseño del dispositivo permite al usuario acceder rápidamente a todas las funciones del mismo. Un sistema de menús intuitivo permite acceder a cualquier función pulsando unas pocas teclas.
Teclas de función para seleccionar la función deseada en la pantalla. En las siguientes secciones de este manual se denominan, de izquierda a derecha, F1, F2 y F3.</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>
</td><td>ENCENDIDO/APAGADO o CANCELAR</td><td>
</td><td>Procedimiento de puesta a cero</td></tr>
<tr><td></td><td>Guardar resultado de medición</td><td></td><td>Confirmar/Intro</td></tr>
<tr><td></td><td>Más o desplazarse hacia arriba</td><td></td><td>Menos o desplazarse hacia abajo</td></tr>
</table>

3 Preparación para la medición

3.1 Selección de la sonda d

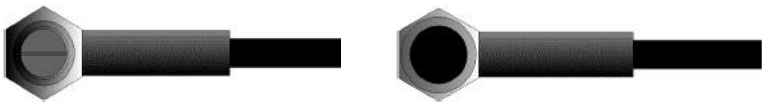
El medidor está diseñado para realizar mediciones en una amplia variedad de materiales, desde diversos metales hasta vidrio y plásticos. Sin embargo, los diferentes tipos de materiales requieren el uso de diferentes transductores. Es necesario seleccionar el transductor adecuado para cada aplicación con el fin de realizar mediciones precisas y fiables sin problemas. En los siguientes apartados se indican las características importantes de la sonda que deben tenerse en cuenta a la hora de elegirla para una aplicación concreta.

En general, la mejor sonda para cada aplicación es un sensor que emita suficiente energía ultrasónica hacia el material que se va a medir, de modo que el medidor reciba un eco fuerte y estable. La intensidad del ultrasonido durante su propagación puede verse influida por varios factores. Estos se enumeran a continuación:

- Intensidad inicial de la señal: cuanto más fuerte es la señal al principio, más fuerte es su eco de retorno. La intensidad inicial de la señal viene determinada en gran medida por el tamaño del transductor de ultrasonidos del transductor. Una superficie de emisión grande emite más energía hacia el material que se va a medir que una superficie de emisión pequeña. Por lo tanto, una sonda de «1/2 pulgada» emite una señal más potente que una sonda de «1/4 pulgada».

- Absorción y dispersión: cuando el ultrasonido se propaga a través de cualquier material, este lo absorbe parcialmente. Si el material por el que se propaga el sonido presenta una estructura granular, las ondas sonoras se dispersan. Ambos efectos reducen la intensidad de las ondas y, por lo 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 parezca aconsejable utilizar siempre una sonda de menor frecuencia, las frecuencias bajas son menos direccionales que las altas. Por lo tanto, un transductor de mayor frecuencia es la mejor opción para determinar la posición exacta de pequeñas hendiduras o defectos en el material que se va a medir.
- Geometría del transductor: Las condiciones físicas del entorno de medición determinan a veces la idoneidad de un transductor para una tarea de medición concreta. Algunos transductores pueden ser simplemente demasiado grandes para utilizarlos en espacios reducidos. Además, la superficie de contacto disponible para el transductor puede ser limitada, lo que requiere el uso de un transductor con una superficie de apoyo pequeña. La medición en una superficie curvada, como por ejemplo la pared de un cilindro de motor, puede requerir el uso de una sonda con una superficie de apoyo curvada a medida.
- Temperatura del material: Si es necesario realizar mediciones en superficies muy calientes, deben utilizarse transductores de alta temperatura. Estos transductores se fabrican utilizando materiales y técnicas especiales que les permiten soportar altas temperaturas sin sufrir daños. Además, se debe tener cuidado al realizar la función «Sensor-Zeroing» [*puesta a cero del sensor*] o «Calibration to Known Thickness» [*calibración a espesor conocido*] con un transductor para altas temperaturas.

La elección de la sonda adecuada suele ser una cuestión de compromiso entre diferentes características. Puede ser necesario probar diferentes sondas para encontrar el sensor adecuado para la aplicación en cuestión.
La sonda es la «herramienta de trabajo» del equipo. Transmite y recibe ondas ultrasónicas con las que el equipo calcula el espesor del material a medir. La sonda se conecta al dispositivo mediante el cable suministrado y dos conectores coaxiales. Al utilizar sondas, la disposición de los conectores coaxiales dobles es irrelevante: cada conector se puede conectar a cualquiera de las dos tomas del dispositivo.
La sonda debe utilizarse correctamente para obtener un resultado de medición preciso y fiable. A continuación encontrará una breve descripción de la sonda, seguida de sus instrucciones de uso.



La imagen de la izquierda muestra una sonda típica vista desde abajo. Se pueden ver los dos semicírculos de la superficie de contacto, así como la barrera que los separa. Uno de los semicírculos se encarga de propagar el ultrasonido en el material que se va a medir, y el otro semicírculo se encarga de devolver el eco al transductor. Cuando el transductor está en contacto con el material que se va a medir, se mide la zona situada justo debajo del centro de la superficie de contacto.
La imagen de la derecha muestra una vista superior de un transductor típico. Presione el transductor hacia arriba con el pulgar o el índice para fijarlo en su sitio. Basta con una presión moderada, ya que el transductor solo debe mantenerse inmóvil y la superficie de contacto debe estar en contacto plano con la superficie de apoyo del material que se va a medir .

3.2 Estado y preparación de las superficies

En cualquier situación de medición por ultrasonidos, la forma y la rugosidad de la superficie de medición revisten una importancia fundamental. Las superficies rugosas y irregulares pueden limitar la propagación de las ondas ultrasónicas a través del material y dar lugar a mediciones inestables y, por lo tanto, poco fiables. La superficie que se va a medir debe estar limpia y libre de partículas pequeñas, óxido o cascarilla. La presencia de tales obstáculos impide que el transductor se apoye correctamente sobre la superficie de contacto. A menudo, un cepillo de alambre o un rascador ayudan a limpiar las superficies. En casos extremos, se pueden utilizar lijadoras rotativas o discos abrasivos. Sin embargo, hay que tener cuidado de evitar grietas en la superficie que impidan un acoplamiento adecuado del transductor.
Las superficies extremadamente rugosas, como la superficie arenosa de algunos tipos de hierro fundido, son las más difíciles de medir. Estas superficies actúan sobre el haz de ultrasonidos como el vidrio esmerilado sobre la luz: el haz se difunde y se dispersa en todas direcciones.
Las superficies rugosas no solo suponen un obstáculo para la medición, sino que también contribuyen a un desgaste excesivo del transductor, especialmente en situaciones en las que este «fregue» a lo largo de la superficie. Se debe revisar periódicamente el transductor para detectar signos de desgaste irregular de la superficie de contacto. Si la superficie de contacto está más desgastada en un lado que en el otro, es posible que el haz de ultrasonidos que atraviesa la pieza de ensayo ya no esté perpendicular a la superficie del material. En este caso, resulta difícil localizar con precisión las irregularidades más pequeñas en el material que se va a medir, ya que el foco del haz de ultrasonidos ya no se encuentra directamente debajo del transductor.

4 Manejo

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. Para colocar las pilas:

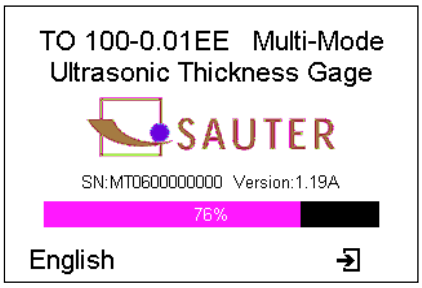
- Afloje los dos tornillos de la tapa del compartimento de las pilas.
- Levante la tapa hacia arriba.
- Coloque las pilas en el compartimento.
- Cierre el compartimento de las pilas y apriete los tornillos.
- Encienda el dispositivo para asegurarse de que las pilas estén colocadas correctamente y bien fijadas.

4.2 Conexión de la sonda

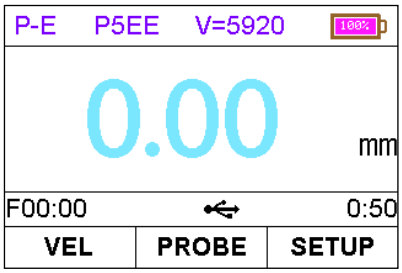
Para preparar el dispositivo para su funcionamiento, debe conectar una sonda al mismo. El dispositivo está equipado con conectores Lemo.
Al conectar una sonda al dispositivo, no solo es importante que se establezca correctamente una conexión física. También es importante que el dispositivo esté configurado correctamente para funcionar con la sonda instalada.

4.3 Encendido del dispositivo (Power ON)

Para iniciar el dispositivo, pulse el botón « ON OFF » hasta que se active la pantalla. Mientras el dispositivo inicia la pantalla de inicio, en la pantalla se muestran el número de serie del dispositivo, la versión del software instalada, la fecha y la hora del sistema. La pantalla de inicio del dispositivo aparece como se muestra en la siguiente ilustración:



Pulse la tecla F1 para cambiar a otro idioma.
Pulse la tecla F3 para saltarse el proceso de comprobación de arranque y pasar inmediatamente al modo de medición.
El dispositivo realiza una autocomprobación y, a continuación, pasa automáticamente al modo de medición si no se pulsa ninguna tecla.
El dispositivo ya está listo para la primera medición.



El dispositivo vuelve a cargar automáticamente los últimos ajustes. Dispone de una memoria especial en la que se conservan todos los ajustes, incluso cuando se desconecta la alimentación.

Para apagar el instrumento, mantenga pulsada la tecla ON OFF hasta que aparezca el mensaje de apagado.

El medidor también dispone de una función de apagado automático para ahorrar batería. Si no se realiza ninguna operación durante un periodo determinado (ajuste como retardo de apagado automático), el medidor se apagará automáticamente.

Nota: el dispositivo 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:

Run state [*modo de funcionamiento*]: el dispositivo funciona a plena frecuencia

Estado de espera [*modo de espera*]: tras 5 segundos (ajuste predeterminado), el brillo de la pantalla LCD se reduce a un valor bajo y la CPU funciona a una frecuencia más baja. Esto no afecta a los datos ni a la memoria. Al pulsar cualquier tecla o realizar una medición, el dispositivo vuelve al modo de funcionamiento y se restablece el brillo predeterminado.

Estado de apagado [*modo de apagado*]: tras 2 minutos (ajuste predeterminado), el dispositivo pasa del modo de espera al modo de apagado. El dispositivo y la pantalla están apagados y apenas consumen energía. Al pulsar cualquier tecla se evita que el dispositivo pase al modo de apagado, se muestra el mensaje «Idle Timeout!» (¡Tiempo de inactividad agotado!) y se restablece el modo de funcionamiento.

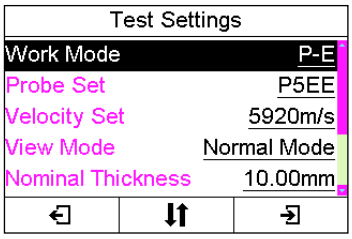
El cambio del modo de funcionamiento al modo de espera se produce según el ajuste del retardo de espera de la pantalla. El usuario puede configurar este retardo en el cuadro de diálogo «Display Standby Delay» [*Retardo de espera de la pantalla*]. El dispositivo puede volver del modo de espera al modo de funcionamiento mediante cualquier actividad del usuario.

5 Funcionamiento

5.1 Configuración del modo de trabajo

Los usuarios y los inspectores suelen trabajar in situ con materiales recubiertos, como tuberías y depósitos. Normalmente, los inspectores deben eliminar la pintura o el recubrimiento antes de la medición o tener en cuenta un cierto margen de error causado por el espesor de la pintura o el recubrimiento, o por la velocidad.
Este error se puede eliminar con este medidor utilizando un modo eco-eco especial, diseñado para las mediciones en estos casos. El medidor está equipado con esta función fácil de usar, por lo que no es necesario eliminar la pintura o el recubrimiento.

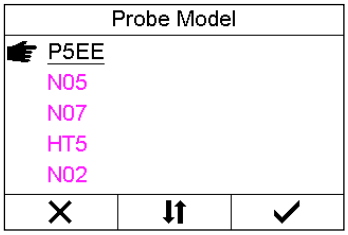
Para cambiar entre el modo P-E y el modo E-E, pulse « » en el cuadro de diálogo «Test Settings» [*Configuración de prueba*].



5.2 Selección de la sonda

Asegúrese de haber configurado el modelo de sonda correcto en el dispositivo. De lo contrario, la medición podría ser errónea. En el cuadro de diálogo «Probe Model» [*Modelo de sonda*], utilice las teclas « » y « » para desplazarse hasta el modelo de sonda que se está utilizando actualmente.

A continuación, pulse la tecla o F3 para confirmar la selección. Pulse para cancelar el proceso y salir del cuadro de diálogo.

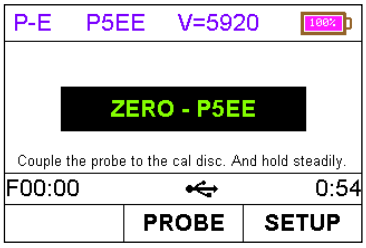


5.3 Función «Probe Zero»

La tecla se utiliza para poner a cero el dispositivo de la misma manera que se pone a cero un micrómetro mecánico. Si el medidor no se pone a cero correctamente, es posible que todas las mediciones realizadas con él adolezcan de un cierto error. Cuando se pone a cero el dispositivo, se mide este valor de error fijo y se corrige automáticamente en todas las mediciones posteriores. El ajuste a cero del dispositivo se puede realizar de la siguiente manera:

1. Conecte el transductor al dispositivo. Asegúrese de que las conexiones estén completamente encajadas. Asegúrese de que la superficie de contacto del transductor esté limpia y libre de cualquier cuerpo extraño.

2. Pulse el botón « PRB » para activar el modo «Probe Zero» [*Ajuste a cero de la sonda*] (véase la ilustración a continuación).
3. Aplique una sola gota de gel de acoplamiento sobre 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 quede apoyado de forma plana sobre 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 dispositivo calcula correctamente el factor de error interno y lo compensa en todas las mediciones posteriores. Al ejecutar la función «Probe Zero» [*Puesta a cero de la sonda*], el dispositivo utiliza siempre el valor de velocidad del sonido de la placa de la sonda integrada, incluso si se ha introducido un valor de velocidad diferente para las mediciones reales. Aunque el dispositivo recuerda el último ajuste a cero, por lo general es recomendable ejecutar la función «Probe Zero» [*Ajuste a cero de la sonda*] cada vez que se encienda el medidor, así como cuando se utilice un transductor diferente. De este modo se garantiza que el dispositivo siempre se ponga a cero correctamente.

Pulse « PRB » en el modo «Probe Zero» [*Puesta a cero de la sonda*] para salir de la función de puesta a cero y volver al modo de medición.

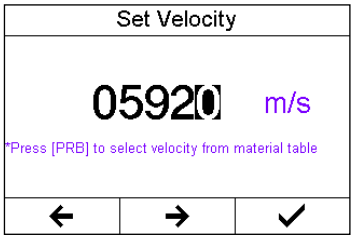
5.4 Calibración de la velocidad del sonido

Para que el medidor pueda realizar mediciones precisas, debe ajustarse a la velocidad del sonido correcta para el material que se va a medir. Los diferentes tipos de materiales tienen velocidades propias diferentes. Si el medidor no está ajustado a la velocidad del sonido correcta, todas las mediciones realizadas con él estarán afectadas por un cierto porcentaje de error. La **calibración de un punto** es el método de calibración más sencillo y más utilizado, que optimiza la linealidad en rangos amplios. La **calibración de dos puntos** permite una mayor precisión en rangos reducidos, calculando el punto cero de la sonda y la velocidad.

Nota: La **calibración** de un punto o **de dos puntos** debe realizarse sobre un material tras la eliminación de la pintura o el recubrimiento. De lo contrario, se obtendrá un cálculo de la velocidad del material que difiere de la velocidad real del material que se va a medir.

5.4.1 Calibración a velocidad conocida

Nota: Este procedimiento requiere que se mida una muestra del material en cuestión cuyo espesor exacto se conozca, por ejemplo, mediante otra forma de medición.
En el anexo A de este manual se incluye una tabla con los materiales más comunes y sus velocidades del sonido.
En el cuadro de diálogo «Set Velocity» [*Ajustar velocidad*], pulse las teclas 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 va a medir.

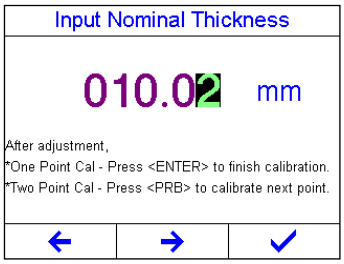


También puede pulsar la tecla PRB para seleccionar una de las velocidades preestablecidas.

5.4.2 Calibración con espesor conocido

Nota: Este procedimiento requiere medir una muestra del material en cuestión cuyo espesor exacto se conozca, por ejemplo, mediante otra forma de medición.

1. Ejecute la función «Probe-Zero» [*Puesta a cero de la sonda*] con una placa estándar de 4,00 mm.
2. Aplique el gel de acoplamiento a la muestra.
3. Presione el transductor contra la muestra y asegúrese de que el transductor quede apoyado de forma plana sobre la superficie de la muestra. En la pantalla debería aparecer un valor de espesor y el indicador de estado de conexión debería permanecer encendido.
4. Una vez que haya obtenido un valor de medición estable, retire el transductor. Si el espesor mostrado difiere del valor que se mostró durante el acoplamiento del transductor, repita el paso del punto 3.
5. Pulse la tecla o para abrir el cuadro de diálogo «Input Nominal Thickness» [*Introducir espesor nominal*]. Véase la ilustración a continuación.



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

El medidor ya está listo para medir.

5.4.3 Calibración de dos puntos

Nota: Para este procedimiento se requieren dos puntos de espesor conocidos en la pieza de ensayo que sean representativos del área a medir.

1. La función «Probe-Zero» [*ajuste a cero de la sonda*] debe ejecutarse primero en la placa estándar del dispositivo.
2. Aplique el gel de acoplamiento a la pieza de prueba.
3. Presione el transductor contra la pieza de prueba en el primer y segundo punto de calibración, y asegúrese de que el transductor quede apoyado de forma plana sobre la superficie de la muestra. En la pantalla debería aparecer un valor de espesor (posiblemente erróneo) y el indicador de estado de conexión debería permanecer encendido.
4. Una vez que haya obtenido un valor de medición estable, retire el transductor. Si el espesor mostrado difiere del valor que se mostró durante el acoplamiento del transductor, repita el paso del punto 3.
5. Pulse la tecla o para abrir el cuadro de diálogo «Input Nominal Thickness» [*Introducir espesor nominal*]. Véase la ilustración de la derecha.
6. Pulse F1 / F2 y o para introducir el valor de espesor hasta que coincida con el espesor de la pieza de prueba. A continuación, pulse PRB para calibrar el segundo punto (véase la siguiente ilustración):

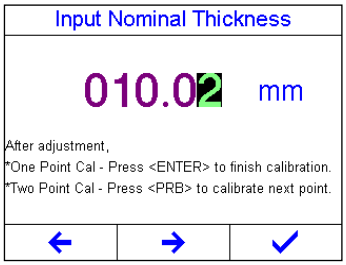
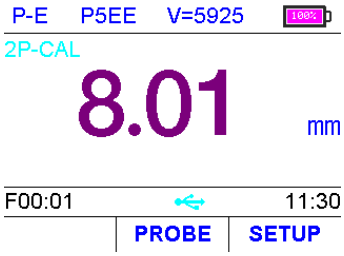


Imagen inferior: medición del segundo punto durante la calibración de dos puntos.



7. Repita los pasos 2 a 6 en el segundo punto de calibración.
8. Por último, pulse la tecla ↵ / F3 para finalizar la calibración de dos puntos. El medidor ya está listo para realizar mediciones dentro de este rango.

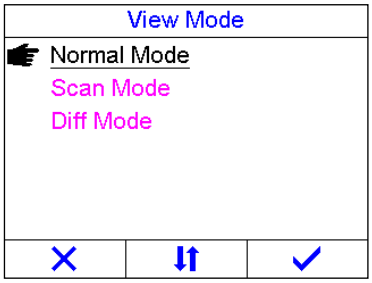
5.5 Realización de mediciones

Cuando el dispositivo muestra mediciones de espesor, en la pantalla se muestra el último valor medido hasta que se realiza una nueva medición.
Para que el transductor pueda cumplir su función, no debe haber espacios de aire entre la superficie de contacto y la superficie del material que se va a medir. Esto se consigue utilizando un «líquido de acoplamiento», que normalmente se denomina «agente de acoplamiento». Este líquido sirve para transmitir (acoplar) las ondas ultrasónicas desde el transductor hacia el material y de vuelta. Antes de intentar realizar una medición, se debe aplicar una pequeña cantidad de gel de acoplamiento sobre la superficie del material a medir. Normalmente basta con una sola gota de gel de acoplamiento.
Después de aplicar el gel de acoplamiento, presione firmemente el transductor (con la superficie de contacto hacia abajo) contra la zona que se va a medir. Debería aparecer la indicación del estado de acoplamiento y debería aparecer una cifra en la pantalla. Si el dispositivo se ha ajustado correctamente a «cero» y a la velocidad del sonido adecuada, la cifra de la pantalla indicará el espesor real del material directamente debajo del transductor.
Si no aparece el indicador de estado de acoplamiento, este no se mantiene estable o los números de la pantalla aparecen de forma irregular, compruebe primero si hay una capa suficiente de gel de acoplamiento debajo del transductor y si este se apoya de forma plana sobre el material. Si el problema persiste, puede ser necesario seleccionar otro transductor (tamaño o frecuencia) adecuado para el material que se va a medir.
Mientras el transductor está en contacto con el material que se va a medir, el dispositivo realiza cuatro mediciones por segundo, actualizando continuamente su indicación. Cuando se retira el transductor de la superficie, la pantalla muestra el valor de la última medición realizada.

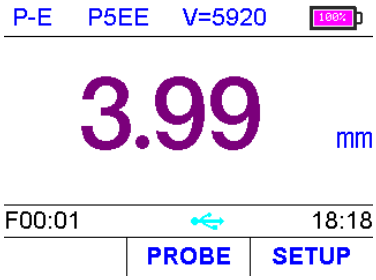
Nota: Al retirar el transductor, en ocasiones se arrastra una fina película de agente acoplador entre el transductor y la superficie. Si es así, la medición se realiza a través de esta película de gel, lo que da lugar a un valor de medición mayor o menor de lo que debería ser. Este efecto es evidente cuando se observa un valor de espesor mientras se utiliza el transductor y se observa otro valor después de retirarlo. Además, las mediciones a través de capas de pintura o recubrimientos muy gruesos pueden dar lugar a que se mida la capa de pintura o el recubrimiento y no el material real. El usuario del dispositivo es el único responsable del uso adecuado del mismo y de la detección de tales efectos.

5.6 Configuración del modo de visualización

Para visualizar el valor de medición se pueden seleccionar tres modos de visualización: Normal Mode [*Modo normal*], Scan Mode [*Modo de barrido*] y Diff Mode [*Modo de diferencia*].

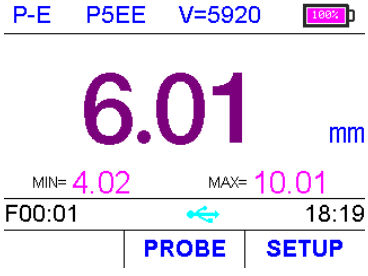


Modo Normal [*Modo Normal*]. Tal y como se muestra en la ilustración de la derecha, se muestra el último valor de espesor medido.

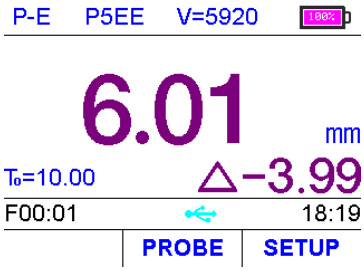


Modo de escaneo [*Scan Mode*]. Además del último valor de espesor medido, se muestran también los valores mínimo y máximo de espesor registrados durante la medición.

Al pulsar « » (ON/OFF), se restablecen los valores mínimo y máximo.



Modo Diff [*Modo de diferencia*]. Se muestran tanto el último valor de espesor medido como el valor de la diferencia de espesor (entre el valor de espesor absoluto y el valor de espesor nominal).



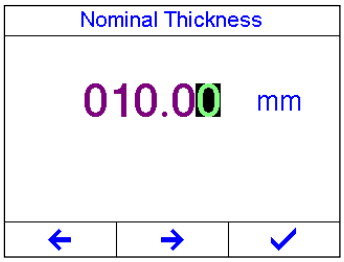
Aunque el medidor es ideal para mediciones de un solo punto, a veces es recomendable examinar un área más amplia y buscar el punto con el espesor menor. El medidor dispone de una función «Scan Mode» [*Modo de barrido*] que lo permite.
En el modo **Normal** [*Modo normal*], el medidor realiza diez mediciones por segundo y las muestra, lo cual es más que suficiente para mediciones puntuales. Sin embargo, en el modo de escaneo [*Scan Mode*], el medidor realiza más de diez mediciones por segundo y muestra los valores medidos durante el proceso de escaneo. Mientras el transductor está en contacto con el material que se va a medir, el medidor registra los valores mínimos y máximos detectados. El transductor se puede «deslizar» por una superficie, y se ignoran todas las breves interrupciones de la señal.

5.7 Ajustar el espesor nominal

En el modo de medición diferencial, es necesario ajustar el espesor nominal de la pieza 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 o disminuir los valores.

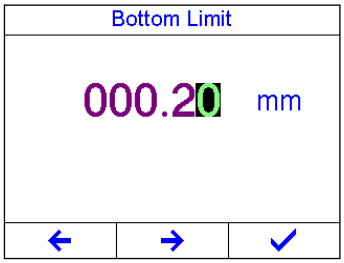
Pulse la tecla ↵ o la tecla F3 para confirmar el ajuste.

Pulse la tecla « ON OFF » para cancelar el cambio y salir del modo.

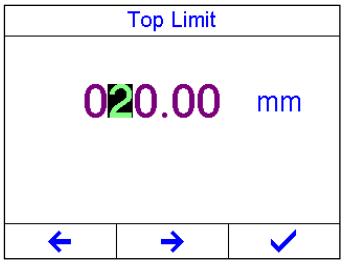


5.8 Configuración de los valores límite

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

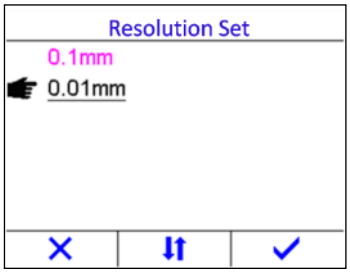


Pulse la tecla « ↵ » o la tecla F3 para confirmar el ajuste. Pulse la tecla « ON OFF » para cancelar el cambio y salir del modo.



5.9 Ajustar la resolución

La resolución de la pantalla del medidor se puede ajustar en un rango de 0,1 mm o de 0,01 mm.



Si la resolución está ajustada a 0,01 mm, la superficie de la pieza de ensayo debe ser lisa para obtener resultados precisos. Para la medición de superficies rugosas o materiales de grano grueso, se recomienda utilizar la resolución baja.

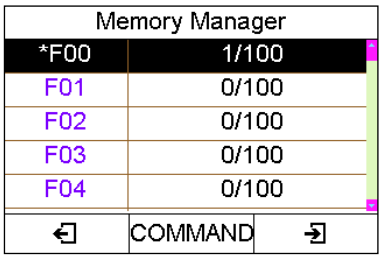
5.10 Gestión de la memoria

5.10.1 Guardar registro

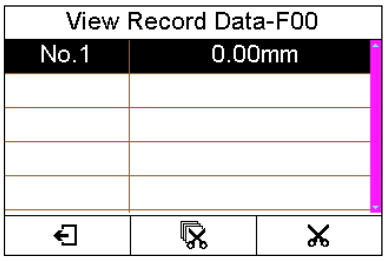
Al pulsar la tecla « » tan pronto como aparezca una nueva indicación de valor medido, el valor de espesor medido se guarda en el grupo de datos seleccionado actualmente. Se añade como último registro del grupo.

5.10.2 Visualización de registros guardados

Esta función permite al usuario visualizar los registros de un grupo de datos deseado que se haya guardado previamente en la memoria. El procedimiento es el siguiente:
Active la función «Memory Manager» [*Gestión de memoria*] (figura de la derecha).
Pulse o para mover el cursor; pulse la tecla o F3 para abrir el cuadro de diálogo «View Record Data» [*Ver datos del registro*] (véase la siguiente ilustración).



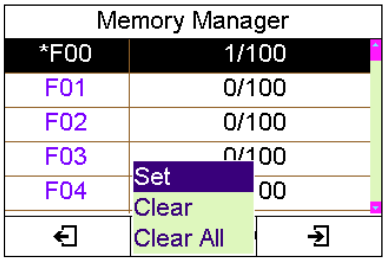
Pulse o para desplazar el cursor hasta el registro deseado.
Pulse F3 para borrar el registro seleccionado.
Pulse F2 para borrar todos los registros de este grupo.
Para salir, pulse / F1.



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 de medición. En cada grupo se pueden almacenar un máximo de 100 registros (valores de espesor). Para cambiar el grupo de datos de destino para el almacenamiento de los valores medidos, proceda de la siguiente manera:

Active la función «Memory Manager» [*Gestión de memoria*]. Pulse « » o « » para seleccionar el grupo de datos deseado. Pulse F2 para abrir la lista de comandos. A continuación, seleccione el comando «Set» [*Establecer*] y confírmelo con « ».



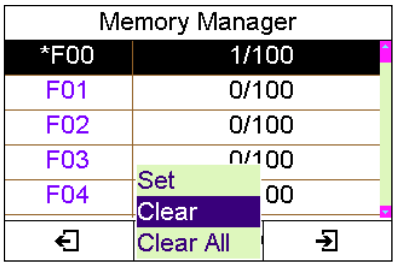
Una vez completados los pasos anteriores, el grupo de datos recién seleccionado se establecerá como grupo de datos actual para el almacenamiento de nuevos resultados de medición.

5.10.4 Borrar grupo de datos

Puede ser necesario borrar por completo todas las mediciones de un grupo de datos completo. De esta forma, el usuario puede crear una nueva lista de mediciones, comenzando por la posición de memoria n.º 00. El procedimiento se describe en los siguientes pasos.

Active la función «Memory Manager» [*Gestión de memoria*].

Pulse « » o « » para seleccionar el grupo de datos deseado. Pulse la tecla F2 para abrir la lista de comandos. A continuación, seleccione el comando «Clear» [*Borrar*] y confírmelo con « ».



Si se selecciona y confirma el comando «Clear All» [*Borrar todo*], se borrarán todos los grupos de datos del medidor.

Nota: ¡Una vez borrados, los datos no se pueden recuperar!

5.11 Ajustar el tono de las teclas

El tono de las teclas se puede activar o desactivar. Si el tono de las teclas está activado, el zumbador del dispositivo emite una breve señal acústica cada vez que se pulsa una tecla.

5.12 Ajustar el tono de aviso

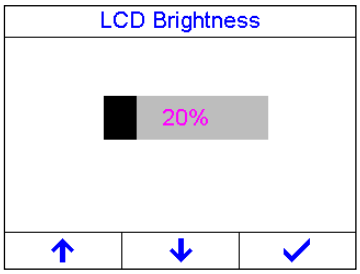
El tono de aviso se puede activar o desactivar. Si el tono de aviso está activado, el zumbador del dispositivo emite una alarma acústica prolongada después de cada nuevo valor de medición. Si el dispositivo emite una advertencia de acción, también suena una alarma si el ajuste está activado.

5.13 ar el 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 se puede modificar desplazándose con las teclas F1 (Aumentar) y F2 (Disminuir) o pulsando las teclas de flecha.

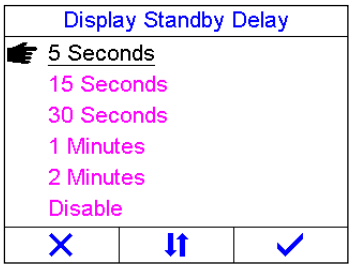
Pulse la tecla ↵ o la tecla F3 para confirmar el ajuste.

Pulse la tecla ON OFF para cancelar el cambio y salir del cuadro de diálogo.



Con un brillo más bajo se consume menos energía y, por lo tanto, se prolonga el tiempo de funcionamiento.
Nota: Reduzca el brillo de la pantalla LCD cuando haya buena iluminación para ahorrar energía.

Los ajustes se muestran en la imagen de la derecha del cuadro de diálogo «Display Standby Delay» [*Retardo de espera de la pantalla*].
Pulse las teclas de flecha o la tecla F2 para seleccionar el ajuste deseado.
Si se selecciona la opción «Disable» [*Desactivar*], se impide que el dispositivo pase al modo de espera.



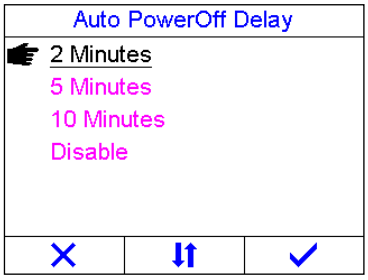
El dispositivo entrará en modo de espera tras un tiempo determinado. Realice una medición o pulse cualquier tecla para activar el dispositivo desde el modo de espera.

5.14 Configurar el tiempo de espera 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 de la función «Display Standby Delay» [*Retardo de espera de la pantalla*].

5.15 Configuración del apagado automático

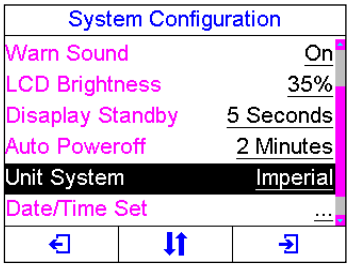
El cambio del modo de espera al modo de apagado se controla mediante el ajuste de la función «Auto Shutdown Delay» [*Retardo de apagado automático*].
El usuario puede configurar el tiempo de retardo en el cuadro de diálogo de la función «Auto Shutdown Delay» [*Retardo de apagado automático*].
Pulse las teclas de flecha o la tecla F2 para seleccionar el ajuste deseado.
Si se selecciona la opción «Disable» [*Desactivar*], se impide el apagado automático del dispositivo.



Nota: Si el voltaje de la batería es demasiado bajo, aparecerá el mensaje «Battery Exhausted!» [¡Batería agotada!] en la pantalla LCD y el dispositivo se apagará automáticamente.

5.16 Cambiar el sistema de unidades

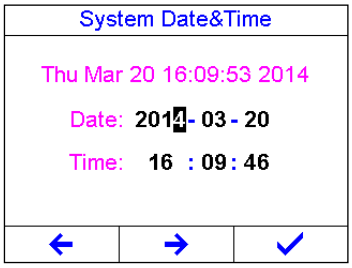
El dispositivo admite tanto el sistema de unidades métrico como el imperial. Pulse « » (Cambiar sistema de unidades) en la opción seleccionada «Unit System» [*Sistema de unidades*] del cuadro de diálogo «System Configuration» [*Configuración del sistema*] para cambiar entre el sistema de unidades imperial y el métrico.



5.17 Configurar la fecha y la hora

Para crear una documentación correcta, debe asegurarse siempre de utilizar los ajustes correctos de fecha y hora. Abra el cuadro de diálogo de hora del sistema para ajustar la fecha y la hora del sistema.
El formato de la fecha: año-mes-día
Formato de la hora: hora - minutos - segundos
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 la configuración. Pulse la tecla para cancelar los cambios en la configuración y salir del cuadro de diálogo.



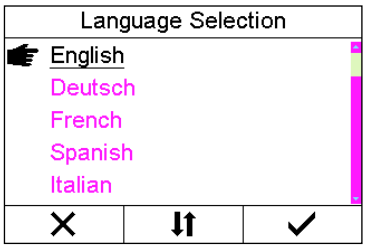
Una vez realizado el ajuste, la fecha y la hora actuales se mantendrán gracias al reloj interno del dispositivo.

5.18 Configuración del idioma

Se puede seleccionar el idioma de uso del medidor.
Utilice las teclas de flecha y la tecla F2 para seleccionar el idioma de uso.

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

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

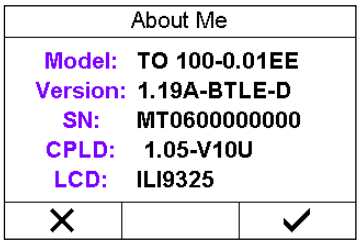


Nota: El usuario también puede cambiar el idioma de uso durante el proceso de inicio en la pantalla de inicio.

5.19 Información del producto

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

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



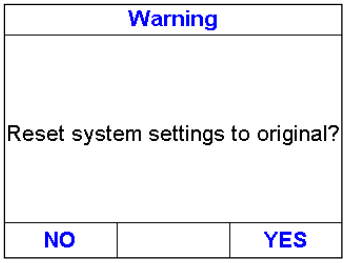
5.20 Restablecer el sistema

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

Para ello, utilice la función «System Reset» [*Restablecer sistema*]. Si se selecciona esta función, se borrarán todos los datos almacenados en el dispositivo, así como la calibración del usuario. La configuración del dispositivo se restablecerá a los valores predeterminados.

Para restablecer el dispositivo:

- active la función «System Reset» [*Restablecimiento del sistema*]. Aparecerá el cuadro de diálogo de la derecha.
- Pulse la tecla « » o la tecla F3 para confirmar el proceso de restablecimiento. Pulse la tecla F1 para cancelar el restablecimiento.



NOTA: *Las consecuencias del restablecimiento del dispositivo pueden ser irreversibles. No se debe pulsar ninguna tecla durante el proceso de restablecimiento.*

5.21 Comunicación USB

El dispositivo dispone de un puerto USB en la parte superior izquierda. El dispositivo se puede conectar al ordenador mediante el cable USB.

- Conecte el conector mini-USB del cable USB a la toma USB situada en la parte superior del dispositivo.
- Conecte el otro extremo del cable USB al puerto USB del ordenador.

6 Técnica de medición

6.1 Método de medición

- Método de medición de un solo punto: la sonda se coloca en cualquier punto de la pieza de trabajo. El dispositivo muestra el espesor en el punto donde se ha colocado la sonda.
- Método de medición de dos puntos: se realiza una medición con la sonda dos veces en el mismo punto de la pieza de prueba, manteniendo la sonda en un ángulo de 90° entre ambas mediciones. El valor más pequeño debe ser el espesor en ese punto.
- Método de medición multipunto: se realizan varias mediciones en un círculo de 30 mm de diámetro, siendo el valor de espesor de la pieza sometida a ensayo el valor mínimo.
- Método de medición continua: se realiza una medición continua a lo largo del tramo indicado a una distancia inferior a 5 mm mediante mediciones en puntos individuales, siendo el valor de espesor de la pieza sometida a ensayo 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. En el caso de tubos de mayor diámetro, la medición debe realizarse en el eje vertical. En el caso de tubos de menor diámetro, la medición debe realizarse en ambas direcciones, siendo el valor de espesor el valor mínimo.

7 Servicio de

Si el aparato presenta otras anomalías inusuales, no se deben desmontar ni reparar las piezas fijas. En este caso, se debe contactar con nuestro servicio de atención al cliente por correo electrónico o por teléfono para iniciar el procedimiento de servicio correspondiente.

8 e y almacenamiento

Mantenga el dispositivo alejado de vibraciones, campos magnéticos intensos, medios corrosivos, suciedad y polvo. El dispositivo debe almacenarse a temperatura ambiente.

9 Velocidad del sonido

Material	Velocidad del sonido	
	en/µs	m/s
Aluminio	0,250	6340 – 6400
Acero, habitual	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
Plomo	0,094	2400
Nailon	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
Hielo	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

Al medir un tramo de tubo para determinar el espesor de la pared del tubo, es importante la orientación del transductor. Si el diámetro del tubo es superior a aproximadamente 4 pulgadas, las mediciones deben realizarse con el transductor colocado de tal manera que la ranura de la superficie de contacto quede perpendicular (en ángulo recto) al eje longitudinal del tubo. En el caso de tubos de menor diámetro, deben realizarse dos mediciones: una con la ranura perpendicular a la superficie de contacto y otra con la ranura paralela al eje longitudinal del tubo. El menor de los dos valores indicados se considera el espesor en el punto correspondiente.



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. En la mayoría de las aplicaciones con temperaturas superficiales inferiores a unos 100 °C no es necesario tener en cuenta ningún procedimiento especial. A temperaturas superiores a 100 °C, la variación de la velocidad del sonido del material a medir ejerce un efecto significativo en la medición ultrasónica. A temperaturas tan elevadas, es recomendable realizar un procedimiento de calibración en una muestra de espesor conocido que tenga la misma temperatura que el material a medir o una temperatura comparable. De este modo, el medidor puede calcular correctamente la velocidad de propagación del sonido a través del material caliente.

En mediciones en superficies calientes, puede ser necesario utilizar una sonda de alta temperatura especialmente diseñada. Estas sondas están fabricadas con materiales que resisten altas temperaturas. No obstante, se recomienda mantener la sonda en contacto con la superficie solo durante el tiempo necesario para obtener una medición estable. Si un transductor entra en contacto con una superficie caliente, comienza a calentarse, y la dilatación térmica, así como otros efectos, pueden afectar a la precisión de la medición.

10.3 Medición de materiales laminados

Los materiales laminados son únicos en el sentido de que su densidad (y, por lo tanto, la velocidad de propagación del sonido) puede variar considerablemente de una pieza a otra. Algunos materiales laminados pueden incluso presentar variaciones significativas en la velocidad del sonido en una misma superficie. La única forma de medir estos materiales de manera fiable es realizar un procedimiento de calibración en una muestra de espesor conocido. Lo ideal es que este material de muestra forme parte del mismo objeto de medición o, al menos, proceda del mismo lote. La calibración individual de cada pieza de ensayo permite minimizar los efectos de las variaciones en la velocidad del sonido.

Otro factor importante que hay que tener en cuenta al medir materiales laminados es el hecho de que las cámaras o bolsas de aire encerradas provocan una reflexión prematura del haz ultrasónico. Este efecto se manifiesta mediante una disminución repentina del espesor en una superficie que, por lo demás, es homogénea. Aunque esto puede afectar a la precisión de la medición del espesor total del material, indica la presencia de huecos de aire en el material laminado.

10.4 Medición a través de capas de barniz y recubrimientos

La medición a través de capas de pintura y recubrimientos también es única en el sentido de que la velocidad de propagación del sonido en las capas de pintura y los recubrimientos difiere considerablemente de la velocidad de propagación del sonido en el material que se mide realmente. Un ejemplo perfecto de ello sería un tubo de acero dulce con un recubrimiento de aproximadamente 0,6 mm en la superficie, en el que la velocidad de propagación del sonido para el tubo es de 5920 m/s y para el recubrimiento de 2300 m/s. Si se lleva a cabo el procedimiento de calibración para tubos de acero dulce y la medición a través de ambos materiales, el espesor real del recubrimiento parece ser 2,5 veces mayor de lo que realmente es debido a las diferencias de velocidad. Este error puede corregirse utilizando un modo eco-eco especial para realizar mediciones en estos casos. En el modo eco-eco, el espesor de la pintura o del recubrimiento se elimina por completo y se mide únicamente el acero como material.

10.5 Idoneidad de los materiales

Las mediciones de espesor por ultrasonidos requieren que una onda acústica atraviese el material que se va a medir. No todos los materiales presentan buenas propiedades de conducción acústica. La medición de espesor por ultrasonidos es aplicable en la práctica a una gran variedad de materiales, incluidos metales, plásticos y vidrio. Se consideran casos de medición difíciles algunos materiales de fundición, el hormigón, la madera, la fibra de vidrio y algunos tipos de caucho.

10.6 Agentes de acoplamiento

Todas las aplicaciones de ultrasonidos requieren un medio para acoplar el sonido del transductor con la pieza a examinar. Normalmente se utiliza como medio un líquido de alta viscosidad. La propagación del sonido utilizado para la medición ultrasónica del espesor en el aire es ineficaz.
En la medición por ultrasonidos se pueden utilizar diversos medios de acoplamiento. Para la mayoría de las aplicaciones, el propilenglicol es adecuado. En aplicaciones difíciles, en las que se requiere una transmisión máxima de energía acústica, se recomienda la glicerina. Sin embargo, en algunos metales, la glicerina puede favorecer la corrosión por absorción de agua y, por lo tanto, puede no ser recomendable. Otros medios de acoplamiento adecuados para mediciones a temperaturas normales son el agua, diversos aceites y grasas, geles y líquidos de silicona. Las mediciones a temperaturas elevadas requieren medios de acoplamiento resistentes al calor y de fórmula especial.
En la medición de espesor por ultrasonidos, puede ocurrir que el dispositivo utilice el segundo eco en lugar del primero procedente de la parte posterior del material a medir, al funcionar en el modo estándar «pulso-eco». Esto puede dar lugar a una medición de espesor que presente un valor de espesor el doble de grande de lo que realmente es. El usuario del dispositivo es el único responsable del uso correcto del mismo y de la detección de tales efectos.

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