



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 310 672**

51 Int. Cl.:  
**G01B 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03770875 .7**

96 Fecha de presentación : **24.09.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1554540**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2005**

54 Título: **Equipo de ensayo ultrasónico para el ensayo de una pieza.**

30 Prioridad: **10.10.2002 DE 102 47 257**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.01.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.01.2009**

73 Titular/es: **GE Inspection Technologies GmbH**  
**Robert-Bosch-Strasse 3**  
**50354 Hürth, DE**

72 Inventor/es: **Buschke, Paul y**  
**Kirchner, Bernd**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 310 672 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

# ES 2 310 672 T3

## DESCRIPCIÓN

Equipo de ensayo ultrasónico para el ensayo de una pieza.

5 La invención se refiere a un equipo de ensayo ultrasónico para el ensayo no destructivo de una pieza según el preámbulo de la reivindicación de patente 1.

10 Ya se conocen equipos de ensayo apropiados para el ensayo no destructivo de una pieza mediante ultrasonidos. En general nos remitimos al libro alemán J. und H. Krautkrämer, Ensayo de Materiales mediante Ultrasonidos, cuarta edición. En este caso se trabaja según el método de reflexión de impulsos. El palpador emite, preferiblemente de forma  
15 periódica, impulsos ultrasónicos y recibe a continuación señales de eco de estos impulsos ultrasónicos emitidos. En general, la señal de eco de la superficie de entrada es una señal especialmente fuerte que rebasa las demás señales de eco. Las demás señales de eco provienen de la pieza y especialmente de la pared trasera de la pieza, donde se reflejan, como mínimo, una vez. En este sentido, el procedimiento de ensayo resulta apropiado para piezas cuya superficie de  
20 entrada se desarrolle fundamentalmente de forma paralela a la pared trasera, de manera que se produce una formación de varios movimientos de vaivén del impulso ultrasónico en la pieza. Esto sucede, por ejemplo, en el ensayo de uniones de chapas soldadas por puntos mediante ultrasonido.

25 Las señales de eco recibidas se representan en el monitor. La representación se lleva a cabo, generalmente, como una, así llamada, imagen A en la que a través del eje de tiempo se representan los valores de tensión de las señales de eco recibidas. En caso de idas y venidas múltiples entre la superficie de entrada y la pared trasera se obtiene una sucesión de señales de eco a igual distancia, cuya amplitud desciende generalmente con un tiempo creciente.

30 El ensayo ultrasónico del tipo citado al principio puede servir para determinar solamente el grosor de pared entre la superficie de entrada y la pared trasera. No obstante, también puede servir para determinar la calidad de una unión de soldadura por puntos o para detectar puntos defectuosos. En todos estos casos es necesario disponer de información sobre la calidad del contacto del palpador en la superficie de entrada y preferiblemente también de información sobre la calidad de la secuencia del eco.

35 Según la teoría del documento GB-A-2 062 383, en el monitor se representan, por una parte, las señales de eco ultrasónicas normales y, por otra parte, un valor umbral. No se representa una sección de las propias señales de eco, sino un valor predeterminado (valor umbral).

40 Según el documento US-A-4 055 989, además de la indicación óptica, también se emite una señal acústica o una indicación de otro tipo cuando el acoplamiento entre un emisor ultrasónico y un receptor ultrasónico ya no es suficiente. No se menciona una indicación óptica. La señal emitida no se refiere a una sección de las señales recibidas respectivamente actuales.

45 En el ensayo de uniones de soldadura por puntos de una carrocería de un automóvil se desea alcanzar una velocidad de ensayo alta. Si se pretende revisar todos los puntos de soldadura de una carrocería, normalmente es preciso comprobar de dos a tres mil puntos. Para cada punto es necesario garantizar que el acoplamiento sea bueno y, si es posible, que la secuencia de eco también presente una calidad suficiente.

50 Por el documento US-A- 5 717 142 se conoce un equipo de ensayo ultrasónico para el ensayo no destructivo del grosor de la capa de grasa del lomo de animales, por ejemplo, cerdos, presentando este equipo de ensayo ultrasónico:

- un palpador de emisión y recepción que puede acoplarse a la piel del animal,
- un emisor que está unido al palpador, que genera impulsos de emisión y que los emite al palpador,
- un receptor que está unido al palpador y
- un monitor que está unido al receptor para la representación de señales de eco eléctricas que han sido recibidas por el receptor,

55 emitiendo el palpador impulsos ultrasónicos que se reflejan y retroceden hacia el palpador, penetrando en el animal y produciéndose reflexiones en distintas capas intermedias, y representando el equipo de ensayo ultrasónico en el monitor de forma adicional y solapada con respecto a la representación de las señales de eco eléctricas recibidas (40, 41, 42, 43), una barra transversal cuya longitud constituye una medida para la exactitud de la detección del grosor de la capa de grasa del lomo del animal analizado.

60 La experiencia ha demostrado que con los equipos de ensayo ultrasónicos para el ensayo no destructivo de una pieza según el estado de la técnica resulta realmente complicado procurar un buen acoplamiento, así como unas buenas secuencias de eco. Se formulan muchas exigencias al controlador que maneja el equipo de ensayo ultrasónico. Sólo los controladores con experiencia y bien formados reconocen en una imagen A tanto un buen acoplamiento, como también una buena secuencia de eco en la pared trasera y, posiblemente, una secuencia de eco defectuosa.

## ES 2 310 672 T3

Además, los parámetros del ultrasonido como velocidad del sonido, avance del palpador, amplificación, comienzo de imagen y anchura de imagen, deben regularse de la forma más exacta posible. Finalmente, la estructura de la unión de chapas, es decir, especialmente el grosor de cada una de las chapas unidas, el número de uniones de chapas, la atenuación acústica en el material y en el punto de soldadura, tiene un efecto en el resultado de ensayo, es decir, en la imagen A.

En el procedimiento según el estado de la técnica, un controlador acopla un palpador ultrasónico a una unión de soldadura por puntos a probar y mueve el palpador en, como mínimo, dos ángulos sólidos y totalmente frente al punto de soldadura hasta que se alcanza una buena secuencia de eco de pared trasera con una señal de entrada suficientemente buena. El controlador mueve el palpador hasta que obtiene una imagen A suficientemente buena; en este caso se habla de una “creación de una buena imagen A”.

Aquí es donde interviene la invención. Ésta tiene el objetivo de facilitar el trabajo del controlador y de proporcionar al mismo un procedimiento para el ensayo ultrasónico, así como un equipo de ensayo ultrasónico que le informe con claridad sobre la calidad de un acoplamiento y una secuencia de eco, sin que tenga que prestar atención a los detalles de la imagen A.

Este objetivo se cumple gracias a un equipo de ensayo ultrasónico con las características de la reivindicación de patente 1, así como gracias a un procedimiento con las características de la reivindicación 9.

La indicación de barras emite, como mínimo, un valor de señal, por ejemplo, un valor de señal para el eco de entrada o un valor de señal para la calidad de una secuencia de eco de pared trasera. En el último caso se lleva a cabo una valoración a través de varias señales de eco de pared trasera y se emite un valor de señal que se calcula a partir de una promediación a través de varias señales de ecos de pared trasera.

La representación de, como mínimo, un valor de señal en la indicación de barras permite una información directa cualitativa sobre, como mínimo, un valor de señal. En el caso del ensayo práctico, el controlador puede concentrarse fundamentalmente en la imagen A y, al mismo tiempo, echar un vistazo a la indicación de barras; no necesita prestar toda su atención a la indicación de barras. La indicación de barras reproduce información que, en principio, también se incluye en la imagen A. Sin embargo, ahora el controlador puede captar mejor la información correspondiente a través de la indicación de barras y ésta se representa con mayor claridad. Los detalles de la imagen A se resaltan en la indicación de barras, de manera que pueden reconocerse bien y especialmente detectarse rápidamente por medio de los colores.

Esto simplifica el ensayo ultrasónico y ayuda especialmente a mantener la atención del controlador también durante un tiempo prolongado.

La representación de la indicación de barras varía durante la “creación de una buena imagen A” de igual modo que la imagen A en tiempo real. Esto significa que después de cada nuevo ajuste del palpador, el controlador obtiene directamente la señal ultrasónica correspondiente a la orientación seleccionada del palpador. Si al orientarlo de nuevo, las condiciones de acoplamiento varían, esto también se refleja inmediatamente en otra indicación de barras.

Preferiblemente, con la indicación de barras no sólo se muestra un valor de señal, sino que se representan dos o tres valores de señal. Los distintos valores de señal se representan mediante distintos colores, por ejemplo, mediante los colores de un semáforo de circulación u otros colores que puedan diferenciarse bien, como por ejemplo, amarillo, verde, azul. Se elige una anchura suficiente de la indicación de barras para que pueda reconocerse bien. Las anchuras normales son de, como mínimo, 10 mm, preferiblemente de 20 a 30 mm. La indicación de barras puede ser una indicación separada, por ejemplo, una pantalla LCD de color estrecha y alargada, aunque también puede ser una franja que está destacada en una unidad de indicación, como la que se utiliza para la imagen A, de manera que la imagen A y la indicación de barras aparecen una junto a otra en la misma superficie del monitor. Además de los indicadores LCD, también han dado buenos resultados otros monitores de color, por ejemplo, indicadores de plasma.

En principio, la indicación de barras puede estar formada por una fila de diodos luminosos. En este caso, se utilizan diodos luminosos de distintos colores, a fin de poder realizar varias indicaciones de barras unas junto a otras. No obstante, resulta preferible la representación de distintos valores de señal superpuestos a través de distintos colores.

La valoración de la secuencia de señales de la imagen A no es objeto de la presente solicitud. El objeto de la presente solicitud consiste en ayudar al controlador en la “creación de una buena imagen A” mediante la indicación en forma de barras. Las indicaciones de este tipo se emplean actualmente en equipos de alta fidelidad, teléfonos móviles y en el sector de la gráfica de presentación como la que puede crearse, por ejemplo, en un ordenador.

En una realización preferible de la invención, un valor de señal de la indicación de barras está asignado a la calidad del eco de entrada. Un buen acoplamiento es un requisito fundamental para una buena medición ultrasónica. Existe un buen acoplamiento cuando toda la indicación de barras está iluminada de forma visible, es decir, existe un valor de señal del 100%. Los demás valores de señal se seleccionan por debajo del 100%, de manera que siempre permanece de forma reconocible un acoplamiento suficientemente bueno y los demás valores de señal pueden representarse en la misma superficie de indicación.

## ES 2 310 672 T3

Una barra superpuesta en otro color se utiliza como segundo valor de señal para la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera. La altura de la barra constituye una medida para la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera. Si la barra alcanza o rebasa un umbral de valoración a determinar por el ajustador, por ejemplo, 60% u 80%, se obtiene una calidad suficiente de secuencia de eco de la pared trasera. La imagen A correspondiente puede emplearse, a continuación, para la valoración de la unión de soldadura por puntos. Adicionalmente puede representarse también una tercera barra de color que, a su vez, es menor que la barra de color del valor de señal para la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera. Esta tercera barra de color puede proporcionar información, por ejemplo, sobre la calidad de la secuencia de eco defectuosa. Puede reconocerse fácilmente, dado que ésta permanece siempre debajo de la barra de secuencia de eco de la pared trasera. En las pruebas prácticas se ha comprobado que un controlador puede reconocer muy bien tres barras superpuestas en una única indicación de barras.

La indicación de barras está dispuesta lo más cerca posible del monitor o forma parte integrante del mismo. De este modo, es posible para el controlador 23 una buena asignación a la imagen A, sin tener que prestar toda su atención a la indicación de barras.

La indicación de barras se desarrolla preferiblemente de forma transversal al eje de tiempo de la imagen A en el monitor. La indicación de barras también presenta preferiblemente la misma altura que el monitor y está alineada paralelamente al monitor, por lo que los valores de señal suben en la indicación de barras en la misma dirección que las tensiones eléctricas de las señales de la imagen A.

Otras ventajas y características de la invención resultan de las demás reivindicaciones, así como de la siguiente descripción de ejemplos de realización de la invención que no deben entenderse de forma limitada y que se explican a continuación más detalladamente haciendo referencia al dibujo. Las distintas figuras muestran:

Fig. 1 una representación básica de un equipo de ensayo ultrasónico según la invención,

Fig. 2 una representación básica como en la figura 1, no obstante en otra realización y ahora sin palpador ni pieza,

Fig. 3 una representación como en la figura 2 para una tercera realización del equipo de ensayo,

Fig. 4 una representación básica de una secuencia de eco similar a la imagen en la figura 1, como aparece normalmente en un monitor, y

Fig. 5 una representación básica de una secuencia de eco sin eco de entrada y para ecos de pared trasera como aparece normalmente en un monitor, para la explicación del procedimiento de normalización de una secuencia de eco.

En una carcasa 20 de un equipo de ensayo ultrasónico está dispuesto un monitor 22, tratándose, por ejemplo, de un monitor LCD. Una indicación de barras 24 está dispuesta directamente junto al monitor y paralelamente al mismo. Dicha indicación también es un indicador LCD. La indicación de barras 24 tiene la misma altura que el monitor 22. La indicación de barras 24 es estrecha y su anchura es de entre 10 y 20 mm. Al igual que el monitor 22, la indicación de barras 24 también está limitada fundamentalmente por un rectángulo.

En la carcasa está conectado un palpador de emisión y recepción 26 a través de una conexión de enchufe no representada. En principio, ya se conoce su estructura y nos remitimos, por ejemplo, al libro alemán citado al principio. Posee un medio de acoplamiento 28 en su extremo frontal. Aquí, el medio de acoplamiento 28 está realizado como una cámara llena de agua que está limitada por una película plástica delgada, por ejemplo, una película de látex. El medio de acoplamiento 28 es al mismo tiempo un tramo de avance. El medio de acoplamiento 28 permite alcanzar el contacto directo con una pieza 30 sin inclusión de burbujas de aire ni similares.

La pieza 30 es aquí una parte de una placa de chapa; la pieza también puede ser una unión entre dos chapas de acero mediante soldadura por puntos, etc. La pieza 30 posee una superficie de entrada 32 que está en contacto con el medio de acoplamiento 28, y una pared trasera 34.

Finalmente, en la carcasa están colocados un emisor 36 y un receptor 38. Ambos están unidos al palpador 26. El emisor emite periódicamente impulsos de emisión que ordenan al palpador 26 que emita impulsos ultrasónicos de corta duración. Los distintos impulsos ultrasónicos pasan por el medio de acoplamiento 28. Una parte de cada impulso reflecta generalmente en la superficie de entrada 32 y llega al receptor como eco de entrada 40 antes de posteriores señales. El receptor está unido al monitor 22. En el monitor puede reconocerse la señal correspondiente del eco de entrada 40.

Una parte de cada impulso ultrasónico penetra generalmente en la pieza y reflecta en la pared trasera 34. Generalmente se divide en más partes, aunque después de una única reflexión en la pared trasera puede llegar de nuevo al palpador 26 a través de la superficie de entrada 32, así como reflectar parcialmente en la superficie de entrada 32. En este caso se produce normalmente un movimiento de vaivén reiterado dentro de la pieza 30. Esto conduce a una secuencia de eco, concretamente una secuencia de eco de las, así llamadas, señales de eco de pared trasera; en el monitor se representan el primer eco de pared trasera 41, el segundo eco de pared trasera 42, el tercer eco de pared trasera 43, 44, 45, etc.

## ES 2 310 672 T3

Además, una parte del impulso ultrasónico que ha penetrado en la pieza también puede reflejar en puntos defectuosos, siempre que éstos existan. Con el número 50 se representa un ejemplo para un eco de puntos defectuosos.

5 En el monitor 22 se representa una, así llamada, imagen A que en la figura 4 está representada una vez más de forma similar. El valor de tensión U en voltios de las señales recibidas se indica por encima del eje de tiempo T en segundos (como eje x) en el eje y.

En la indicación de barras 24 se reproduce una información que también muestra la imagen A del monitor 22.  
10 En la indicación de barras 24 se representan en total tres valores de señal superpuestos. La representación de estos valores de señal es fácil de detectar para un controlador. Los valores de señal se representan por separado. No es necesario que el controlador se esfuerce para leer la información correspondiente de la imagen A, sino que ésta se representa directamente como barra. Por consiguiente, la indicación de barras 24 sirve para la representación específica de información selectiva de la imagen A. Se representa un valor de señal 60 sobre la calidad del eco de entrada, un  
15 valor de señal 62 sobre la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera y un valor de señal 64 sobre la calidad de los ecos defectuosos. El orden de estos tres valores de señal indica, al mismo tiempo, su jerarquía o bien su prioridad. En este sentido, la calidad del eco de entrada es la información más importante; un eco de entrada suficientemente alto es una condición previa para un buen acoplamiento. El valor de señal correspondiente del eco de entrada 60 se  
20 representa en color amarillo. Se consigue un acoplamiento suficientemente bueno cuando el eco de entrada es superior al 100%. Esto significa que en la imagen A, el eco de entrada termina más allá del canto superior del monitor, como realmente es también el caso en la imagen A.

El valor de señal 62 para la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera se representa en color verde. En el ejemplo de realización mostrado, el valor de señal 62 es aproximadamente del 86%. La altura del valor de señal  
25 correspondiente constituye una medida para la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera. Si la barra verde alcanza o rebasa un umbral de valoración a determinar por el ajustador, se ha conseguido un acoplamiento y una creación óptimos de la secuencia de eco de la pared trasera. La imagen A correspondiente puede transmitirse al ordenador para su valoración.

30 Finalmente, también se representa una barra azul; el valor de señal correspondiente de la calidad del eco defectuoso 64 tiene un valor relativamente pequeño, permanece por debajo de los otros valores de señal 60, 62. En la representación mostrada, el valor de señal 64 es aproximadamente del 14%.

De este modo es posible representar de forma superpuesta tres valores de señal 60, 62 y 64 en la misma indicación  
35 de barras 24. Los valores de tensión para los valores de señal 60, 62 y 64 se obtienen como sigue:

En el receptor 38 se prevé un diafragma 66 para el eco de entrada 40. Este diafragma 66 puede desplazarse en cualquier dirección. El controlador lo ajusta, de manera que el eco de entrada coincide con el diafragma 66. El eco de  
40 entrada obtenido de cada impulso ultrasónico conduce a un valor de tensión en el receptor; si coincide con la zona del diafragma 66, se muestra en la indicación de barras 24 como valor de señal 60 del eco de entrada. Preferiblemente, la indicación de barras posee una escala como el monitor 22 en dirección de su eje y, es decir, del valor de tensión. De este modo, el valor de tensión eléctrica del eco de entrada puede representarse directamente (y siempre que coincida con el diafragma 66) en la indicación de barras 24.

45 Para los ecos de pared trasera 41, 42, ..45 está previsto, como mínimo, un diafragma 68, estando asignados preferiblemente distintos diafragmas 68 a los distintos ecos de pared trasera. Estos registran el valor de tensión de la tensión reflejada máxima. El valor de señal de la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera 62 se obtiene a partir de, como mínimo, un valor de tensión, preferiblemente a partir de una promediación de cualquier tipo o un proceso matemático de varios valores de tensión, y se representa como se ha descrito anteriormente.

50 De igual modo se procede con el eco defectuoso; a éste también se le asignan diafragmas 70.

De lo ya expuesto puede deducirse que el equipo según la invención y especialmente también el procedimiento que se lleva a cabo para el ensayo de piezas resulta apropiado para una medición en serie. Un ejemplo para una medición  
55 en serie es el ensayo de uniones de soldadura por puntos de carrocerías de automóviles. El equipo de ensayo se ajusta, en primer lugar, en una pieza o unas pocas piezas y, a continuación, se realiza el ensayo en serie.

La altura de los distintos valores de señal 60, 62, 64 puede aprovecharse para modificar los ajustes del equipo de ensayo, especialmente para regular la amplificación del receptor. Si, por ejemplo, el valor de señal del eco de entrada  
60 60 es menor del 100%, puede suceder que la amplificación de entrada sea demasiado baja. También puede ocurrir que el acoplamiento sea defectuoso. Si en el ajuste inicial del equipo de ensayo en las piezas en serie a probar se comprueba que el valor de señal del eco de entrada 60 no alcanza el valor del 100%, la amplificación de entrada es demasiado baja y debe aumentarse debidamente. Puede estar prevista una regulación de amplificación automática, a fin de corregir la amplificación.

65 También puede estar prevista una regulación de amplificación automática, a fin de influir en la amplificación, especialmente para aumentarla, de manera que el valor de señal de la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera 62 se sitúe en un campo predeterminado, por ejemplo, de un 80 mas/menos 15%. La regulación de amplificación tiene

## ES 2 310 672 T3

en cuenta que se alcanza este campo de valores. Una condición previa fundamental es que el valor del eco de entrada sea superior al 100%.

La figura 2 muestra otra configuración del equipo. La indicación de barras 24 ya no está realizada por separado y está dispuesta junto al monitor 22, no obstante muy cerca del mismo; más bien, la indicación de barras forma ahora una parte de la superficie del monitor. Entre la indicación de barras 24 y el monitor restante se deja libre un espacio estrecho 72 en forma de una franja que se desarrolla de arriba a abajo, a fin de conseguir una separación clara; puede ser, por ejemplo, una barra de color, un campo vacío o similar. En principio, el espacio libre 72 no es necesario, no obstante facilita al controlador reconocer la división del monitor 22. Como en el caso de la indicación de barras separada 24, la indicación de barras integrada según la figura 2 está dispuesta a la derecha junto al propio monitor.

Finalmente, la figura 3 muestra una indicación de barras a partir de tres filas de diodos luminosos dispuestas unas junto a otras. Ahora, los distintos valores de señal 60, 62 y 64 ya no se representan superpuestos, sino unos junto a otros. Las filas de diodos luminosos tienen respectivamente distintos colores; así, la fila 74, por ejemplo, que representa el valor de señal del eco de entrada 60, es amarilla, la siguiente fila 75 que representa el valor de señal de la calidad de la secuencia de eco de la pared trasera es roja, etc.

Cabe la posibilidad de representar los valores de señal en las indicaciones de barras según la figura 1 y la figura 2, unos junto a otros, parcialmente superpuestos o de otra forma.

A continuación se describe además una normalización de la secuencia de eco de la pared trasera, haciendo referencia para ello a la figura 5.

La normalización de la secuencia de eco de la pared trasera sirve para la valoración cualitativa de la intensidad de las amplitudes de eco de la pared trasera. Se predetermina un nivel de normalización para el primer eco de pared trasera, siendo  $N_n$  el valor correspondiente. El primer eco de pared trasera tiene una amplitud RWE (1) que es menor que  $N_n$ . La diferencia  $N_n$ -Amplitud RWE (1) se denomina diferencia de normalización  $N_d$ .

Las amplitudes de eco de pared trasera iguales o superiores al 100% se suman sin normalización.

El parámetro "Nivel de normalización  $N_n$ " es una variable y puede predeterminarse y modificarse de forma arbitraria. De este modo se influye en la escala del valor medio aritmético que se muestra como valor de señal 62, es decir, puede ser mayor o menor. La normalización se realiza con las siguientes fórmulas:

$$N_d = N_n - RWE_{Amplitud}(1) \quad (1)$$

$$NormAmp(i = 1) = \frac{100\% * RWE_{Amplitude}(i = 1)}{N_n} \quad (2)$$

En la normalización de las amplitudes de los ecos de pared trasera a partir del segundo eco de pared trasera se aplican los siguientes "valores de amplitud  $A_n$ "

$$A_n(i > 1) = RWE_{Amplitud}(i > 1) + N_d. \quad (3)$$

Para  $A_n(3)$  se aplica, por ejemplo,

$$A_n(3) = RWE_{Amplitud}(4) + N_d$$

A partir del segundo eco de pared trasera se lleva a cabo la siguiente normalización:

$$NormAmp(i > 1) = \frac{100\% * RWE_{Amplitude}(i > 1)}{A_n(1 + i)} \quad (4)$$

Mediante la siguiente ecuación se obtiene el valor medio de todos los ecos de pared trasera normalizados, es decir, el valor de señal 62.

$$\overline{NormRWE} = \frac{1}{n + m} * \left( \sum_{i=1}^n (RWE_{Amplitude} \geq 100\%) + \sum_{i=1}^m NormAmp(i > 1) \right) \quad (5)$$

## ES 2 310 672 T3

En resumen, la invención presenta las siguientes ventajas: el equipo de ensayo según la invención puede utilizarse allí donde se requiera una secuencia de eco marcada de valoración ultrasónica y/o mediciones ultrasónicas.

5 Se obtiene un criterio de acoplamiento para la valoración del acoplamiento en la pieza 30, por ejemplo, en el ensayo de uniones de soldadura por puntos. Se obtiene un indicador adicional en la medición digital de grosores de pared. Aquí es especialmente importante saber si la señal que se utiliza para la medición contiene realmente una secuencia de eco suficiente.

10 Finalmente, mediante el paso de la normalización de secuencias de eco se logra una magnitud de valoración adicional.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

5 1. Equipo de ensayo ultrasónico para el ensayo no destructivo de una pieza (30), presentando el equipo de ensayo ultrasónico:

10 a. un palpador de emisión y recepción (26) que presenta un medio de acoplamiento (28) para el acoplamiento a una superficie de entrada (32) de la pieza (30), permitiendo el medio de acoplamiento un movimiento del palpador de emisión y recepción (26) en la superficie de entrada (32) de la pieza (30) en, como mínimo, dos ángulos sólidos,

b. un emisor (36) que está unido al palpador y que genera impulsos de emisión y los emite al palpador,

c. un receptor (38) que está unido al palpador y

15 d. un monitor (22) que está unido al receptor (38) para la representación de señales de eco eléctricas (40, 41, 42, 43) que son recibidas por el emisor (38), emitiendo el palpador impulsos ultrasónicos que, por una parte, se reflejan en la superficie de entrada (32) y retroceden hacia el palpador y que, por otra parte, penetran en la pieza (30) donde se reflejan, como mínimo una vez, en una pared trasera (34) de la pieza (30),

20 **caracterizado** porque el equipo de ensayo ultrasónico presenta adicionalmente para la representación de las señales de eco eléctricas recibidas (40, 41, 42, 43) en el monitor (22), una indicación de barras (24) en la que se representa, como mínimo, un valor de señal en tiempo real que deriva de la amplitud de una de las siguientes señales de eco (40, 41, 42, 43):

25 i. la señal de eco (40) reflejada en la superficie de entrada (32),

ii. como mínimo un eco de pared trasera (41), y/o

30 iii. una señal calculada a partir de varios ecos de pared trasera (41, 42, 43).

35 2. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la pieza (30) presenta puntos defectuosos, porque los impulsos ultrasónicos también se reflejan en los puntos defectuosos y porque en la indicación de barras (24) bien se representa un eco defectuoso seleccionado (50) y/o se calcula una señal a partir de las señales de eco (50) de varios puntos defectuosos y se muestra en la indicación de barras (24).

40 3. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la indicación de barras (24) permite una representación cromática y porque como mínimo dos valores de señal están representados de forma superpuesta mediante distintos colores en la indicación de barras (24).

45 4. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la indicación de barras (24) está dispuesta directamente junto al monitor (22) o porque una zona en forma de franja, preferiblemente una zona marginal del monitor (22) se utiliza como indicación de barras (24).

50 5. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la indicación de barras (24) está dispuesta de forma que se desarrolla transversalmente con respecto a un eje de tiempo del monitor (22).

55 6. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la indicación de barras (24) presenta una longitud que corresponde a una dimensión transversal del monitor (22) que corresponde especialmente a la dimensión del monitor (22) en dirección de los valores de tensión mostrados.

60 7. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la indicación de barras (24) está realizada mediante un dispositivo LCD en color.

65 8. Equipo de ensayo ultrasónico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la pieza (30) está compuesta de, como mínimo, dos chapas que están unidas entre sí a través de una unión de soldadura por puntos y porque se pretende determinar la calidad de la unión de soldadura por puntos.

70 9. Procedimiento para el ensayo no destructivo de una pieza (30) por medio de un equipo de ensayo ultrasónico que comprende los siguientes pasos de procedimiento:

e. Generación de impulsos de emisión ultrasónicos por medio de un palpador de emisión y recepción (26),

65 f. Acoplamiento de los impulsos de emisión ultrasónicos a una superficie de entrada (32) de la pieza (30),

g. Detección de impulsos de emisión ultrasónicos reflejados,



## ES 2 310 672 T3

h. Generación de señales de eco eléctricas (40, 41, 42, 43) a partir de los impulsos de emisión ultrasónicos reflejados detectados,

i. Representación de las señales de eco eléctricas en un monitor (22).

5

**caracterizado** por otros pasos de procedimiento que siguen a continuación:

j. Representación de, como mínimo, un valor de señal en tiempo real en una indicación de barras (24) que se deduce de la amplitud de una de las siguientes señales de eco (40, 41, 42, 43):

10

i. la señal de eco (40) reflejada en la superficie de entrada (32),

ii. como mínimo un eco de pared trasera (41), y/o

15

iii. una señal calculada a partir de varios ecos de pared trasera (41, 42, 43),

y

k. Movimiento del palpador de emisión y recepción (26) en, como mínimo, dos ángulos sólidos en la superficie de entrada (32) de la pieza (30), a fin de optimizar la calidad del acoplamiento a la pieza que se va a someter a ensayo (30).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

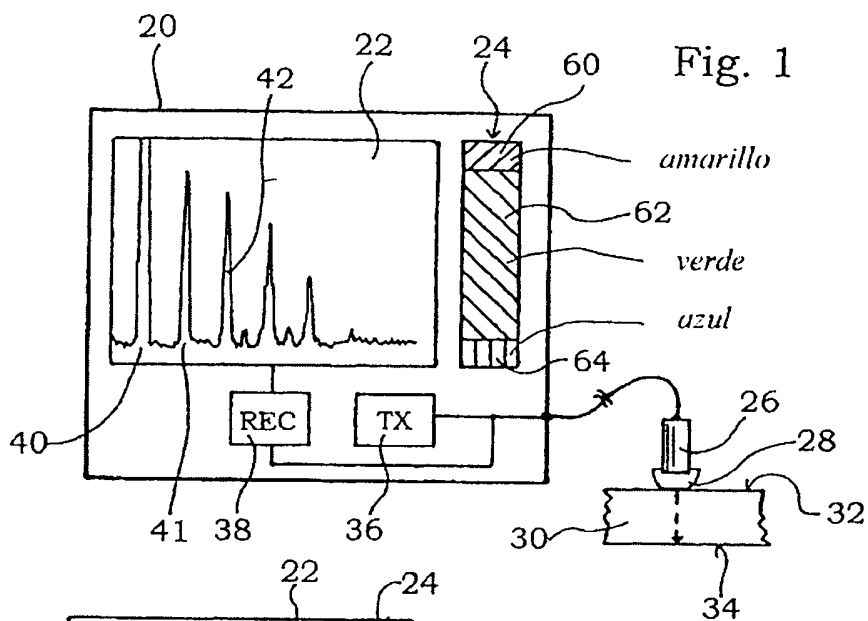


Fig. 1

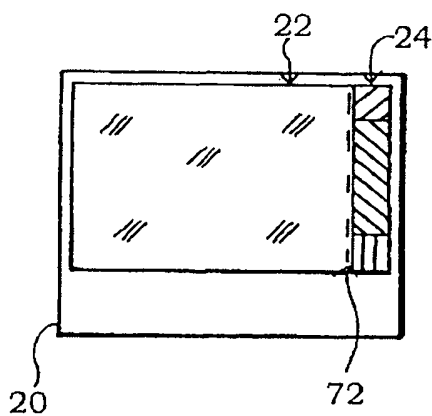


Fig. 2

Fig. 3

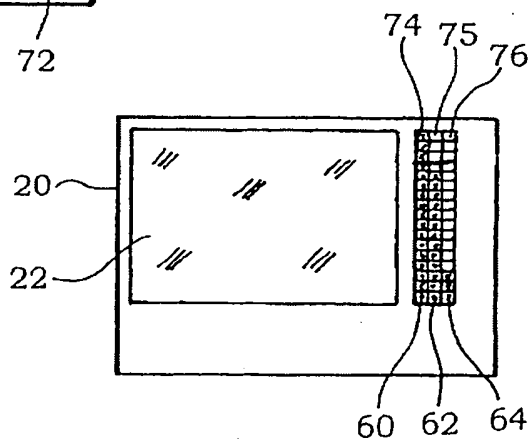


Fig. 4

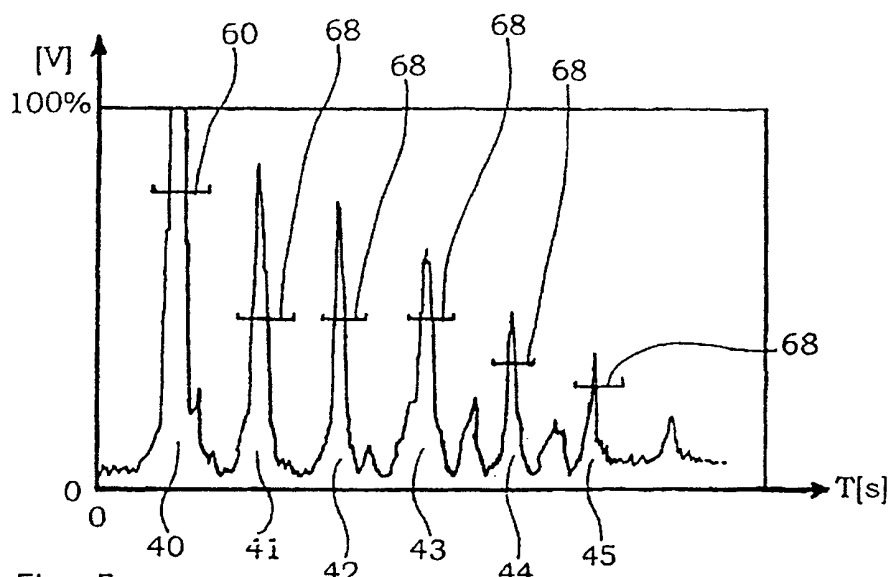


Fig. 5

