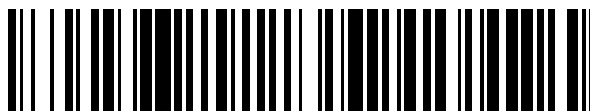


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 673**

51 Int. Cl.:

G01N 29/26 (2006.01)

G01N 29/34 (2006.01)

G10K 11/34 (2006.01)

G21C 17/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2007 E 07007962 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 1850127**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la prueba por ultrasonidos de un cordón de soldadura en la superficie interna de un contenedor a presión de un reactor**

30 Prioridad:

28.04.2006 DE 102006020352

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.04.2013

73 Titular/es:

**INTELLIGENDT SYSTEMS & SERVICES GMBH
(100.0%)
PAUL-GOSSEN-STRASSE 100
91052 ERLANGEN, DE**

72 Inventor/es:

**MEIER, RAINER;
REHFELDT, THOMAS y
KALUZA, PETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 400 673 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).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la prueba por ultrasonidos de un cordón de soldadura en la superficie interna de un contenedor de presión de un reactor

5 La invención se refiere a un procedimiento y dispositivo para la comprobación de un cordón de soldadura que se encuentra en la superficie interna de un contenedor de presión de un reactor nuclear con el que está soldado por su periferia externa un soporte de instrumentos que conduce al interior de dicho recipiente de presión del reactor.

10 El recipiente de presión de los reactores de agua a presión está dotado en su casquete inferior (casquete del suelo) con guías pasantes por las que se guían las sondas de instrumentos del núcleo desde el exterior del contenedor de presión del reactor. Estas guías o soportes de instrumentos (LCIP = Lower Core Instrumentation Penetration) (Penetración de Instrumentos en la Parte Inferior del Núcleo) son fabricados mediante una barra forjada dotada de un orificio pasante, y son soldados con un cordón de soldadura de forma anular y en su periferia externa dentro del
15 contenedor de presión del reactor. Especialmente en instalaciones más antiguas, se utilizaron para dichas guías, de soldadura de adición y soldaduras de tope aplicadas en la superficie interna del contenedor a presión del reactor materiales, que se han mostrado especialmente propensos a corrosión bajo esfuerzo. La corrosión bajo esfuerzo es, en este caso, un proceso de corrosión que tiene lugar dentro del agua, en piezas constructivas que sufren esfuerzos internos.

20 El cordón de soldadura es realizado habitualmente en la forma llamada "J-Groove Weld" ("Soldadura con Ranura en J") y discurre hacia el soporte de instrumentos con una acanaladora. La geometría del cordón de soldadura depende, por lo tanto, de la posición del soporte de instrumentos en el casquete del suelo. De esta manera, el cordón de soldadura con el que está soldado un soporte de instrumentos en el centro del casquete del suelo, presenta un contorno simétrico según el eje medio de dicho soporte de instrumentos, mientras que el contorno del
25 cordón de soldadura es no simétrico en el borde del soporte de instrumentos soldado en dicho casquete inferior.

A causa de la tendencia a la corrosión bajo esfuerzo, estos cordones de soldadura deben ser comprobados en periodos de tiempo regulares. Dada la complejidad del problema de comprobación, en especial por el contorno asimétrico del cordón de soldadura, esta comprobación tiene lugar habitualmente solo de forma visual con una cámara de video introducida en el contenedor de presión del reactor. Para ello, es necesaria la descarga previa de los elementos de combustible. En una inspección visual de este tipo, se pueden reconocer solamente grietas que han alcanzado ya una sensible dimensión. De manera alternativa a una inspección visual de este tipo, se ha llevado a cabo también la inspección de los cordones de soldadura con una sonda de corrientes parásitas
30 (<http://www.nrc.gov.edgesuite.net/reactors/operating/ops-experience/pressure-boundary-integrity/bottom-head-issues/bottom-head-files/july-17-nrc.pdf>). Este sistema se ve, no obstante, dificultado por la geometría superficial irregular del cordón de soldadura. Además, en una comprobación por corrientes parásitas, la determinación de la profundidad de las grietas está limitada por el efecto "Skin". También, en este caso, se debe descargar por completo el núcleo.

40 Por el documento US 5.460.045, es conocido el comprobar un cordón de soldadura aplicado de nuevo en un proceso de reparación en un soporte de instrumentos de un reactor de agua hirviendo con una sonda de ultrasonidos, que puede ser introducida en el interior del mencionado soporte de instrumentos. Según el objetivo de la comprobación, la sonda de ultrasonidos contiene cinco o nueve convertidores de ultrasonidos, que están orientados de forma tal que se pueden reconocer fallos por grietas tanto en dirección periférica como también en
45 dirección radial. Para reconocer grietas orientadas en dirección periférica, se prevén, como mínimo, dos convertidores de ultrasonidos separados axialmente entre sí que, de manera correspondiente, generan señales de ultrasonidos oblicuas con respecto al eje longitudinal de la sonda. Un convertidor de ultrasonidos genera una señal de ultrasonidos que se propaga de forma radial y otros dos convertidores de ultrasonidos generan una señal de ultrasonidos perpendicular a la dirección axial en la dirección de las agujas del reloj o en sentido contrario al mismo. Para la comprobación del cordón de soldadura que discurre de forma anular, se utiliza una sonda de ultrasonidos con cinco convertidores de ultrasonidos.

55 Una sonda de ultrasonidos introducida en un manguito tubular con cinco convertidores de ultrasonidos orientados de manera distinta, es conocida también por el documento EP 0 539 049 A1. En esta forma de realización conocida, todos los convertidores de ultrasonidos están dispuestos en un plano único, perpendicular al eje longitudinal de la sonda de comprobación de ultrasonidos.

60 Con ayuda de un procedimiento conocido por el documento EP 0 619 489 A1 se comprueba la profundidad hasta la que se extiende en un soporte una ranura radial que se encuentra en las proximidades del cordón de soldadura, con el que este soporte está soldado dentro del contenedor de presión del reactor con un cuerpo de control de maniobra. Para posibilitar la comprobación de una grieta radial de este tipo el cordón de soldadura, antes de la colocación de un casquillo de estanqueidad, será mecanizado en múltiples lugares para generar zonas de prueba planas, que constituye un reflector a 45° con respecto al eje longitudinal del soporte. La
65 comprobación tiene lugar, en este caso con ayuda de múltiples convertidores de ultrasonidos que están

dispuestos en dirección longitudinal del soporte, adyacentes entre sí. La señal de ultrasonidos, procedente de dichos convertidores de ultrasonidos, se extiende perpendicularmente al eje medio del soporte, siendo reflejada en 90° en la superficie reflectora aplicada en el cordón de soldadura, de manera que finalmente se propaga dentro del soporte en su dirección longitudinal.

5 La invención se propone el objetivo de dar a conocer un procedimiento con el cual resulta posible comprobar un cordón de soldadura en la superficie interna de un contenedor de presión de un reactor, con el que está soldado un soporte de instrumentos por su periferia externa en el contenedor de presión del reactor, cuyo soporte se introduce en el interior de dicho contenedor de presión del reactor, con elevada fiabilidad y sensibilidad de comprobación. Además, la invención se propone el objetivo de facilitar un dispositivo apropiado para la realización de dicho procedimiento.

10 Con respecto al procedimiento, el objetivo indicado se soluciona, según la invención, con un procedimiento que tiene las características de la reivindicación 1. En este procedimiento, se introduce en el soporte de instrumentos una sonda de prueba por ultrasonidos con la que se emite en el soporte de instrumentos, en la zona del cordón de soldadura, una señal de ultrasonidos y se recibe una señal de ultrasonidos reflejada.

15 La invención se basa en la consideración de que mediante la generación de una señal de ultrasonidos en el cordón de soldadura procedente de la cara interna del soporte de instrumentos, en base a las características geométricas simples que existen en la superficie interna del soporte de instrumentos, se puede detectar una grieta con una sensibilidad sensiblemente mejorada con respecto a los procedimientos conocidos en el estado de la técnica.

20 Además, se simplifican los medios necesarios para el guiado de la sonda de prueba por ultrasonidos, puesto que ésta puede ser conducida dentro del soporte de instrumentos sin problemas sobre la superficie interna en dirección periférica y en dirección axial mediante un movimiento de giro o bien un movimiento de translación axial, no debiendo ser guiada sobre una superficie compleja del cordón de soldadura.

25 Puesto que la comprobación del cordón de soldadura tiene lugar partiendo de la superficie interna del soporte de instrumentos, es además posible básicamente llevar a cabo la prueba sin que los elementos de combustible del contenedor de presión del reactor deban ser descargados.

30 Puesto que la señal de ultrasonidos enviada se propaga dentro del soporte de instrumentos, según un ángulo agudo, es decir, oblicuamente con respecto al eje medio, se pueden detectar con una sensibilidad más elevada fallos por grietas que discurren oblicuamente con respecto a dicho eje medio y que se encuentran en la zona de la superficie superior del cordón de soldadura.

35 Puesto que además de la generación de la señal de ultrasonidos se utiliza un dispositivo de conversión de ultrasonidos compuesto por múltiples elementos convertidores dispuestos en una dirección longitudinal de modo sucesivo, el cual está dispuesto con su eje longitudinal paralelo al eje medio y cuyos elementos convertidores serán controlados entre sí de forma retrasada en el tiempo para ajustar el ángulo con el que la señal de ultrasonidos se propaga dentro del soporte de instrumentos con respecto al eje medio, se consigue una capacidad de detección especialmente favorable de los fallos por grietas que discurren, con diferente inclinación, oblicuamente con respecto al eje medio.

40 Además, la señal de ultrasonidos puede ser enfocada mediante el correspondiente control con el retraso en el tiempo de los elementos convertidores de manera adicional a diferentes profundidades de foco. De esta manera se consigue una sensibilidad de la prueba especialmente elevada en esta profundidad de foco.

45 En una disposición ventajosa del procedimiento, la señal de ultrasonidos enviada se propaga dentro del soporte de instrumentos en un plano que discurre paralelamente y con cierta separación con respecto al eje medio del soporte de instrumentos. En otras palabras: la señal de ultrasonidos será enviada dentro del soporte de instrumentos en una dirección tal que la proyección de su dirección de propagación sobre un plano que discurre perpendicular al eje medio del soporte de instrumentos y a través del punto de entrada de la señal de ultrasonidos sobre la superficie interna, adopta un ángulo distinto de cero con respecto al punto de entrada del sonido, perpendicularmente a la normal de la superficie interna. Mediante estas medidas, se pueden detectar de manera especialmente satisfactoria las grietas que discurren de forma axial y también radial en el cordón de soldadura.

50 El procedimiento será llevado a cabo en especial con dispositivos convertidores de ultrasonidos que utilizan la técnica de eco-impulso.

55 Una evaluación adicionalmente mejorada de las señales de ultrasonidos reflejadas y recibidas es posible entonces cuando se utiliza un dispositivo de conversión de ultrasonidos que funciona por la técnica de envío-recepción, con un mínimo de dos dispositivos convertidores de ultrasonidos, que están especialmente separados entre sí y están

dispuestos de manera simétrica con respecto a un plano que contiene el eje medio. Con esta disposición se pueden detectar de modo especial grietas que discurren en la dirección periférica, de forma especialmente segura.

5 En otra disposición preferente de la invención, se utilizarán ondas transversales para la señal de ultrasonidos enviada. De esta manera, se mejora la capacidad de detección de grietas que discurren de forma radial y que se extienden de forma axial.

10 Con respecto al dispositivo, el objetivo se consigue mediante un dispositivo que presenta las características de la reivindicación 6, cuyas ventajas, igual que las ventajas de las reivindicaciones dependientes de la misma, se corresponden debidamente con las ventajas indicadas en las correspondientes reivindicaciones de procedimiento.

Para la explicación adicional de la invención, se hará referencia a ejemplos de realización de los dibujos, en los que se muestran:

15 Las figuras 1 y 3 respectivas secciones longitudinales parciales de un casquete de suelo de un contenedor de presión de un reactor, con un soporte de instrumentos soldado en la misma, con grietas orientadas de diferentes formas.

20 Las figuras 2 y 4 muestran las secciones transversales correspondientes a las figuras 1 y 3 a través del soporte de instrumentos en el que se ha reproducido el cordón de soldadura también según una vista en planta.

La figura 5 es una vista lateral de una sonda de pruebas, de acuerdo con la invención, con una sección longitudinal parcial.

25 La figura 6 es una sección transversal de la sonda de pruebas.

Las figuras 7 y 8 son respectivas formas de realización alternativas de la sonda de ultrasonidos, según la invención, de manera correspondiente en una sección transversal esquemática.

30 Según las figuras 1 y 2, en el casquete correspondiente al casquete de suelo del contenedor de presión del reactor 2, está dispuesto un soporte de instrumentos cilíndrico hueco 4 que conduce al interior del contenedor a presión del reactor 2. En su superficie superior interna, el contenedor 2 de presión del reactor está dotado de una soldadura de amortiguación 6 o recubrimiento por soldadura de Inconel o acero inoxidable. Sobre dicha superficie superior interna, y está soldado con un cordón de soldadura anular circundante 8 con utilización de un material de protección adicional de Inconel.

35 En el ejemplo que se ha mostrado, dicho cordón de soldadura 8 presenta grietas 10, que arrancan de la superficie superior libre del cordón de soldadura 8 cuya superficie presenta la estructura de una ranura hueca y que se extienden en el interior del cordón de soldadura 8 de forma oblicua al eje medio 12 del soporte de instrumentos 4. Estas grietas discurren en la superficie acercándose en dirección periférica y tienen la forma semielíptica, lo que se puede reconocer en la representación esquemática de la figura 2.

40 En el ejemplo de las figuras 3 y 4, se han mostrado grietas planas 14, que se prolongan igualmente de la superficie del cordón de soldadura y a diferencia de las grietas 10 mostradas en las figuras 1 y 2, están orientadas esencialmente de forma radial con respecto al eje medio 12.

45 De acuerdo con la figura 5, un dispositivo de acuerdo con la invención, comprende una sonda de pruebas por ultrasonidos 20, que puede ser introducida en el interior de un soporte de instrumentos 4 mostrado en la figura solamente por su pared interna con líneas de trazos y cuyo diámetro exterior es solamente algo más pequeño que el diámetro interno del soporte de instrumentos 4. La sonda de comprobación por ultrasonidos 20 comprende un cabezal de sonda 22 de forma cilíndrica que está montado mediante un fuelle 24 en una barra de avance o a un manguito de avance flexible 26, con el que puede ser conducido dentro del soporte de instrumentos 4 y avanzado hasta la altura del cordón de soldadura. Para el acoplamiento flexible entre la barra de avance 26 y el cabezal de la sonda 22 se puede prever, en vez de un fuelle 24, también una articulación tipo Cardan.

50 En el cabezal de la sonda 22, sobre un cuerpo de soporte, 28 está dispuesto un conjunto lineal de convertidores de ultrasonidos 30, de forma tal que su superficie emisora se encuentra en las proximidades de un plano que contiene el eje longitudinal 32 del cabezal de la sonda 22. El conjunto de convertidores de ultrasonidos de tipo lineal 30 está constituido por múltiples elementos convertidores dispuestos de manera sucesiva en dirección longitudinal y dispuesto con su dirección longitudinal paralela al eje longitudinal 32 del cabezal de la sonda 22.

60 El conjunto de convertidores de ultrasonidos 30 está incorporado en un cuerpo de avance semicilíndrico 34, de PMMA, cuya superficie alejada del convertidor de ultrasonidos 30 sirve simultáneamente como superficie de acoplamiento cilíndrica 36 que es aplicada a tope sobre la superficie superior interna del soporte de instrumentos 4.

Para conseguir un acoplamiento libre de juego en la mayor medida posible, se han dispuesto sobre la cara de cabezal de sonda 22 alejado de la superficie 36, múltiples elementos de soporte 38, en el ejemplo de realización, en número de cuatro, en forma de botones, dispuesto sobre resortes, que se apoyan sobre la superficie interna del soporte de instrumentos 4 y presionan la superficie 36 en la superficie interna del soporte de instrumentos 4 alejada de los elementos de soporte 38.

La sonda de pruebas por ultrasonidos 20 está conectada a un dispositivo de control y evaluación 40 mostrado en la figura solamente de forma esquemática, mediante el cual los elementos convertidores individuales pueden ser controlados con retraso en el tiempo, de forma tal que la señal de ultrasonidos S, enviada desde el convertidor de ultrasonidos 30, que consiste preferentemente en una onda transversal, se desplaza dentro de la sonda de pruebas por ultrasonidos 20 de forma oblicua a su eje longitudinal 32 y, por lo tanto, oblicuamente al eje medio 12 del soporte de instrumentos 4 que coincide prácticamente con aquél. La señal de ultrasonidos enviada S actúa entonces bajo un ángulo agudo α sobre la superficie interna del soporte de instrumentos 4 y será refractada a la salida del soporte de instrumentos 4 adicionalmente con respecto al eje longitudinal 32, de manera que se propaga bajo un ángulo agudo α' que es menor que el ángulo agudo α , en el soporte de instrumentos 4 con respecto al cordón de soldadura. De esta manera, se pueden detectar de manera segura grietas oblicuas 10 con respecto al eje longitudinal 32 o con respecto al eje medio 12 mediante un convertidor de ultrasonidos 30 que funciona según con un procedimiento de eco-impulso. En el ejemplo que se ha mostrado, el ángulo α' es determinado de forma tal que la señal de ultrasonidos enviada S sale perpendicularmente a una superficie límite constituida por la grieta 10 y resulta reflejada, de manera que en el proceso receptor será recibida por los elementos convertidores controlados con retraso con respecto al tiempo de manera correspondiente al proceso de emisión.

En la figura 6 se puede observar que el conjunto de convertidores de ultrasonidos 30 de tipo lineal orientado con su eje longitudinal perpendicular al plano del dibujo, está dispuesto además desplazado lateralmente con respecto al eje longitudinal 32 de la sonda de prueba por ultrasonidos 20, de manera que su eje emisor que se encuentra en el centro de gravedad de la superficie emisora para control sin retraso en el tiempo de todos los elementos convertidores, perpendicularmente al eje emisor que se encuentra en dicha superficie emisora, en la sonda de comprobación por ultrasonidos 20 introducida en el soporte de instrumentos 4, se encuentra desplazado con respecto al eje medio 12 que está desplazado solamente en una reducida magnitud con respecto al eje longitudinal 32 (no representado en la figura para mejor visibilidad) del soporte de instrumentos 4. La señal de ultrasonidos enviada S se propaga entonces dentro de la sonda de prueba por ultrasonidos 20 en un plano 42 que es paralelo al eje longitudinal 32 de la sonda de comprobación por ultrasonidos 20 y separado con respecto al mismo y, por lo tanto, también con respecto al eje medio 12 del soporte de instrumentos 4. Una señal de ultrasonidos S perpendicular a este eje longitudinal 32 en la dirección de dicho eje de envío (todos los elementos convertidores serán controlados simultáneamente) forma en el punto de salida A un ángulo β distinto de cero con respecto a la normal 44 a la superficie interna, de manera que en la entrada en el soporte de instrumentos 4 de esta normal 44, será refractado y se propagará con el ángulo $\beta' > \beta$ con respecto a dicha normal 44. En otras palabras: la señal de ultrasonidos S generada en el soporte de instrumentos 4 presenta una componente tangencial T a su periferia que en el ejemplo de realización mostrado está orientada contra el sentido de las agujas del reloj. Para la señal de ultrasonidos S que se propaga en el plano 42, oblicuamente con respecto al eje longitudinal 32, es decir, con una componente de dirección perpendicular al plano del dibujo, la disposición descentrada de los dispositivos convertidores de ultrasonidos 30 tiene como consecuencia, de modo correspondiente, que la proyección de la dirección de propagación de la señal de ultrasonidos enviada S con respecto a un plano perpendicular al eje medio 12 del soporte de instrumentos 4 y que pasa por el punto de salida A de la señal de ultrasonidos a la superficie interna, forma un ángulo β distinto de cero con respecto a la normal 44 perpendicular en el punto de salida A a la superficie interna.

En el ejemplo de realización de la figura 7 hay dos conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 que pueden funcionar tanto en el sistema de funcionamiento de eco-impulsos, como también con el sistema de funcionamiento emisor-receptor, en el que uno de los conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 envía una señal de ultrasonidos S y el otro de los conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 recibe una señal de ultrasonidos reflejada R. Los conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 son simétricos con respecto a un plano 50 que contiene el eje longitudinal 32 y que es perpendicular al plano del dibujo en un plano conjunto 52 que contiene de manera correspondiente el eje longitudinal 32, es decir, dispuestos con superficies emisoras que discurren paralelas entre sí en dicho plano 52, de manera que generan señales de ultrasonidos S en el soporte de instrumentos 4, cuyas direcciones de propagación presentan en el soporte de instrumentos componente tangenciales T a su periferia, que están orientadas en sentido contrario entre sí, es decir, en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las mismas, con esta disposición se pueden someter a ultrasonidos grietas con direcciones contrarias, en el sistema eco-impulso. De esta manera, aumenta la probabilidad de que se puedan detectar las grietas. Cuando los conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 son accionados en el sistema emisor-receptor, se pueden detectar particularmente bien grietas que están orientadas en dirección periférica en el soporte de instrumentos.

En el ejemplo de realización, según la figura 8, los conjuntos de convertidores de ultrasonidos 30 están dispuestos de manera correspondiente simétricos con respecto a un plano 50 que contiene el eje longitudinal 32, pero con

5 inclinación uno con respecto al otro para posibilitar de esta manera, en funcionamiento emisor-receptor, un ajuste adicional de las condiciones de propagación a la separación de una grieta que discurre en la dirección de la periferia desde la superficie interior del soporte de instrumentos. Para la inclinación mostrada de manera exagerada en la figura, en la que las superficies emisoras están dirigidas una hacia la otra, se pueden detectar grietas que se encuentran más próximas a la superficie interna.

Lista de designaciones

	2	Recipiente de presión del reactor
10	4	Soporte de instrumentos
	6	Soldadura amortiguadora
	8	Cordón de soldadura
	10, 14	Grietas
	12	Eje medio
15	20	Sonda de prueba por ultrasonidos
	22	Cabezal de la sonda
	24	Fuelle resorte
	26	Barra de avance
	28	Soporte
20	30	Conjunto de convertidores de ultrasonidos
	32	Eje longitudinal
	34	Cuerpo
	36	Superficie de acoplamiento
	38	Elemento de soporte
25	40	Dispositivo de control y evaluación
	42	Plano
	44	Normal
	50, 52	Plano
30	A	Punto de salida
	S, R	Señal de ultrasonidos enviada, reflejada
	T	Componente tangencial
35	α, β	Ángulo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la comprobación de un cordón de soldadura (8), situado sobre la superficie interna del contenedor de presión (2) de un reactor, con el que un soporte de instrumentos (4), guiado hacia el interior de dicho contenedor de presión (2) del reactor está soldado al contenedor de presión (2) del reactor en su periferia externa, de manera que una sonda de prueba por ultrasonidos (20) es introducida dentro del soporte de instrumentos (4) con el que se transmite una señal de ultrasonidos (S) hacia dentro del soporte de instrumentos (4) en la zona del cordón de soldadura (8) y una señal de ultrasonidos reflejada (R) es recibida, de manera que la señal de ultrasonidos transmitida (S) dentro del soporte de instrumentos (4) se propaga según un ángulo oblicuo (α') con respecto al eje medio (12) del soporte de instrumentos (4) y es producida, como mínimo, por un conjunto de convertidores de ultrasonidos lineal (30), constituido a base de una serie de elementos convertidores dispuestos alineados entre sí en dirección longitudinal, que está dispuesto con su dirección longitudinal paralela al eje medio (12) y cuyos elementos convertidores son activados con retraso en el tiempo entre sí para ajustar el ángulo oblicuo (α').
- 10 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la señal de ultrasonidos transmitida (S), dentro del soporte de instrumentos (4) se propaga en un plano que es paralelo y se encuentra a una cierta distancia del eje medio (12) del soporte de instrumentos (4).
- 15 3. Procedimiento, según la reivindicación 1 ó 2, en el que, como mínimo, un conjunto de convertidores de ultrasonidos (30) funciona con la técnica eco-impulso.
- 20 4. Procedimiento, según la reivindicación 2 ó 3, en el que se utiliza un conjunto de convertidores de ultrasonidos en la técnica de transmisión-recepción conteniendo, como mínimo, dos conjuntos de convertidores de ultrasonidos (30) que están dispuestos espacialmente a una distancia uno de otro y simétricos con respecto a un plano (50) que contiene el eje medio (12).
- 25 5. Procedimiento, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se utilizan ondas transversales para la señal ultrasónica transmitida (S).
- 30 6. Dispositivo para la comprobación de un cordón de soldadura (8) situado en la superficie interna del contenedor de presión del contenedor de presión (2) de un reactor, con el que un soporte de instrumentos (4), guiado hacia el interior del contenedor de presión (2) del reactor es soldado al contenedor de presión (2) del reactor en su circunferencia externa, poseyendo un dispositivo de control y evaluación (40) y una sonda de comprobación por ultrasonidos (20) que pueden ser introducidos en el soporte de instrumentos (4), teniendo, como mínimo, un conjunto de convertidores de ultrasonidos lineal (30) que está constituido a base de una serie de elementos convertidores dispuestos uno en prolongación del otro en dirección longitudinal, caracterizado porque el conjunto de convertidores de ultrasonidos (30) está conectado al dispositivo de control y evaluación (40) para activación con retraso en el tiempo de los elementos convertidores y está dispuesto con su dirección longitudinal paralela y desplazada con respecto a un eje longitudinal (32) de la sonda de comprobación por ultrasonidos (20), de manera tal que durante la activación con retraso en el tiempo de todos los elementos convertidores del conjunto de convertidores de ultrasonidos (30), se dispone un eje de transmisión vertical perpendicularmente a una superficie de transmisión del conjunto de convertidores de ultrasonidos (30) a una cierta distancia de dicho eje longitudinal (32).
- 35 40 7. Dispositivo, según la reivindicación 6, en el que, como mínimo, se disponen dos conjuntos de convertidores de ultrasonidos (30) que están dispuestos espacialmente a una cierta distancia uno de otro y simétricos con respecto a un plano (50) que contiene el eje longitudinal (32) de la sonda de prueba por ultrasonidos (20), de los que, como mínimo, uno puede funcionar como transmisor y el otro, como mínimo, como receptor.
- 45 8. Dispositivo, según la reivindicación 6 ó 7, en el que la sonda de comprobación por ultrasonidos (20) tiene una superficie de acoplamiento cilíndrica (36), en el que, como mínimo, se dispone un elemento de soporte (38) que recibe la acción de resortes, en un lado de la sonda de comprobación por ultrasonidos (20), que está alejado de la superficie de acoplamiento (36), que se apoya cuando la sonda de comprobación por ultrasonidos (20) es introducida en la superficie interna del soporte de instrumentos (4) y que presiona la superficie de acoplamiento (36) contra la superficie interna.
- 50 55 9. Dispositivo, según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el dispositivo o dispositivos convertidores de ultrasonidos (30) producen ondas transversales.

