

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 615 896**

51 Int. Cl.:

**G01N 29/24** (2006.01)

**G01N 29/26** (2006.01)

**G01N 29/265** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2011 PCT/FR2011/052259**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO2012049393**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2011 E 11773801 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2628000**

54 Título: **Dispositivo de sondeo por ultrasonidos, procedimiento de control de transductores de una sonda de ultrasonidos y programa de ordenador correspondiente**

30 Prioridad:

**11.10.2010 FR 1058242**

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

**08.06.2017**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CASULA, OLIVIER y  
BEY, SÉBASTIEN**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 615 896 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**

**Dispositivo de sondeo por ultrasonidos, procedimiento de control de transductores de una sonda de ultrasonidos y programa de ordenador correspondiente**

5

La presente invención se refiere a un dispositivo de sondeo por ultrasonidos, a un procedimiento de control de transductores de una sonda de ultrasonidos y a un programa de ordenador correspondiente.

10

La invención es aplicable en concreto al campo de las imágenes médicas y al control no destructivo de piezas mecánicas, en particular de piezas que tienen una forma compleja.

La siguiente terminología se utilizará más adelante en la descripción y en las reivindicaciones.

15

Una onda ultrasónica, o ultrasonido, es una onda mecánica de frecuencias superiores a 20.000 hertzios que se propaga en un medio sólido, líquido o gaseoso.

20

La expresión "posición u orientación de un elemento X con respecto a un elemento Y" significa "posición u orientación de un marco de referencia asociado al elemento X con respecto a un marco de referencia asociado al elemento Y".

25

La patente francesa publicada bajo el número FR 2 786 651 describe un dispositivo de sondeo por ultrasonidos que incluye una carcasa, medios de localización diseñados para proporcionar una posición  $P_{B/O}$  de la carcasa con respecto a un marco de referencia asociado al objeto a sondear, medios de determinación de una ley de retardos a partir de parámetros de focalización, designados  $P_{F/B}$ , que representan una posición deseada de un punto focal con respecto a un marco de referencia asociado a la carcasa, medios de control diseñados para proporcionar señales de control a partir de la ley de retardos, y transductores unidos a la carcasa y diseñados para recibir las señales de control y, en respuesta, emitir en el objeto ondas ultrasónicas retardadas unas con respecto a otras de acuerdo con la ley de retardos de tal modo que se focalizan en un punto focal definido por los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ .

30

En dicho documento, los transductores están unidos a la carcasa de forma móvil para poder adaptarse a la geometría de la superficie del objeto a sondear. Por lo tanto, están previstos medios para determinar las posiciones de los transductores en cada instante y para suministrar estas posiciones a los medios de determinación de la ley de retardos. De este modo, los medios de determinación de la ley de retardos pueden tener en cuenta posiciones de los transductores móviles para corregir la ley de retardos que aplican y conservar la posición deseada del punto focal con respecto a la carcasa.

35

Pero esta flexibilidad tiene sus límites, ya que está prevista una posición única deseada del punto focal con respecto a la carcasa, predeterminada para toda la duración del sondeo del objeto e integrada directamente en las fórmulas aplicadas por los medios de determinación de la ley de retardos.

40

Por lo tanto, puede ser deseable prever un dispositivo de sondeo de ultrasonidos que permita presentar una mayor flexibilidad en su utilización, en concreto que permita por ejemplo trayectos complejos del punto focal durante el sondeo del objeto.

45

Por consiguiente, la invención tiene por objeto un dispositivo de sondeo de ultrasonidos según la reivindicación 1.

50

La invención también tiene por objeto un procedimiento de control de transductores de una sonda de ultrasonidos según la reivindicación 9.

Asimismo, la invención tiene por objeto un programa de ordenador según la reivindicación 10.

55

La invención se entenderá mejor con ayuda de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60

- la figura 1 representa esquemáticamente la estructura general de un dispositivo de sondeo de un objeto que incluye una sonda de ultrasonidos, según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 ilustra las etapas sucesivas de un procedimiento de sondeo puesto en práctica con ayuda del dispositivo de la figura 1;
- la figura 3 ilustra un trayecto de la sonda de la figura 1 sobre el objeto a sondear, así como el desplazamiento de un punto focal de la sonda en el objeto;
- la figura 4 representa esquemáticamente la estructura general de un dispositivo de sondeo de un objeto que incluye una sonda de ultrasonidos, según un segundo modo de realización de la invención;

- la figura 5 ilustra las etapas sucesivas de un procedimiento de sondeo puesto en práctica con ayuda del dispositivo de la figura 4;
- la figura 6 ilustra un trayecto de la sonda de la figura 4 sobre el objeto a sondear, así como el desplazamiento de un punto focal de la sonda en el objeto;
- 5 - la figura 7 representa esquemáticamente la estructura general de un dispositivo de sondeo de un objeto que incluye una sonda de ultrasonidos, según un tercer modo de realización de la invención; y
- la figura 8 ilustra un trayecto de la sonda de la figura 7 sobre el objeto a sondear, así como el desplazamiento de un punto focal de la sonda en el objeto.

10 Con referencia a la figura 1, un dispositivo de sondeo 100 de un objeto 102 según un primer modo de realización de la invención incluye un brazo 104, que en el ejemplo descrito está articulado, una sonda de ultrasonidos 106 fijada al brazo articulado 104 y medios 108 de control del brazo articulado 104, diseñados para controlarlo con el fin de que desplace la sonda 106 sobre una superficie del objeto 102. Los medios 108 de control del brazo articulado se basan generalmente en un trayecto deseado predefinido de la sonda 106 con respecto al objeto 102.

15 El objeto 102 consiste por ejemplo en una pieza mecánica que se desea examinar mediante control no destructivo o, en un contexto médico, una parte del cuerpo humano que se desea controlar de forma no invasiva.

20 Además, el dispositivo de sondeo 100 incluye un circuito electrónico 112, por ejemplo el de un ordenador. Este circuito electrónico 112 está conectado con la sonda 106. Presenta una unidad central de procesamiento 114, tal como un microprocesador, y una memoria 116 en la que está almacenado un programa de ordenador 118 del control de la sonda 106 y un programa de ordenador 119 de procesamiento de señales. Estos programas 118 y 119 incluyen instrucciones destinadas a ser ejecutadas por la unidad central de procesamiento 114 para realizar las funciones definidas por dichas instrucciones.

25 La sonda 106 incluye en primer lugar una carcasa 110, es decir, un elemento de estructura indeformable que sirve como marco de referencia para la sonda 106.

30 La sonda 106 incluye además unos transductores  $120_1 \dots 120_N$  unidos a la carcasa 110 y diseñados para emitir ondas ultrasónicas en el objeto 102 en respuesta a señales de control C proporcionadas por el circuito electrónico 112. Los transductores  $120_1 \dots 120_N$  están además diseñados para detectar ecos de ondas ultrasónicas que se reflejan en el objeto 102 y para proporcionar señales de medición M correspondientes a dichos ecos, siendo transmitidas después estas señales de medición al circuito electrónico 112. En concreto, es la unidad central de procesamiento 114 la que está diseñada para emitir hacia la sonda 106 las señales de control C y para recibir de la sonda 106 las señales de medición M.

35 En la sonda 106 de la figura 1, los transductores  $120_1 \dots 120_N$  están unidos a la carcasa 110 de forma móvil, de modo que se pueden adaptar a la superficie del objeto 102 sobre la que se desplazan, incluso cuando esta última no es plana, tal como se ilustra en la figura 1.

40 Además, el dispositivo de sondeo 100 incluye medios 122 de localización de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  diseñados para determinar las posiciones de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  con respecto a la carcasa 110, designándose estas posiciones  $P_{V/B}$ .

45 En el dispositivo de sondeo 100 de la figura 1, los medios 122 de localización de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  incluyen unos emisores  $124_1 \dots 124_N$  diseñados para emitir ondas, por ejemplo electromagnéticas. Cada emisor  $124_1 \dots 124_N$  está fijado a un transductor  $120_1 \dots 120_N$  respectivo. Los medios 122 de localización de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  incluyen además unos receptores 126 fijados en la carcasa 110 y diseñados para detectar las ondas emitidas por los emisores  $124_1 \dots 124_N$ . Los medios 122 de localización de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  también incluyen instrucciones 128 del programa de control 118 para determinar las posiciones  $P_{V/B}$  de los transductores  $120_1 \dots 120_N$  a partir de las detecciones de los receptores 126, por ejemplo por triangulación. Los medios de localización 122 corresponden por ejemplo a los descritos detalladamente en la patente FR 2 786 651.

50 Alternativamente se podrían utilizar otros medios de localización de transductores, por ejemplo los que también están previstos en la patente FR 2 786 651.

55 60 El dispositivo de sondeo 100 incluye además medios 130 de localización de la carcasa 110 diseñados para proporcionar una posición de la carcasa 110 con respecto al objeto 102, designada  $P_{B/O}$ . En el dispositivo de sondeo 100 de la figura 1, los medios de localización 130 incluyen un sensor de posición fijado a la carcasa 110 y diseñado para determinar la posición real de la carcasa 110 con respecto al objeto 102. De acuerdo con una variante en la que el dispositivo de sondeo 100 incluye un mango (no representado) fijado a la

carcasa 110 en lugar del brazo articulado 104 o en el extremo de éste, el sensor 130 puede estar fijado en el mango.

5 Alternativamente, los medios 130 de localización de la carcasa 110 podrían consistir en una base de datos en la que estuviera almacenado el trayecto deseado de la carcasa 110 con respecto al objeto 102, por ejemplo el trayecto utilizado por los medios 108 de control del brazo articulado 104. En este caso, la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 sería la posición deseada de la carcasa 110.

10 El dispositivo de sondeo 100 incluye además medios 132 de actualización de parámetros de focalización, designados  $P_{F/B}$ , que representan una posición deseada de un punto focal F con respecto a la carcasa 110. Los medios de actualización 132 están diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  a partir, por un lado, de asociaciones predefinidas entre posiciones en el trayecto deseado de la carcasa 110 y valores correspondientes de los parámetros de focalización, y, por otro lado, de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110.

15 En el dispositivo de sondeo de la figura 1, el trayecto deseado incluye segmentos lineales de trayecto  $S^{(i)}$ , por ejemplo dispuestos uno tras otro, y las asociaciones predefinidas asocian valores de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  de los parámetros de focalización respectivamente con cada segmento de trayecto  $S^{(i)}$ .

20 Con este fin, los medios de actualización 132 incluyen en primer lugar una base de datos 134 que está almacenada en la memoria 116 e incluye las asociaciones predefinidas. Además, los medios de actualización 132 incluyen instrucciones, denominadas instrucciones de selección 136, para proporcionar un valor de los parámetros de focalización asociada, mediante las asociaciones definidas, al menos a una posición del trayecto deseado, a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110.

25 Más concretamente, en el dispositivo de sondeo de la figura 1, las instrucciones de selección 136 están concebidas, por un lado, para seleccionar en la base de datos 134 uno de los segmentos del trayecto deseado  $S^{(i)}$  a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 y, por otro lado, para proporcionar el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  asociado al segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado. Con este fin, las instrucciones de selección 136 están concebidas, por un lado, para determinar si la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 se encuentra dentro de un ámbito de incertidumbre alrededor de uno de los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$ , es decir, cerca de dicho segmento de trayecto  $S^{(i)}$  de acuerdo con una regla de proximidad predefinida, y, por otro lado, para seleccionar este segmento de trayecto  $S^{(i)}$  y proporcionar el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  asociado.

35 Además, los medios de actualización 132 están diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  a partir del valor de los parámetros de focalización proporcionado por los medios de selección 136. Siempre en el dispositivo de sondeo 100 de la figura 1, los medios de actualización 132 están por lo tanto diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  con el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  proporcionado por los medios de selección 136.

40 El programa 118 incluye además instrucciones 138 de determinación de una ley de retardos R a partir de, por un lado, los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  proporcionados por los medios de actualización 132 y, por otro lado, las posiciones de los transductores con respecto a la carcasa  $P_{V/B}$ .

45 En el dispositivo de sondeo 100 de la figura 1, las instrucciones 138 de determinación de la ley de retardos incluyen en primer lugar instrucciones 140 para determinar las posiciones, designadas  $P_{V/O}$ , de los transductores con respecto al objeto 102 a partir de las posiciones  $P_{V/B}$  de los transductores con respecto a la carcasa 110 y de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 con respecto al objeto 102: se trata de un simple cambio de punto de referencia. Las instrucciones 138 de determinación de la ley de retardos R incluyen además instrucciones 142 para determinar parámetros de focalización, designados  $P_{F/O}$ , con respecto al objeto 102 (los parámetros de focalización  $P_{F/O}$  representan por lo tanto la posición deseada del punto focal F con respecto al objeto 102) a partir de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  y de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110. Por lo tanto, esta operación constituye igualmente un simple cambio de punto de referencia tal como es sabido en sí. Las instrucciones 138 de determinación de la ley de retardos R incluyen además instrucciones 55 144 para determinar la ley de retardos R a partir de los parámetros de focalización  $P_{B/O}$  con respecto al objeto 102 y de las posiciones  $P_{V/O}$  de los transductores  $120_1...120_N$  con respecto al objeto 102. Esta operación incluye en particular el cálculo de los trayectos entre los transductores  $120_1...120_N$  y la posición deseada del punto focal F, tal como es sabido en sí.

60 Por último, el programa 118 incluye instrucciones de control 146 para determinar las señales de control C destinadas a los transductores  $120_1...120_N$  a partir de la ley de retardos R. Más concretamente, las instrucciones 146 están concebidas para que las señales de control C presenten retardos unas con respecto a las otras definidos por la ley de retardos R. De este modo, gracias a estos retardos en las señales de control C, las ondas ultrasónicas se pueden focalizar en el punto focal F situado del modo deseado.

65

A continuación se describe un procedimiento de sondeo 200 del objeto 102 aplicando el dispositivo de sondeo 100, con referencia a la figura 2.

5 Durante una etapa 202, un operador configura los medios de control 108 del brazo articulado 104 para que éste pueda desplazar la sonda 106 de acuerdo con el trayecto deseado, al contacto con el objeto 102.

10 Durante una etapa 204, el operador define las asociaciones entre posiciones del trayecto deseado de la carcasa 110 y valores correspondientes de los parámetros de focalización. En el ejemplo descrito, el operador almacena en la base de datos 134 las asociaciones entre los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  del trayecto deseado y los valores de referencia  $P_{ref}^{(i)}{}_{F/B}$  de los parámetros de focalización.

15 Se ha de señalar que las etapas 202 y 204 se realizan preferentemente antes de que el dispositivo de sondeo 100 comience el sondeo propiamente dicho del objeto 102. Después, la sonda 106 se desplaza con respecto al objeto 102.

Durante una etapa 206, los medios de localización 130 determinan la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110.

20 Durante una etapa 208, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando el programa de control 118, recibe la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 de los medios de localización 130.

25 Durante una etapa 210, los medios de actualización 132 actualizan los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110. Más concretamente, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 136, proporciona, a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110, un valor de los parámetros de focalización asociado, mediante las asociaciones predefinidas, con al menos una posición del trayecto deseado. Los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  se actualizan con este valor. En el ejemplo descrito, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones de selección 136, selecciona en la base de datos 134 uno de los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110, y proporciona el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}{}_{F/B}$  asociado al mismo en la base de datos 134.

30 Durante una etapa 212, los medios 122 de localización de los transductores  $120_1...120_N$  determinan las posiciones  $P_{t/B}$  de los transductores  $120_1...120_N$ . Más concretamente, esta etapa 212 incluye las siguientes etapas 214 a 220.

35 Durante una etapa 214, los emisores  $124_1...124_N$  emiten ondas de localización.

Durante una etapa 216, los receptores 126 detectan las ondas de localización.

40 Durante una etapa 218, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando el programa 118, recibe las detecciones de los receptores 126.

Durante una etapa 220, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 128, determina las posiciones  $P_{t/B}$  de los transductores  $120_1...120_N$  a partir de las detecciones de los receptores 126.

45 Durante una etapa 222, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 138, determina la ley de retardos  $R$  a partir de, por un lado, los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  actualizados por los medios de actualización 132 y, por otro lado, las posiciones  $P_{t/B}$  de los transductores  $120_1...120_N$ . Más concretamente, la etapa 222 incluye las siguientes etapas 224 a 228.

50 Durante una etapa 224, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 140, determina las posiciones  $P_{t/O}$  de los transductores  $120_1...120_N$  con respecto al objeto 102 a partir de las posiciones  $P_{t/B}$  de los transductores  $120_1...120_N$  y de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110.

55 Durante una etapa 226, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 142, determina parámetros de focalización  $P_{F/O}$  con respecto al objeto 102 a partir de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  y de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110.

60 Durante una etapa 228, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 144, determina la ley de retardos  $R$  a partir de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  con respecto al objeto 102 y de las posiciones  $P_{t/O}$  de los transductores  $120_1...120_N$  con respecto al objeto 102.

Durante una etapa 230, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 146, hace que el circuito electrónico 112 proporcione a los transductores  $120_1...120_N$  señales de control  $C$  que presentan, unos con respecto a otros, retardos definidos por la ley de retardos  $R$ .

Durante una etapa 232, los transductores  $120_1 \dots 120_N$ , en respuesta a las señales de control C, emiten ondas ultrasónicas en el objeto 102, que se focalizan en un punto focal F que tiene la posición deseada con respecto a la carcasa 110, gracias a los retardos de las señales de control C entre sí.

5 Durante una etapa 234, los transductores  $120_1 \dots 120_N$  reciben los ecos de las ondas ultrasónicas que se han reflejado sobre el objeto 102 y en el mismo, y proporcionan al programa de procesamiento 119 las señales de medición M correspondientes.

Después, el procedimiento 200 vuelve a las etapas 206 y 212.

10

Paralelamente a las etapas 206 a 212, o a continuación de las mismas, una vez que la sonda 106 ha realizado el trayecto previsto, durante una etapa 236 la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones del programa de procesamiento 119, procesa las señales de medición M, por ejemplo con el fin de detectar defectos de estructura en el objeto 102, mostrando los resultados del procesamiento en una pantalla.

15

A continuación se describe un ejemplo de utilización del dispositivo 100 con referencia a la figura 3.

20

El objeto 102 incluye una cara que presenta, en el plano de la figura 3, dos partes horizontales 302, 304 y una parte oblicua 306 que conecta las dos partes horizontales 302, 304.

El trayecto deseado para la sonda, que corresponde a la forma conocida de la cara del objeto 102, incluye cinco segmentos de trayecto  $S^{(1)} \dots S^{(5)}$ , cada uno asociado a un valor de referencia  $P^{(1)}_{F/B} \dots P^{(5)}_{F/B}$  respectivo de parámetros de focalización. Estas asociaciones están almacenadas en la base de datos 134.

25

El primer segmento de trayecto  $S^{(1)}$  cubre la primera parte horizontal 302, de modo que el punto focal F se desplaza paralelamente a dicha parte horizontal 302, a una profundidad de la parte horizontal 302 definida por el primer valor de referencia  $P^{(1)}_{F/B}$  asociado al primer segmento de trayecto  $S^{(1)}$ .

30

Los tres segmentos de trayecto siguientes  $S^{(2)} \dots S^{(4)}$  cubren la parte oblicua 306. El punto focal F se desplaza paralelamente a la parte oblicua 306, pero siendo llevado, al comienzo de cada segmento de trayecto  $S^{(2)} \dots S^{(4)}$ , en la continuidad de su desplazamiento para la primera parte recta. Esto se obtiene eligiendo valores de referencia  $P^{(2)}_{F/B} \dots P^{(4)}_{F/B}$  que definan posiciones del punto focal F en profundidades crecientes y con un ángulo adaptado a la parte oblicua 306.

35

El quinto segmento de trayecto  $S^{(5)}$  cubre la segunda parte recta 304. El punto focal F se desplaza paralelamente a esta parte horizontal 304, a una profundidad de la parte horizontal 304 definida por el quinto valor de referencia  $P^{(5)}_{F/B}$ , de modo que el punto focal F se desplaza en la continuidad de su desplazamiento para la primera parte horizontal 302.

40

Por lo tanto, el punto focal F se desplaza de forma relativamente lineal cuando la sonda 106 se desplaza sobre la cara del objeto 102, a pesar de que la superficie del objeto 102 no sea una línea únicamente horizontal. De acuerdo con este modo de realización se entiende que se mejora la linealidad del desplazamiento del punto focal F en el objeto 102 aumentando el número de segmentos asociados a parámetros de focalización en las partes del trayecto deseado que no son paralelas al desplazamiento deseado del punto focal F. En particular, en el ejemplo de la figura 3, cuanto mayor sea el número de segmentos que cubren la parte oblicua 306 (en este caso tres), más próximo al trayecto rectilíneo horizontal idealmente deseado será el trayecto efectivamente seguido por el punto focal F en el objeto 102.

45

50

Con referencia a la figura 4, un dispositivo de sondeo 400 según un segundo modo de realización de la invención incluye los mismos elementos que el dispositivo de la figura 1, para los cuales se emplean las mismas referencias, excepto para los elementos que se describen más abajo. De acuerdo con este segundo modo de realización, el dispositivo de sondeo 400 está diseñado para tener en cuenta una desviación entre una posición y/o una orientación real de la carcasa 110, por un lado, y una posición y/o una orientación deseada en el trayecto deseado, por otro lado, en la actualización de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ .

55

Por lo tanto, en el dispositivo de sondeo 400 de la figura 4, los medios de localización 130 no solo están diseñados para proporcionar una posición  $P_{B/O}$  de la carcasa con respecto al objeto 102, sino que también están diseñados para proporcionar una orientación  $O_{B/O}$  de la carcasa 110 con respecto al objeto 102.

60

Además, los medios de actualización 132 también incluyen la base de datos 134, pero en este caso esta última incluye además informaciones de movimiento deseado, designadas IM, que definen un movimiento deseado de la carcasa 110 con respecto al objeto 102. Las informaciones de movimiento deseado IM incluyen en particular informaciones de trayecto deseado que definen el trayecto deseado de la carcasa 110 con respecto al objeto 102, e informaciones de orientación deseada que definen la orientación deseada de la

65

carcasa 110 con respecto al objeto 102 a lo largo del trayecto deseado. En el dispositivo de la figura 4, las informaciones de trayecto deseado incluyen los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  de las asociaciones predefinidas.

5 Las instrucciones de selección 136 incluyen además instrucciones 402, denominadas instrucciones de reajuste 402, para determinar una posición reajustada de la carcasa 110 con respecto al objeto 102 en el trayecto deseado, siendo designada esta posición reajustada como  $P_{B/O}$ . La posición reajustada  $P_{B/O}$  se determina a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110, proporcionada por los medios de localización 130, y de informaciones de trayecto deseado de la base de datos 134. Por ejemplo, la posición reajustada es el punto del trayecto deseado más cercano a la posición de la carcasa con respecto al objeto  $P_{B/O}$ . Las instrucciones de reajuste 402 están concebidas además para determinar una orientación reajustada, designada  $O_{B/O}$ , de la carcasa 110 con respecto a la orientación deseada de la carcasa 110, a partir de la orientación  $O_{B/O}$  de la carcasa 110 y de las informaciones de orientación deseada de la base de datos 134.

15 En el dispositivo de sondeo 400 de la figura 4, las instrucciones de selección 136 incluyen además instrucciones, denominadas instrucciones de selección 404, para seleccionar uno de los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  a partir de la posición no reajustada  $P_{B/O}$  y de las informaciones de trayecto deseado de la base de datos 134. Además, las instrucciones de selección 136 están concebidas para proporcionar el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  asociado al segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado.

20 Los medios de actualización 132 incluyen además instrucciones del programa de control 118, denominadas instrucciones de determinación de desviación 406, para determinar la desviación de posición  $P_{B/B}$  entre la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 y la posición reajustada  $P_{B/O}$  de la carcasa 110, así como la desviación de orientación, designada  $O_{B/B}$ , entre la orientación  $O_{B/O}$  de la carcasa 110 y su orientación reajustada  $O_{B/O}$ .

25 Los medios de actualización 132 incluyen además instrucciones del programa de control 118, denominadas instrucciones de corrección 408, para corregir el valor de los parámetros de focalización proporcionado por las instrucciones de selección 136 a partir de la desviación de posición  $P_{B/B}$  y la desviación de orientación  $O_{B/B}$ . En el ejemplo descrito, el valor de los parámetros de focalización proporcionado por las instrucciones de selección 136 es, como se ha explicado anteriormente, uno de los valores de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  de la base de datos 134.

Por lo tanto, los medios de actualización 132 están diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  con el valor de los parámetros de focalización corregido por las instrucciones de corrección 408.

35 Los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  actualizados de este modo permiten posicionar el punto focal F en el mismo lugar que si la carcasa 110 estuviera en su posición deseada y su orientación deseada.

40 Con referencia a la figura 5, un procedimiento de sondeo 500 del objeto 102 mediante la aplicación del dispositivo de sondeo 400 incluye las mismas etapas que el procedimiento 200 de la figura 2, excepto para la etapa 210, que en este caso incluye las siguientes etapas para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  en función de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 y de su orientación  $O_{B/O}$ .

45 Durante una etapa 502, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 402, determina la posición reajustada  $P_{B/O}$  y la orientación reajustada  $O_{B/O}$  de la carcasa 110, a partir de las informaciones de movimiento deseado IM de la base de datos 134, de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 y de su orientación  $O_{B/O}$ .

50 Durante una etapa 504, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 404, selecciona en la base de datos 134 un segmento de trayecto  $S^{(i)}$  a partir de la posición no reajustada  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 y proporciona el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  de los parámetros de focalización asociado a este segmento de trayecto  $S^{(i)}$ .

55 Paralelamente a la etapa 504, durante una etapa 506, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 406, determina la desviación de posición  $P_{B/B}$  y la desviación de orientación  $O_{B/B}$ .

Durante una etapa 506, la unidad central de procesamiento 114, ejecutando las instrucciones 408, corrige el valor de referencia de los parámetros de focalización a partir de las desviaciones de posición  $P_{B/B}$  y de orientación  $O_{B/B}$ . Este valor corregido constituye entonces los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  actualizados.

60 A continuación se describe un ejemplo similar al de la figura 3, con referencia a la figura 6, con el fin de ilustrar la corrección de un error de posicionamiento. Los especialistas podrán adaptar fácilmente este ejemplo a una corrección de orientación.

65 La sonda 106 está destinada a seguir el trayecto deseado formado por los cinco segmentos de trayecto  $S^{(1)}...S^{(5)}$  (estando representado el trayecto  $S^{(5)}$  con línea discontinua mixta en esta figura). En la parte 304 del

objeto 102, la sonda 106 se ha desviado del trayecto deseado en una magnitud de desviación representada por  $P_{B/B}$  teniendo en cuenta el hecho de que la cara real del objeto 102 sobre la que se desplaza no corresponde exactamente al trayecto deseado almacenado en la base de datos 134.

5 Esta desviación se puede deber al hecho de que las piezas admiten tolerancias de mecanizado que pueden ser superiores a las precisiones necesarias para el sondeo o a un error de posicionamiento de la pieza. Además, la sonda 106 puede no seguir exactamente la superficie deseada. Si no se realizara ninguna corrección, estas desviaciones se traducirían en una focalización errónea del haz de ondas ultrasónicas en la zona deseada, ya que los retardos calculados no estarían adaptados a los puntos focales deseados.

10 Sin embargo, en la presente invención, gracias a la corrección de desviación prevista en las instrucciones 138, el punto focal F no resulta afectado por el error de posicionamiento de la sonda 106. Esta solución de corrección sustituye ventajosamente a una corrección mecánica, por ejemplo en el brazo articulado 104.

15 Con referencia a la figura 7, un dispositivo de sondeo 700 de acuerdo con un tercer modo de realización de la invención incluye los mismos elementos que el dispositivo de la figura 4, para los que se utilizan las mismas referencias, excepto para los elementos que se describen más abajo. Como en el segundo modo de realización, el dispositivo de sondeo 700 está diseñado para tener en cuenta una desviación entre una posición y/o una orientación real de la carcasa 110, por un lado, y una posición y/o una orientación deseada en el trayecto deseado, por otro lado, en la actualización de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ . En cambio, al contrario que en el primer y segundo modo de realización, los segmentos de trayecto deseado  $S^{(i)}$  no están asociados directamente con parámetros de focalización  $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$  ya calculados, sino con parámetros de una operación de reajuste que da, mediante cálculo, un valor de los parámetros de focalización a partir de cada posición en el trayecto deseado. De acuerdo con este modo de realización se entiende que se mejora la precisión del desplazamiento del punto focal F en el objeto 102 sin necesidad de aumentar el número de segmentos  $S^{(i)}$  en las partes del trayecto deseado que no son paralelas al desplazamiento deseado del punto focal F. En particular, en el ejemplo de la figura 8, que ilustra el trayecto bidimensional 302, 306, 304 de la sonda del dispositivo 700, un solo segmento puede cubrir ahora la parte oblicua 306, ya que la correspondencia (es decir, el cambio de punto de referencia) entre la parte 306 y la trayectoria idealmente seguida por el punto focal F se puede determinar por completo con ayuda de una operación de reajuste definida por una aplicación afín.

En el resto de la descripción, para simplificar las designaciones únicamente se utilizarán las coordenadas bidimensionales en el plano de las figuras. Los especialistas podrán adaptar fácilmente lo que sigue a las tres dimensiones. Así, cada uno de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ , es decir las coordenadas sucesivas del punto de focalización F con respecto a la carcasa 110, puede ser cada uno representado por profundidad P con respecto a la carcasa 110 y un ángulo  $\alpha$  que representa la orientación de la carcasa 110 con respecto a una dirección predeterminada, por ejemplo la vertical. Como en los ejemplos anteriores, el trayecto deseado incluye segmentos lineales de trayecto  $S^{(i)}$ , por ejemplo dispuestos uno tras otro. En la base de datos 134, cada segmento tiene asociadas informaciones de focalización. En el dispositivo de sondeo 700, las informaciones de focalización asociadas con un segmento de trayecto  $S^{(i)}$  incluyen parámetros de una operación de reajuste que permiten calcular un valor de los parámetros de focalización a partir de cada posición en este segmento de trayecto  $S^{(i)}$ , en concreto de los parámetros de una aplicación afín tales como una profundidad  $P(i)$  y un ángulo  $\alpha(i)$ . El ángulo  $\alpha(i)$  representa la inclinación del segmento y permite, por un lado, definir la dirección en la que se encuentra el punto focal F con respecto a la carcasa 110 y, por otro lado, corregir la profundidad cuando la carcasa se desplaza a lo largo del segmento  $S^{(i)}$ , tal como se explicará más abajo.

Por lo tanto, en el dispositivo de sondeo 700 de la figura 7, las instrucciones de selección 404 se sustituyen por instrucciones 702 y 704.

Las instrucciones 702 están concebidas para seleccionar uno de los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  registrados en la base de datos a partir de la posición no reajustada  $P_{B/O}$ . Además, las instrucciones 702 están concebidas para proporcionar informaciones de focalización asociadas con el segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado, es decir, en el ejemplo descrito, la profundidad  $P(i)$  y el ángulo  $\alpha(i)$  asociados con el segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado.

Las instrucciones 704 están concebidas para calcular, por medio de una fórmula matemática de reajuste, en este caso una aplicación matemática afín definida por  $P(i)$  y  $\alpha(i)$ , la posición  $P_{F/B}$  del punto focal F, a partir de la posición reajustada  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 en el segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado. En el dispositivo de sondeo 700, la fórmula que da la posición  $P_{F/B}$  del punto focal correspondiente a una posición s en el trayecto  $S^{(i)}$  es:  $P_{F/B} = P(i) + s \cdot \text{sen } \alpha(i)$ .

Por lo tanto, en el dispositivo de sondeo 700, las asociaciones predefinidas incluyen el conjunto formado, por un lado, por informaciones de focalización almacenadas en la base de datos 134 ( $P(i)$  y  $\alpha(i)$ ) y, por otro lado,

por una aplicación matemática a su vez definida por estas informaciones de focalización, asociando estos dos elementos parámetros de focalización en cada posición de la carcasa en su trayecto.

5 A continuación se describe un ejemplo de utilización del dispositivo 700 de la figura 7 con referencia a la figura 8.

10 El objeto 102 incluye una cara que presenta, en el plano de la figura 7, dos partes horizontales 302, 304 y una parte oblicua 306 que conecta las dos partes horizontales 302, 304. El punto focal F debe seguir una trayectoria rectilínea de profundidad constante en el objeto 102, es decir, a una distancia  $P_A$  de la parte horizontal 302 y a una distancia  $P_B$  de la parte horizontal 304.

15 El trayecto deseado incluye tres segmentos de trayecto  $S^{(1)}...S^{(3)}$ , definidos para cubrir respectivamente cada una de las partes 302, 306 y 304, cada uno asociado a informaciones de focalización  $\{P(1); \alpha(1)\} ... \{P(3); \alpha(3)\}$  respectivas que valen:

$$\begin{aligned} \{P(1); \alpha(1)\} &= \{P_A; 0\}, \\ \{P(2); \alpha(2)\} &= \{P_A; \alpha\}, \text{ y} \\ \{P(3); \alpha(3)\} &= \{P_B; 0\}. \end{aligned}$$

20 En concreto, los parámetros  $P(i)$ ,  $\alpha(i)$  permiten realizar el cambio de punto de referencia entre el trayecto deseado definido por los tres segmentos  $S^{(1)}...S^{(3)}$  y la trayectoria rectilínea horizontal que debe seguir el punto focal F.

25 Por lo tanto, el primer segmento de trayecto  $S^{(1)}$  cubre la primera parte horizontal 302, paralela y situada a la distancia  $P_A$  de la trayectoria de focalización. Las instrucciones 704 calculan la posición del punto focal con respecto a la carcasa. Como el ángulo  $\alpha(1)$  es nulo, esto significa que no hay que aportar ninguna corrección a la profundidad  $P(1) = P_A$  y por lo tanto que el punto focal sigue a una profundidad constante  $P_A$  y se desplaza paralelamente a la primera parte horizontal 302.

30 El siguiente segmento de trayecto  $S^{(2)}$  cubre la parte oblicua 306. Las instrucciones 704 calculan la posición del punto focal con respecto a la carcasa. Como el ángulo  $\alpha(2) = \alpha$  no es nulo, en cada posición 2 de la carcasa 110 en el segmento  $S^{(2)}$  las instrucciones 704 proporcionan la posición calculada por medio de la fórmula  $P_{F/B} = P(2) + s \cdot \text{sen } \alpha(2) = P_A + s \cdot \text{sen } \alpha$  con el fin de corregir la inclinación de la parte 306. De este modo, el punto focal F se desplaza de forma lineal y horizontal en la continuidad de su desplazamiento paralelamente al primer segmento  $S^{(1)}$ .

40 El tercer segmento de trayecto  $S^{(3)}$  cubre la parte horizontal 304, paralela y situada a la distancia  $P_B$  de la trayectoria de focalización. Las instrucciones 704 calculan la posición del punto focal con respecto a la carcasa. Como el ángulo  $\alpha(3)$  es nulo, esto significa que no hay que aportar ninguna corrección a la profundidad  $P(3) = P_B$  y, por lo tanto que el punto focal F se mantiene a una profundidad constante y se desplaza paralelamente a la parte horizontal 304 a la distancia  $P_B$  de esta última en la continuidad de sus desplazamientos precedentes.

45 De este modo, gracias a las informaciones de focalización  $\{P(1); \alpha(1)\} ... \{P(3); \alpha(3)\}$ , que de hecho incluyen parámetros de cambio de puntos de referencia asociados con segmentos de trayecto predefinidos  $S^{(1)}...S^{(3)}$ , el punto focal F se desplaza lineal y horizontalmente cuando la sonda 106 se desplaza sobre la superficie del objeto 102, a pesar de que la superficie del objeto 102 no siga una línea exclusivamente horizontal.

50 Cabe señalar que en el ejemplo de la figura 8, la sonda 106 se desplaza efectivamente sobre el trayecto deseado tal como está previsto en la base de datos 134. Pero como en el segundo modo de realización, y tal como se ha precisado anteriormente con respecto al mismo, el dispositivo de sondeo 700 está diseñado para tener en cuenta una desviación entre una posición y/o una orientación real de la carcasa 110, por un lado, y una posición y/o una orientación deseada en el trayecto deseado, por otro lado, en la actualización de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ . Por lo tanto, si la sonda 106 se desvía como en la parte 304 de la figura 6 con respecto al trayecto deseado, esta desviación se podría medir y calcular con ayuda de los medios de localización 130 y de las instrucciones de determinación de desviación 406, para ser tenida en cuenta a continuación en la actualización de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  mediante las instrucciones de corrección 408.

60 Por otra parte, ventajosamente, los parámetros de corrección utilizados por las instrucciones de corrección 408 pueden ser de la misma naturaleza que las informaciones de focalización almacenadas en la base de datos 134 y utilizadas por las instrucciones 702 y 704. En el ejemplo anteriormente detallado del tercer modo de realización, las informaciones de focalización consisten en parámetros de distancia  $P(i)$  y de ángulo  $\alpha(i)$ , que son efectivamente de la misma naturaleza, respectivamente, que los parámetros de corrección  $P_{B/B}$

- (desviación de posición) y  $O_{B/B}$  (desviación de orientación) proporcionados por las instrucciones de determinación de desviación 406 a las instrucciones de corrección 408. De este modo, la corrección aportada por las instrucciones de corrección 408 puede volver a corregir simplemente las informaciones de focalización  $P(i)$  y  $\alpha(i)$  almacenadas en la base de datos 134 con ayuda de los valores  $P_{B/B}$  y  $O_{B/B}$  medidos utilizando la misma fórmula de reajuste (aplicación afín) anteriormente descrita.
- La contribución respectiva de las informaciones de focalización (previamente almacenadas en la base de datos 134) y de los parámetros de corrección (medidos con ayuda de los medios de localización 130) se puede modular a voluntad incluso en este tercer modo de realización, pudiendo la corrección realizada por las instrucciones 408 compensar imprecisiones o insuficiencias en los datos previamente almacenados. Por lo tanto, no es necesario tener a priori un conocimiento muy preciso de la forma del objeto 102, ya que la corrección de desviación prevista en las instrucciones 408 se realiza automáticamente sin necesidad de recurrir a una corrección mecánica.
- En un caso extremo, la forma real no plana del objeto 102 podría incluso no ser tenida en cuenta en absoluto en la base de datos 134, en cuyo caso el trayecto deseado estaría almacenado como rectilíneo y horizontal y siempre paralelo a la trayectoria que debe seguir el punto de focalización F en el objeto 102. En este caso, tomando como referencia la parte horizontal 302, el desplazamiento de la sonda 106 por las partes 306 y 304 sería considerado por el dispositivo de sondeo 700 como una desviación con respecto al trayecto deseado (que entonces consiste en una recta horizontal que prolonga la parte 302) y sería tratado por completo como tal por las instrucciones de corrección 408 las que los valores  $P_{B/B}$  y  $O_{B/B}$  contribuirían completamente a la operación de reajuste definida por la fórmula matemática afín de actualización de los parámetros de focalización.
- Parece claro que un dispositivo de sondeo por ultrasonidos tal como los anteriormente descritos permite prever una trayectoria del punto focal independiente de la superficie del objeto, y efectuar de este modo controles complejos del objeto.
- Además se ha de señalar que la invención no se limita a los modos de realización anteriormente descritos.
- En particular, las instrucciones de programa de ordenador podrían ser sustituidas por circuitos electrónicos diseñados para realizar las mismas funciones.
- Además, las posiciones y orientaciones anteriormente descritas podrían ser expresadas de forma indirecta pasando por un marco de referencia exterior al sistema, por ejemplo asociado a un armazón supuestamente fijo. Por ejemplo, la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa 110 con respecto al objeto 102 se podría expresar mediante las siguientes dos posiciones: la posición de la carcasa 110 con respecto al marco de referencia exterior y la posición del objeto 102 con respecto al marco de referencia exterior.
- Además se podrían utilizar segmentos de trayecto no lineales.
- Además, los parámetros de focalización se pueden expresar con respecto a la caja, tal como se ha descrito anteriormente, o con respecto al objeto a sondear. En este último caso, la posición de la carcasa con respecto al objeto se utiliza para encontrar la posición del punto focal con respecto a la carcasa.
- Además, más que valores discretos de parámetros de focalización asociados a segmentos de trayectos, las asociaciones predefinidas podrían incluir una función continua que dé el valor de los parámetros de focalización en función de la posición de la carcasa. Por ejemplo, en el caso de la figura 3, esta función podría consistir en una función afín que defina las posiciones del punto focal F a profundidades crecientes en el punto de referencia de la carcasa y constantes en el punto de referencia del objeto, presentando un ángulo adaptado a la parte oblicua. De este modo, el desplazamiento del punto focal se mantendría horizontal en las tres partes del objeto, y en particular a lo largo de la parte oblicua.
- Por último, para los especialistas resultará evidente que es posible realizar diversas modificaciones en los modos de realización arriba descritos, a la luz de las enseñanzas que acaban de recibir. En las siguientes reivindicaciones, los términos utilizados no han de ser interpretados como limitativos de las reivindicaciones a los modos de realización expuestos en la presente descripción, sino que han de ser interpretados de tal modo que incluyan todos los equivalentes que las reivindicaciones pretenden cubrir mediante su formulación y cuya previsión está al alcance de los especialistas aplicando sus conocimientos generales a la puesta en práctica de las enseñanzas que acaban de recibir.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de sondeo por ultrasonidos, que incluye:
- 5
- una carcasa (110),
  - medios de localización (130) diseñados para proporcionar una posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110) con respecto a un marco de referencia asociado a un objeto a sondear (102),
  - medios (114, 138) de determinación de una ley de retardos (R) a partir de una posición deseada de un punto focal (F) con respecto a un marco de referencia asociado a la carcasa
- 10
- (110), estando representada esta posición deseada por parámetros de focalización designados  $P_{F/B}$ ,
- medios de control (114, 146) diseñados para proporcionar señales de control (C) a partir de la ley de retardos (R),
  - transductores ( $120_1 \dots 120_N$ ) unidos a la carcasa (110) y diseñados para recibir las señales de control y, en respuesta, emitir en el objeto (102) ondas ultrasónicas retardadas unas con respecto a otras de acuerdo con la ley de retardos de tal modo que se focalizan en un punto focal (F) definido por los parámetros de focalización  $P_{F/B}$ ,
- 15
- caracterizado porque:
- 20
- incluye medios (134) de almacenamiento:
    - de posiciones predeterminadas ( $S^{(i)}$ ) en un trayecto deseado de la carcasa (110) con respecto al marco de referencia asociado al objeto (102), y
    - de asociaciones predefinidas de varias posiciones diferentes deseadas ( $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$ ) del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa (110) en varias posiciones diferentes entre dichas posiciones predeterminadas ( $S^{(i)}$ ) en el trayecto deseado,
  - además incluye medios (132) de actualización de la posición deseada ( $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$ ) del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa y, por lo tanto, de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  correspondientes a partir, por un lado, de dichas asociaciones predefinidas almacenadas y, por otro lado, de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110), y
  - los medios de determinación (114, 138) están diseñados para una actualización de la ley de retardos (R) a partir de la actualización de la posición deseada del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa (110) y de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  correspondientes.
- 25
- 30
- 35
2. Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según la reivindicación 1, en el que los medios de localización (130) de la carcasa (110) incluyen un sensor diseñado para medir la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110).
- 40
3. Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según la reivindicación 1 o 2, en el que los medios de actualización (132) incluyen medios de selección (114, 136) diseñados para proporcionar un valor ( $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$ ) de los parámetros de focalización asociado, mediante las asociaciones predefinidas, con al menos una posición ( $S^{(i)}$ ) en el trayecto deseado, a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110).
- 45
4. Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según la reivindicación 3, en el que los medios de actualización (132) están diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  al valor ( $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$ ) de los parámetros de focalización proporcionado por los medios de selección (114, 136).
- 50
5. Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según la reivindicación 3, en el que los medios de actualización (132) incluyen además:
- medios de reajuste (114, 402) diseñados para determinar una posición de la carcasa (110) con respecto al marco de referencia asociado al objeto (102) reajustada al trayecto deseado a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110), designándose esta posición reajustada como  $P_{\underline{B}/O}$ , y/o una orientación de la carcasa (110) reajustada a una orientación deseada de la carcasa (110) a partir de la orientación  $O_{B/O}$  de la carcasa (110), designándose esta orientación reajustada como  $O_{\underline{B}/O}$ ,
  - medios de determinación de desviación (114, 406) diseñados para determinar una desviación de posición, designada  $P_{\underline{B}/B}$ , entre la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110) y la posición reajustada  $P_{\underline{B}/O}$ , y/o una desviación de orientación, designada  $O_{\underline{B}/B}$ , entre la orientación  $O_{B/O}$  de la carcasa (110) y la orientación reajustada  $O_{\underline{B}/O}$ ,
  - medios de corrección (114, 408) diseñados para corregir el valor ( $P_{ref}^{(i)}_{F/B}$ ) de los parámetros de focalización proporcionado por los medios de selección (136) a partir de la desviación de posición  $P_{\underline{B}/B}$  y/o de la desviación de orientación  $O_{\underline{B}/B}$ ,
- 55
- 60
- 65

y en el que los medios de actualización (132) están diseñados para actualizar los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  al valor corregido de los parámetros de focalización proporcionado por los medios de corrección (114, 408).

- 5     **6.**     Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según una de las reivindicaciones 3 a 5, en el que
- 10           -     incluyendo el trayecto deseado segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  las asociaciones predefinidas asocian valores de referencia  $P_{ref}^{(i)F/B}$  de los parámetros de focalización y por lo tanto de una posición deseada del punto focal con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa respectivamente a cada segmento de trayecto  $S^{(i)}$ ,
- los medios de selección (114, 136) están diseñados para seleccionar uno de los segmentos de trayecto  $S^{(i)}$  a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110) y para proporcionar el valor de referencia  $P_{ref}^{(i)F/B}$  asociado al segmento de trayecto  $S^{(i)}$  seleccionado.
- 15     **7.**     Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que las asociaciones predefinidas incluyen parámetros de una operación de reajuste que da un valor de los parámetros de focalización a partir de una posición en el trayecto deseado, y en el que los medios de selección (114, 136) incluyen medios (114, 704) diseñados para calcular, por medio de parámetros de la operación de reajuste, el valor de los parámetros de focalización a partir de una posición en el trayecto deseado determinada a partir de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110).
- 20           **8.**     Dispositivo de sondeo por ultrasonidos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) están unidos de forma móvil a la carcasa (110) y que incluye medios (122) de localización de los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) diseñados para determinar posiciones  $P_{V/B}$  de los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) con respecto a un marco de referencia asociado a la carcasa (110), y en el que los medios (114, 138) de determinación de la ley de retardos están diseñados para determinar la ley de retardos además a partir de estas posiciones  $P_{V/B}$  de los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>).
- 25           **9.**     Procedimiento de control de transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) de una sonda de ultrasonidos, que incluye las siguientes etapas consistentes en:
- 30           -     recibir (208) una posición  $P_{B/O}$  de una carcasa (110) de la sonda con respecto a un marco de referencia asociado a un objeto a sondear (102), estando los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) unidos a dicha carcasa (110),
- 35           -     determinar (222) una ley de retardos (R) a partir de una posición deseada de un punto focal (F) con respecto a un marco de referencia asociado a la carcasa (110), estando representada dicha posición deseada por parámetros de focalización designados  $P_{F/B}$ ,
- proporcionar (230) señales de control (C) a los transductores (120<sub>1</sub>...120<sub>N</sub>) a partir de la ley de retardos,
- 40     caracterizado porque además comprende:
- una etapa (204) de definición y almacenamiento:
- 45           •     de posiciones predeterminadas ( $S^{(i)}$ ) en un trayecto deseado de la carcasa (110) con respecto al marco de referencia asociado al objeto (102), y
- de asociaciones predefinidas de varias posiciones diferentes deseadas ( $P_{ref}^{(i)F/B}$ ) del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa (110) en varias posiciones diferentes entre dichas posiciones predeterminadas ( $S^{(i)}$ ) en el trayecto deseado,
- 50           -     una etapa (210) de actualización de la posición deseada ( $P_{ref}^{(i)F/B}$ ) del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa y, por lo tanto, de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  correspondientes a partir, por un lado, de dichas asociaciones predefinidas almacenadas y, por otro lado, de la posición  $P_{B/O}$  de la carcasa (110), y
- 55           -     una etapa (222) de actualización de la ley de retardos (R) a partir de la actualización de la posición deseada del punto focal (F) con respecto al marco de referencia asociado a la carcasa (110) y de los parámetros de focalización  $P_{F/B}$  correspondientes.
- 60     **10.**    Programa de ordenador descargable desde una red de comunicaciones y/o almacenado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable mediante un procesador, caracterizado porque incluye instrucciones para la puesta en práctica de un procedimiento de control de transductores de una sonda de ultrasonidos según la reivindicación 9, cuando dicho programa es ejecutado por un ordenador.



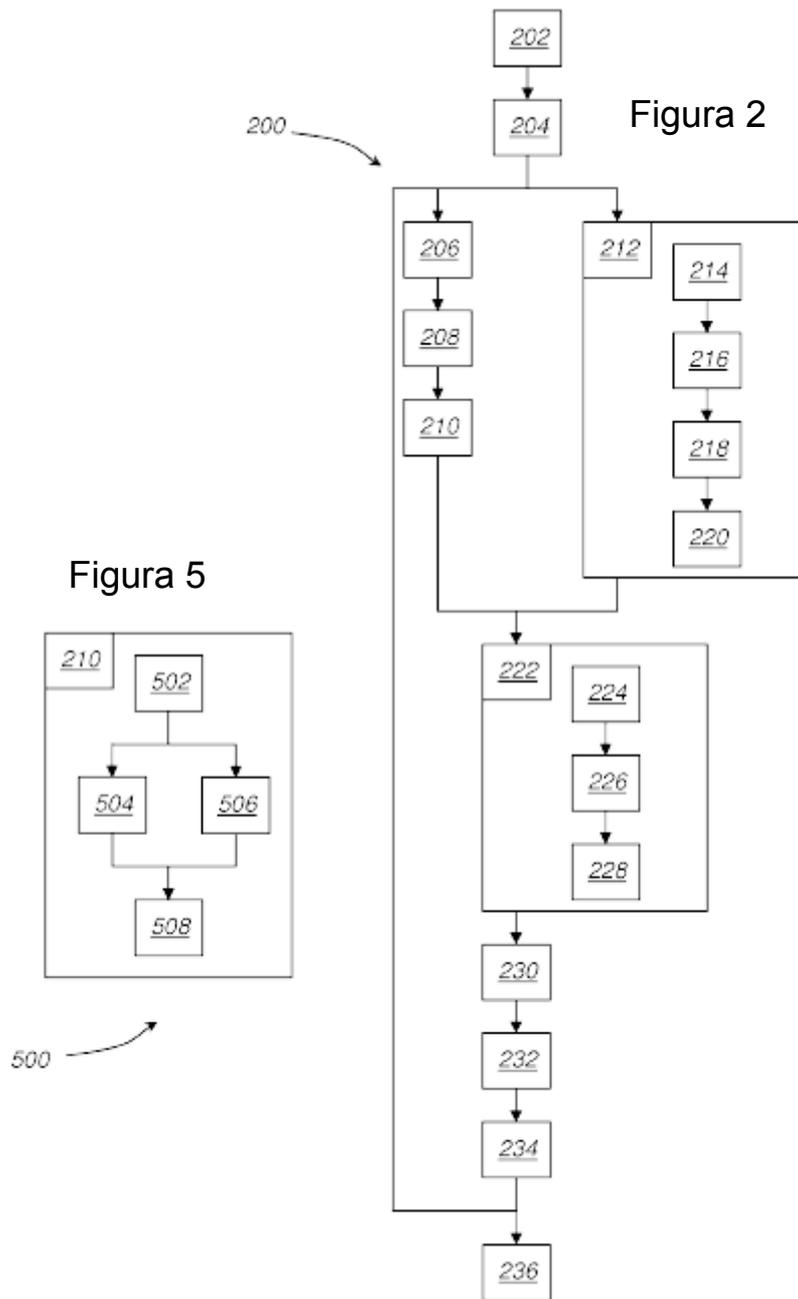




Figura 4

