

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 573 728**

21 Número de solicitud: 201431807

51 Int. Cl.:

**A61B 8/00** (2006.01)

**G10K 11/34** (2006.01)

**G01S 7/52** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**09.12.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**09.06.2016**

71 Solicitantes:

**MARTÍN ARGUEDAS, Carlos Julián (33.3%)**  
**C/ Parque San Fernando, 1 4ª**  
**28807 Alcalá de Henares (Madrid) ES;**  
**ROMERO LAORDEN, David (33.3%) y**  
**VILLAZON TERRAZAS, Javier Rodrigo (33.3%)**

72 Inventor/es:

**MARTÍN ARGUEDAS, Carlos Julián;**  
**ROMERO LAORDEN, David y**  
**VILLAZON TERRAZAS, Javier Rodrigo**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **Dispositivo ultrasónico para inspección de medios**

57 Resumen:

Dispositivo (1) ultrasónico para inspección de medios. Es un dispositivo (1) electrónico portátil y autónomo para llevar a cabo inspección de medios y generación de datos relativos a dichos medios. Presenta una configuración modular que permite añadir a un cuerpo central (18) un cabezal y una culata (19); teniendo el cabezal la posibilidad de albergar distintos tipos de transductores (3) encargados de generar y recibir señales de onda que son procesadas para generar datos que permitan formar una imagen del medio a inspeccionar. Dicha imagen se puede generar en el propio dispositivo (18) y ser enviada a un dispositivo externo para su visualización o puede ser generada en el dispositivo externo previo envío de datos por parte del dispositivo (1) y ser asimismo visualizada en el mismo; en cualquiera de los casos los datos necesarios para generar la imagen son reducidos mediante un bloque de reducción de datos (9).

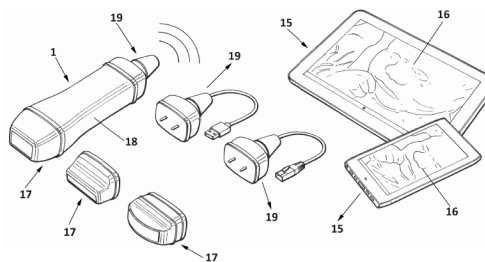


FIG. 5

**DISPOSITIVO ULTRASÓNICO PARA INSPECCIÓN DE MEDIOS**

**DESCRIPCIÓN**

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención se puede incluir en el campo técnico de la generación de imágenes por ultrasonidos. En particular, la invención tiene por objeto un dispositivo para obtener, a través de reflexión de ultrasonidos, una imagen de un medio bajo inspección.

10 Dicho dispositivo se conoce comúnmente con el nombre de ecógrafo.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15 Los dispositivos comúnmente empleados para generar imágenes ultrasónicas de un medio bajo inspección (en lo sucesivo referidos como ecógrafos) se basan en la emisión de pulsos ultrasónicos hacia el medio bajo inspección, los cuales, al propagarse por éste generan ondas reflejadas que vuelven de nuevo al dispositivo y son registradas por él.

20 Para la obtención de estas imágenes, el ecógrafo incorpora uno o varios transductores de ultrasonidos (en lo sucesivo referidos sencillamente como transductores), que se encargan de emitir los pulsos y de recibir los ecos procedentes del medio inspeccionado.

25 La técnica empleada para obtener imágenes mediante un ecógrafo se denomina ecografía, y tiene aplicación en campos muy diversos. En particular, la ecografía es ampliamente utilizada para el diagnóstico en multitud de especialidades médicas, así como también presenta aplicación en la industria.

30 Por ejemplo, en medicina, la ecografía se emplea para inspeccionar diversos tipos de tejidos, entre los cuales cabe mencionar: el interior de la placenta en mujeres embarazadas; los órganos encerrados en el tórax, tales como el páncreas, el corazón o el hígado; la glándula tiroidea, etc. Asimismo, en el ámbito industrial, la ecografía es una metodología útil para, por ejemplo, la realización de ensayos no destructivos, que permiten verificar, entre otros, el control de calidad de las soldaduras, el estado de piezas manufacturadas, etc.

De lo que se acaba de explicar se deduce que la ecografía puede ser empleada para inspeccionar un gran número de medios. Asimismo, se desea destacar que cada medio concreto presenta unas propiedades físicas características que influyen en la configuración del ecógrafo empleado para la inspección del mismo. De manera más concreta, la naturaleza del medio bajo inspección determina, entre otros, la configuración de los transductores, así como la disposición de los mismos, resultando que un ecógrafo adecuado para inspeccionar un determinado medio (por ejemplo, una placenta) no es, en general, adecuado para inspeccionar otros medios (por ejemplo, para verificar soldaduras).

5

Adicionalmente a lo que se acaba de comentar, es necesario tener en cuenta que otros aspectos de funcionamiento de los ecógrafos también se encuentran interrelacionados entre sí, como por ejemplo la calidad de las imágenes (evaluada en base a la resolución y contraste alcanzados), el tiempo que se tarda en generar cada una de ellas, el número de transductores del ecógrafo, la complejidad técnica y constructiva del equipo, etc.

10

Para intentar encontrar soluciones de equilibrio entre dichos aspectos, de acuerdo con diversos criterios, se han desarrollado varias técnicas. De acuerdo con una primera técnica, más rudimentaria, el ecógrafo comprende un único transductor, encargado de transformar los pulsos eléctricos en ondas de presión y viceversa. Dicho transductor se conecta con un canal de emisión, encargado de generar los pulsos eléctricos para excitar al transductor y conseguir así la emisión del pulso ultrasónico; y también con un canal de recepción, encargado de amplificar y digitalizar las señales eléctricas proporcionadas por el transductor cuando éste es excitado por una onda de presión, típicamente ultrasónica. Dado que en esta implementación sólo se emplea un único transductor, el resultado no es una imagen, sino una única traza de señal, la cual aporta una información limitada y pobre.

20

25

Una técnica más sofisticada, que a su vez se puede subdividir en varias modalidades de diversa complejidad, contempla el empleo de una pluralidad de transductores. Estos transductores se ordenan según una geometría particular, a la cual denominaremos como "agrupación" de transductores. Estas agrupaciones podrán ser unidimensionales, cuando los transductores se localizan en una línea recta, o bidimensionales, cuando se distribuyen en una superficie. En función de la modalidad elegida, se emplea un número

30

de canales de emisión y un número de canales de recepción, que son ambos, independientemente, menores o iguales que el número de transductores, y cuya función es, al igual que antes, emitir los pulsos de ultrasonidos (señales de emisión) y recibir los ecos procedentes del medio bajo inspección (señales de recepción).

5

El diseño de un ecógrafo basado en agrupaciones normalmente implica un difícil compromiso entre los aspectos antes mencionados: la calidad de las imágenes (resolución y contraste), la velocidad de generación de dichas imágenes (es decir, la cantidad de señales que puede tratar el ecógrafo en una unidad de tiempo), la complejidad (técnica y constructiva), y también el coste del sistema de emisión y recepción. El número  $N$  de transductores de la agrupación es un factor decisivo en todos los aspectos mencionados, ya que un aumento de  $N$  permite incrementar la calidad de las imágenes, pero al mismo tiempo implica un aumento considerable de la complejidad del sistema de imagen. Así pues, un incremento en  $N$  conlleva un aumento en el número de canales de emisión y recepción necesarios, y por ende un aumento de la cantidad de señales a procesar, lo que a su vez requiere de una mayor velocidad de procesamiento para poder seguir obteniendo las imágenes en tiempo real.

10

15

Típicamente para obtener imágenes de una calidad suficiente según qué criterios, se necesita emplear un número elevado de transductores, por ejemplo 32, 64, 96, 128, así como aumentar en la misma medida el número de canales, de manera que los ecógrafos con prestaciones elevadas resultan extremadamente voluminosos. Dentro de esta segunda técnica de empleo de agrupaciones, existen a su vez diversas técnicas, por ejemplo, las denominadas de apertura sintética, que permiten obtener un equilibrio entre la calidad de las imágenes, el funcionamiento en tiempo real y el número de datos a adquirir y procesar para generar las imágenes.

20

25

Por otra parte, una tercera técnica, que también se emplea, y que da unos resultados intermedios entre la primera técnica y la segunda técnica anteriormente mencionadas, se basa en reproducir el efecto de una agrupación de transductores proporcionando movimiento manual o mecánico a un ecógrafo dotado de un único transductor. Ésta tercera implementación requiere una complejidad técnica y constructiva muy reducida. No obstante, aunque la calidad de las imágenes obtenidas es superior a la conseguida mediante un ecógrafo con un solo transductor fijo, no proporciona una calidad

30

comparable a la que se puede alcanzar con ecógrafos de varios transductores.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

5 La presente invención describe un ecógrafo que puede ser empleado para inspeccionar medios de distinta naturaleza, tal como se explica a continuación.

El ecógrafo de la presente invención comprende un cuerpo principal, donde está alojada una unidad de control para gestionar el funcionamiento de todos los elementos del  
10 ecógrafo, según se explicará más adelante.

Adicionalmente, el ecógrafo comprende un cabezal, que incorpora al menos un transductor de ultrasonidos. El cabezal puede comprender un sólo transductor aunque, de acuerdo con la mayoría de las aplicaciones, se prefiere que comprenda una  
15 agrupación de transductores. Cada transductor está configurado para emitir una señal ultrasónica hacia un medio bajo inspección, así como para recibir las reflexiones de dicha señal al propagarse por el medio. De este modo, para el caso de varios transductores, en un momento determinado, un transductor en particular podrá estar recibiendo los ecos de una señal ultrasónica emitida con anterioridad por sí mismo o por otro transductor. En  
20 recepción, el transductor convierte las señales ultrasónicas recibidas en señales eléctricas analógicas.

La emisión de las señales ultrasónicas por parte de cada transductor se efectúa de manera coordinada de acuerdo con una secuencia de activación preestablecida. En  
25 concreto, el ecógrafo incorpora adicionalmente un multiplexor de emisión, alojado en el cuerpo principal, y que permite seleccionar, de manera coordinada con la unidad de control y de acuerdo con una secuencia de emisión preestablecida, los transductores a usar en cada disparo para emitir las señales ultrasónicas. Para ello el multiplexor se conecta, por un lado, con todos y cada uno de los N elementos de la agrupación; y por  
30 otro, con los  $K_e$  canales de emisión (donde  $K_e \leq N$ ) encargados de generar las señales eléctricas de excitación de los transductores.

Adicionalmente, los N transductores de la agrupación se conectan con  $K_r$  canales de recepción (donde  $K_r \leq N$ ) por medio de un multiplexor de recepción, alojado también en el

cuerpo principal, y que de nuevo permite seleccionar, de manera coordinada con la unidad de control y de acuerdo a una secuencia de recepción preestablecida, los transductores a usar después de cada emisión para recibir los ecos ultrasónicos procedentes del medio bajo inspección.

5

Cada canal de emisión está compuesto por un generador de pulsos, o dispositivo equivalente, encargado de generar las señales eléctricas de excitación para uno o varios elementos de la agrupación.

10

Por otra parte, cada canal de recepción está compuesto por una serie de elementos, generalmente filtros, amplificadores y bloques de conversión analógico-digital, necesarios para acondicionar y digitalizar las señales eléctricas procedentes de un transductor, proporcionando a su salida un flujo de datos que conforman las señales de recepción digitales que se usarán para componer las imágenes del medio bajo inspección.

15

Las señales de recepción digitales se almacenan dentro de una memoria de datos que está alojada en el cuerpo principal.

20

La presente invención se caracteriza porque el cabezal es separable del cuerpo principal, de modo que la invención permite el uso de diversos cabezales intercambiables con un mismo cuerpo principal. En particular, el ecógrafo comprende adicionalmente una interfaz de conexión para conectar el cabezal con los multiplexores de emisión y recepción de manera separable e intercambiable.

25

La activación secuencial de los transductores, tanto para emitir como para, según se verá más adelante, recibir, posibilita el uso de agrupaciones con diferente número de transductores y geometrías. Esto permite que la electrónica y el diseño del hardware no estén supeditados a un determinado tipo de transductor o a un ecógrafo dotado de un número de transductores específico, sino que el mismo sistema de emisión-recepción descrito anteriormente puede valer para múltiples tipos de agrupaciones con cualquier número de transductores. Esto permite llevar a cabo un diseño del ecógrafo en donde, a diferencia de como se viene realizando hasta la fecha, el transductor no tiene por qué formar parte íntegra y solidaria con el resto del equipo, pudiendo alojarse en una pieza mecánica, o cabezal, que es extraíble e intercambiable, posibilitando así el uso de

30

diferentes tipos de transductores con el mismo sistema hardware, cada uno adecuado a una disciplina médica o industrial diferente.

5 Según se acaba de indicar, el empleo de cabezales intercambiables permite inspeccionar diferentes medios empleando un único cuerpo principal, en combinación con una pluralidad de cabezales, cada uno de ellos adaptado a una disciplina en particular. La posibilidad de usar varios cabezales, y por tanto diferentes tipos de medios de generación de ondas que permitan investigar distintos medios, confiere al dispositivo una versatilidad no conocida hasta ahora a la par que dada su portabilidad permite realizar  
10 inspección de medios de manera autónoma.

Cabe destacar que al funcionamiento autónomo del dispositivo aquí descrito contribuye de manera importante la capacidad del dispositivo para establecer comunicaciones inalámbricas (bluetooth, 3G, 4G, GPRS, WiFi, NFC, etc..) con dispositivos electrónicos  
15 externos, como puede ser smartphones, tablets, ordenadores, ordenadores portátiles etc. para que éstos permitan visualizar la imagen generada por el dispositivo y enviada desde éste o para que los citados dispositivo electrónicos externos reciban una serie de datos relacionados con el medio inspeccionado de manera que se pueda generar la imagen a partir de los mismos; en el primer caso todo el proceso relacionado con la generación y  
20 procesado de señal se llevaría a cabo en el dispositivo mientras que en el segundo caso todo lo relacionado con la generación y procesado de la imagen se llevaría cabo en el dispositivo electrónico externo que recibe los datos desde el dispositivo para inspección de medios aquí descrito. No obstante, cabe la posibilidad de que todos aquellos procesos relacionados con la obtención de una imagen del medio a inspeccionar se repartan entre  
25 el dispositivo objeto de la invención y el o los dispositivo electrónicos externos; pero siempre la visualización de la imagen generada se lleva a cabo en el dispositivo externo.

## **DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

30 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del objeto de la invención en su configuración de ecógrafo en su carcasa, con un cabezal y culata montados.

5      Figura 2.- Muestra un diagrama de bloques del módulo central y los correspondientes a los módulos acoplables.

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva del objeto de la invención y los respectivos dispositivos receptores de los datos generados por el mismo.

10     Figura 4.- Muestra una vista en perspectiva del objeto de la invención y los respectivos dispositivos receptores de los datos generados por el mismo así como los posibles cabezales intercambiables.

15     Figura 5.- Muestra una vista en perspectiva del objeto de la invención y los respectivos dispositivos receptores de los datos generados por el mismo así como los posibles cabezales y culatas intercambiables.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

20     En una realización preferente del dispositivo (1) para inspección de medios aquí descrito, éste comprende un módulo central (18) que comprende a su vez: una unidad central de proceso (6), un módulo de comunicaciones (11), al menos un multiplexor de emisión (5), al menos un multiplexor de recepción (7), al menos un canal de recepción formado por un convertidor analógico digital ADC (8) y opcionalmente un filtro, al  
25     menos un canal de emisión formado por un sistema de disparo (de alto voltaje) y un convertidor digital analógico DAC (4) en pulso eléctrico; el dispositivo (1) se completa con varios transductores (3) formando una agrupación (2) de transductores (3) ubicados en un primer módulo (17) acoplado al módulo central (18) estando todo ello alimentado por una batería (13) autónoma y recargable a través de un segundo módulo (19)  
30     acoplado al módulo central (18).

El primer módulo (17) puede venir dado por un circuito o PCB alojado en un cabezal acoplable a un primer lado del cuerpo principal de una carcasa que cubre todo el dispositivo (1), el cuerpo principal alojaría todos los elementos restantes a excepción



de la batería (13) que se puede alojar en el cuerpo principal o se puede alojar en una culata (19) que se acopla a un segundo lado del citado cuerpo principal; conformando la carcasa completa. Dado que el dispositivo (1) es modular, ésta configuración es una de las posibles que se puede tener, siempre y cuando se tengan los transductores (3) y la batería (13) acoplables a un módulo central (18) que comprende el resto de elementos; esta configuración que es independiente de cualquier carcasa o elemento contenedor que se use, permite intercambiar la batería (13) y/o los elementos transductores (3) de manera fácil y eficaz.

Los transductores (3), que generan ondas acústicas en los rangos de los ultrasonidos, se conectan a los multiplexores y a través de estos a la unidad central de proceso (6) estando todos ellos alojados, junto con más componentes, en el primer módulo (17) acoplado al módulo central (18) y preferentemente comprendido dentro del cabezal. Los transductores (3) están configurados para emitir señales ultrasónicas hacia un medio bajo inspección, así como para recibir señales de recepción que se corresponden con reflexiones, efectuadas por el medio inspeccionado, de las señales emitidas. El cabezal puede incorporar solo un transductor (3) aunque, de manera preferente, incorpora una pluralidad de transductores (3) que, preferentemente, están organizados en disposición de agrupaciones (2) lineales o bidimensionales.

El funcionamiento del dispositivo (1) objeto de la invención se basa en la conversión de señales digitales a pulsos eléctricos y/o viceversa. Para ello se hace uso de convertidores ADC (8) y DAC (4); los cuales se hacen de utilidad dependiendo de la señal a tratar, su procedencia y su destino. De este modo tenemos que en un canal de recepción se tiene un conversión de una señal analógica a una señal digital, haciendo uso para ello de un convertidor analógico-digital o ADC (8); en un canal de emisión se hace necesario convertir la señal digital generada por la unidad central de proceso (6) que ordena el disparo, y también gestionar las conversiones y manipulaciones de señales, para convertir dicha señal digital en un pulso eléctrico mediante un convertidor digital-analógico DAC (4), pulso que llegará al transductor (3) correspondiente. Para que el pulso eléctrico llegue al transductor (3) requerido se hace uso de un multiplexor de emisión (5) mientras que un multiplexor de recepción (7) se usa para dirigir y gestionar las señales que llegan del transductor (3).

Con todo ello y en coordinación con la unidad de control, se hace llegar una excitación a modo del citado pulso al menos a uno de los transductores (3), provocando así que cada transductor (3) emita su correspondiente señal ultrasónica de acuerdo con la secuencia de activación, por lo que, en un momento determinado, en caso de existir varios transductores (3), algunos de ellos pueden estar emitiendo y otros no, en función de la secuencia de emisión preestablecida. De acuerdo con una realización preferente, tal como se representa en las figuras, el multiplexor de emisión (5) está conectado con un generador de pulsos, o dispositivo (4) equivalente, localizado en el cuerpo principal, que en coordinación con la unidad de control (6), envía una sucesión de señales eléctricas hacia dicho multiplexor de emisión (5). De acuerdo con una realización alternativa, el canal de recepción puede comprender adicionalmente un filtro asociado al ADC (8) para procesar las señales y mejorar las mismas.

En una realización preferente anteriormente citada el o los canales de emisión comprenden básicamente un sistema de disparo de alto voltaje o un convertidor DAC (4) para convertir la señal en un pulso eléctrico. En posibles realizaciones alternativas el canal de emisión puede presentar una memoria junto con el DAC (4). El multiplexor de emisión (5) se hace de utilidad para dirigir esos pulsos/señales generados hacia un determinado número de transductores (3) de la agrupación (2) el cual transformar las señales eléctricas en señales ultrasónicas que son las que se envían al medio bajo inspección.

Tal como se ha mencionado anteriormente, en una posible realización preferida se tiene que el dispositivo (1) comprende una pluralidad de transductores (3) ordenados según una agrupación (2) de transductores (3). Dichos transductores (3) pueden ser de tipo lineal, convexo, 2D o cualquier otro tipo según la aplicación.

Dichos transductores (3) se encuentran asociados al multiplexor de emisión (5) y al canal de emisión, teniendo en cuenta que puede haber más de uno, asimismo se tiene que el multiplexor de recepción (7) se encuentra asociado a los correspondientes canales de recepción. Todo ello gestionado por la unidad central de proceso (6) a la cual también se encuentra asociada la memoria (10), que almacena las señales que son recibidas y serán procesadas. El resultado obtenido por los elementos anteriormente citados se gestiona mediante el módulo de comunicaciones (11). El grueso del procesamiento puede no

llevarse a cabo en el dispositivo (1) como anteriormente se dijo, sino que será la CPU-GPU que tiene el dispositivo de visualización (15) al que se envían los datos la encargada de una imagen del medio bajo inspección. Se ha desarrollado el dispositivo (1) pensando de manera no limitativa en un smartphone, Tablet, PC o portátil, o en general cualquier dispositivo con una CPU-GPU.

El primer módulo (17), acoplado al módulo central (18) que de manera preferente se encuentra alojado en el cabezal, el cual comprende la agrupación (2) de N transductores (3), donde  $N \geq 1$ . En este caso, los N transductores (3) de la agrupación (2) pueden estar dispuestos de acuerdo con una configuración unidimensional, definiendo una agrupación (2) rectilínea de transductores (3); o con una disposición curvilínea de los transductores (3), definiendo una agrupación (2) convexa. En ambos casos las agrupaciones (2) permiten adquirir imágenes 2D del medio bajo inspección. Alternativamente, los transductores (3) pueden estar dispuestos de acuerdo con una configuración bidimensional con la agrupación (2) que se estime necesaria para obtener imágenes en 3D del medio bajo inspección. Los transductores (3) de las agrupaciones (2) están asociados a un índice que indica, o está relacionado con, la respectiva posición de cada transductor (3) dentro de la agrupación (2).

El dispositivo (1) en cooperación con la unidad de control, permite seleccionar, en cada instante, de acuerdo con un criterio preestablecido, un conjunto de  $K_r$  transductores (3) de los N presentes en la agrupación (2), donde  $K_r \leq N$ . Para reducir el volumen de señales recibidas en cada disparo y la complejidad del hardware dedicado a ello, generalmente el valor de  $K_r$  es significativamente inferior a N. Solo se envían hacia el convertor analógico/digital ADC (8), a través de los correspondientes canales de recepción, las señales de recepción analógicas correspondientes al conjunto de transductores (3) seleccionado.

Una de las ventajas más destacables del dispositivo (1) de la invención es que se encuentra adaptado para generar datos suficientes para generar datos necesarios para componer la imagen del medio a inspeccionar usando para ello la menor cantidad información. Esto permite que el dispositivo (1) tenga que enviar mediante los medios de comunicaciones una menor cantidad de datos, por lo tanto requiriendo una menor tasa de transferencia de datos, lo cual implica el poder usar conexiones de menor velocidad y

por otra parte requiere menos uso de la energía suministrada por la batería (13). El hecho de enviar menos datos implica que éstos requieren menos tiempo para ser enviados, asimismo permite usar protocolos de comunicación que no son tan agresivos para los recursos energéticos del dispositivo (1), para ello el flujo de datos es preferentemente constante y siempre igual a  $2N-1$  señales.

De manera preferente, el conjunto de transductores (3) seleccionado para recibir las señales en un determinado instante de tiempo (o disparo) está formado, por ejemplo para el caso de una agrupación (2) lineal, por  $K_r$  transductores (3) contiguos, es decir, de índices consecutivos. Así pues, en cada disparo se reciben  $K_r$  señales de forma simultánea. El número total de señales recibidas para generar una imagen del medio bajo inspección dependerá por tanto del número de disparos a realizar. De manera preferente, la emisión se suele llevar a cabo empleando un sólo transductor (3) de la agrupación (2) en cada disparo, aunque puede haber otras configuraciones dependiendo de la naturaleza de las señales de emisión usadas y la técnica empleada para excitar la agrupación (2) de transductores (3). Así pues, una vez se ha emitido con todos y cada uno de los elementos de la agrupación (2), el sistema habrá recibido un total de  $K_r*N$  señales. Dado que, pese a la reducción en el número de canales de recepción alcanzada cuando  $K_r < N$ , este número de señales sigue siendo elevado, el sistema de control puede, adicionalmente y llevar a cabo una segunda simplificación, sumando entre sí aquellas señales que verifican un criterio preestablecido.

Durante el proceso de adquisición de los datos necesarios para componer una imagen, a cada señal recibida se le puede asignar un código identificativo ( $i, j$ ), donde,  $i$  representa el índice del transductor (3) que se ha usado para emitir el pulso ultrasónico en un instante determinado ( $0 \leq i \leq N-1$ ) y  $j$  el índice del transductor (3) que ha recibido los ecos de dicha emisión, generando a su salida una señal de recepción ( $0 \leq j \leq N-1$ ). Con estas premisas, el criterio asume como equivalentes, o muy similares entre sí, todas las señales ( $i, j$ ) recibidas durante el proceso de adquisición de una imagen para las cuales la suma de  $i$  más  $j$  da el mismo resultado/valor, lo cual permite sumarlas entre sí, evitando tener que almacenarlas y procesarlas por separado. De este modo, el conjunto de señales necesarias para componer una imagen según el criterio definido ya no estaría formado por las  $K_r*N$  iniciales, sino por un número muy inferior, concretamente  $2N-1$ , reduciéndose por tanto el ancho de banda necesario para procesarlas, así como el

volumen y la complejidad del sistema.

5 Considerése a modo de ejemplo una agrupación (2) de 16 elementos ( $N=16$ ) con sólo un canal de emisión ( $K_e=1$ ) y 3 canales de recepción ( $K_r=3$ ). De acuerdo con lo anteriormente expuesto, supongamos que para adquirir una imagen se emite de forma consecutiva con los  $N$  elementos de la agrupación (2), y que en cada emisión se reciben las señales de un subconjunto de tres transductores (3) formado por el mismo transductor (3) que se ha usado para emitir, junto con el transductor (3) con índice inmediatamente superior e inferior. Esto implica que cuando se emite con el elemento  $i$ ,  
10 se recibe una terna de señales procedentes de los elementos  $i-1$ ,  $i$  e  $i+1$  de la agrupación (2); cuando se recibe con el elemento  $i+1$  se recibe una terna de señales procedentes de los elementos  $i$ ,  $i+1$  e  $i+2$ ; y así sucesivamente.

15 Consideremos, sin pérdida de generalidad, que el elemento usado para emitir en un determinado instante de tiempo es el 7, y después el 8. En este caso las señales recibidas en el primer disparo serán las procedentes de los elementos 6, 7 y 8; y en el segundo disparo, las procedentes de los elementos 7, 8 y 9. Ahora bien, por geometría se comprueba que una señal emitida por el elemento 6 y recibida por el elemento 7 resulta equivalente a la obtenida al emitir con el elemento 7 y recibir con el 6; y lo mismo  
20 ocurre emitiendo con el 6 y recibiendo con 8, que emitiendo con el 8 y recibiendo con el 6. Así pues, para este caso en particular analizado ( $N=16$ ,  $K_e = 1$  y  $K_r=3$ ) el número total de señales a almacenar pasará de  $K_r \cdot N = 3 \cdot 16 = 48$  a  $2 \cdot N - 1 = 2 \cdot 16 - 1 = 31$  gracias a esta segunda simplificación.

25 Para llevar a cabo la suma de las señales el ecógrafo de la invención puede incorporar un Bloque de Reducción de Datos (9) que mediante suma de señales que permite llevar a cabo esta tarea, y el cual está también incorporado en el cuerpo principal del ecógrafo, preferentemente dentro de la propia unidad de control, aunque también puede constituir un circuito externo.

30 De acuerdo con lo que se acaba de describir, el dispositivo (1) aquí descrito puede venir configurado a modo de ecógrafo con los transductores (3) trabajando en ondas ultrasónicas estando el dispositivo (1) dotado del bloque de reducción de datos (9) mediante suma de señales para obtener una relación más favorable entre calidad de las

imágenes generadas, velocidad a la que dichas imágenes son generadas, y la complejidad técnica y constructiva del ecógrafo, lo que le permite generar imágenes en tiempo real con una calidad comparable a la de las imágenes obtenidas con los ecógrafos convencionales, pero con una complejidad técnica y constructiva mucho más reducida. Adicionalmente, la simplicidad constructiva obtenida permite una significativa reducción del peso y de las dimensiones del mismo, dotando al ecógrafo de un carácter portátil.

De acuerdo con una realización preferente de la invención, el dispositivo (1) aquí descrito puede incorporar adicionalmente un módulo de comunicaciones (11) controlado también por la unidad de control (6), el cual está también alojado en el cuerpo principal del ecógrafo, preferentemente dentro de la propia unidad de control, aunque también puede constituir un circuito externo, y cuya función es gestionar, a través de los correspondientes drivers, al menos un protocolo de comunicaciones para transmitir los datos contenidos en la memoria (10) hacia un dispositivo (15) de visualización, encargado de componer a partir de ellos la imagen del medio inspeccionado y mostrarla en una pantalla (16). El dispositivo de visualización (15) no es necesariamente parte de la invención. El o los protocolos de comunicación entre el ecógrafo y el dispositivo de visualización (15) se seleccionan de entre una lista que contiene tantos protocolos de comunicación por cable (USB, FireWire, Ethernet, etc.) como de comunicación inalámbrica (Wi-Fi, Bluetooth, etc.).

El dispositivo (1) de la invención permite trabajar con protocolos de transmisión inalámbrica de baja tasa de transferencia de datos debido a que la reducción en el número de señales adquiridas para formar cada imagen, así como el empleo del bloque de suma de señales, permiten reducir de manera significativa el volumen de datos a procesar hasta un tamaño apropiado para el ancho de banda de los protocolos de comunicación inalámbrica disponibles.

El dispositivo (15) electrónico externo al cual se envían los datos puede actuar como dispositivo generador y de muestra de la imagen o como mero dispositivo de visualización, tal como se ha explicado anteriormente, en el primer caso éste está configurado para recibir los datos y procesarlos para obtener en tiempo real la imagen del medio inspeccionado. En particular, el dispositivo de visualización (15) puede

comprender unos medios de procesamiento para procesar los datos recibidos y una pantalla (16) para mostrar la imagen resultante. Los medios de procesamiento pueden comprender un microprocesador y/o una GPU (Unidad de Procesamiento Gráfico por sus siglas en inglés), los cuales, a modo de ejemplo y sin pérdida de generalidad, pueden llevar a cabo las siguientes tareas:

- filtrado y pre procesado de los datos recibidos;
- aplicación de los algoritmos DAS (Delay and Sum) a los datos filtrados para la obtención de la imagen;
- post procesado de la imagen para obtener envolvente y su valor en decibelios; y
- renderizado y visualización de la imagen.

A través de la pantalla (16) del dispositivo (15) electrónico externo receptor de los datos emitidos desde el dispositivo (1) objeto de la invención, se muestra la información del medio inspeccionado a partir de la imagen renderizada. Además, el dispositivo de visualización (15) no se comporta sólo como un mero elemento de visualización, sino que por medio de él, y más concretamente del software que aloja, el usuario puede consultar y modificar los parámetros de configuración del ecógrafo, enviando de nuevo, por medio de, por ejemplo, una conexión Wi-Fi, los nuevos parámetros de configuración al ecógrafo.

Los datos almacenados en la memoria (10) del dispositivo (1) contienen la información necesaria para poder generar una imagen y visualizarla en un dispositivo de visualización (15) genérico. Sin embargo, se prefiere que los datos no sean procesados por el ecógrafo, ya que esto incrementaría la complejidad del diseño, su consumo y su tamaño. La consecuencia es que el ecógrafo puede ser empleado con cualquier dispositivo de visualización (15) que tenga una capacidad de procesamiento suficiente para llevar a cabo las tareas requeridas.

El dispositivo (1) de la invención permite ser empleado con cualquier dispositivo externo actuando como dispositivo de visualización (15), estando éste configurado de la forma que se acaba de describir, de tal manera que el dispositivo (1) no está necesariamente vinculado a un único tipo de dispositivo de visualización (15) incorporado o, alternativamente, asociable al ecógrafo. Esto es debido a que las señales adquiridas por la agrupación (2) de transductores (3) para componer una imagen pueden ser digitalizadas y almacenadas en crudo en la memoria (10) del dispositivo (1), sin efectuar

ningún tipo de tratamiento sobre las mismas, de manera que el dispositivo de visualización (15) debe estar preparado para procesar dichos datos de la manera que se ha explicado anteriormente.

5 Alternativamente, de manera menos preferente, el ecógrafo puede incorporar un dispositivo de visualización (15) propio y específico, no separable y conectado por cable, o también puede servirse al usuario final junto con un dispositivo de visualización (15) genérico externo conectable de manera separable.

10 El ecógrafo puede ser alimentado por medio de la red eléctrica, aunque se prefiere que presente un funcionamiento autónomo. Para ello, el dispositivo (1) incorpora preferentemente la anteriormente citada batería (13), así como un sistema de alimentación (14), para proporcionar los niveles de alimentación (14) adecuados a toda la circuitería del dispositivo (1).

15

De acuerdo con un primer ejemplo de realización preferente de la invención, la figura 3 muestra un dispositivo (1) configurado a modo de ecógrafo comunicado con un dispositivo de visualización (15) genérico de manera inalámbrica.

20 De acuerdo con una segunda realización, mostrada en la figura 4, el dispositivo (1) configurado a modo de ecógrafo comprende un cabezal que incorpora la agrupación (2) de transductores (3), así como un cuerpo principal (18) que aloja el resto de componentes del ecógrafo (1). El cabezal es separable del cuerpo principal, de tal forma que la invención permite emplear un conjunto de cabezales intercambiables con  
25 diferente número de transductores (3) y geometrías de agrupación (2), posibilitando así el empleo del ecógrafo (1) en disciplinas médicas distintas, como por ejemplo cardiología, obstetricia o estomatología, e incluso en campos ajenos a la medicina, como por ejemplo los ensayos no destructivos de materiales por ultrasonidos que se llevan a cabo en la industria.

30

De acuerdo con una tercera realización, mostrada en la figura 5, el ecógrafo (1) comprende una culata (19) en la que están alojados los drivers de comunicación (12) correspondientes a los diferentes protocolos de comunicación. El ecógrafo incorpora adicionalmente una segunda interfaz de comunicación, para conectar la culata (19)



con el driver correspondiente del módulo de comunicaciones (11) de cuerpo principal de manera separable e intercambiable, lo cual permite al ecógrafo trabajar con distintas culatas (19), cada una de las cuales permite una conexión con el dispositivo de visualización (15) a través de al menos un protocolo de comunicación.

5

## **REIVINDICACIONES**

1.- Dispositivo (1) para inspección de medios por medio de ultrasonidos, caracterizado por que comprende, asociados a una unidad central de proceso (6), y en un primer  
5 módulo, asociado a un módulo central (18):

- un conjunto de transductores (3) destinados a generar y recibir señales y formando una agrupación (2),
- un módulo de comunicaciones (11),
- 10 • al menos un convertidor analógico digital ADC (8),
- al menos un multiplexor de recepción (7) asociado a los transductores (3) y al ADC (8), estando el multiplexor de recepción (7) adaptado al menos para determinar envíos hacia el ADC (8) de señales de recepción analógicas correspondientes solo a un subconjunto de transductores (3) del conjunto de  
15 transductores,
- al menos un multiplexor de emisión (5) asociado a los transductores (3) y al DAC (4), y
- un bloque de reducción de datos (9) adaptado para en cada instante seleccionar solo señales de recepción digitales en función de un criterio preestablecido.

20

2.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que adicionalmente comprende al menos un convertidor digital-analógico DAC (4), estando el multiplexor de emisión (5) asociado adicionalmente al DAC (4).

25

3.- Dispositivo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que adicionalmente comprende un filtro asociado al convertidor analógico digital ADC (8).

30

4.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los transductores (3) están ordenados según una agrupación (2) de transductores (3), donde cada transductor (3) está asociado a un índice que indica el número de orden del transductor (3) en la agrupación (2), así como el índice también indica, en cada momento, el subconjunto de transductores (3) con índices consecutivos, que contiene el transductor (3) que ha emitido una señal de emisión que se corresponde con al menos una señal de

recepción.

5.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el criterio preestablecido comprende que para cada conjunto de señales de recepción digitales (i, j, t) para las que la suma de i más j da el mismo valor/resultado, solo se tiene en cuenta una de dichas señales de recepción digitales donde:

- i representa el índice del transductor (3) que ha emitido, en el instante t, una señal de emisión que ha originado la señal de recepción digital (o analógica) considerada, y  
- j representa el índice del transductor (3) que ha recibido la señal de recepción analógica que ha originado dicha señal de recepción digital considerada.

6.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el módulo de comunicaciones comprende medios de comunicación de tipo inalámbrico y/o cableado.

7.- Dispositivo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende adicionalmente un dispositivo de visualización (15) conectado con el módulo de comunicaciones (11) para componer imágenes del medio bajo inspección a partir de las señales recibidas.

8.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de visualización (15) comprende:

- unos medios de procesamiento operativos para generar una imagen a partir de un conjunto reducido de señales; y  
- una pantalla (16) operativa para visualizar e interactuar la imagen generada por los medios de procesamiento.

9.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que los medios de procesamiento comprenden:

- medios filtrado y pre procesado de señales;  
- medios de focalización para aplicar un algoritmo de conformación a las señales filtradas y preprocesadas, para focalizar dichas señales;  
- medios de post procesado para obtener la envolvente de la imagen y su valor en decibelios; y  
- medios de renderizado para renderizar la imagen.

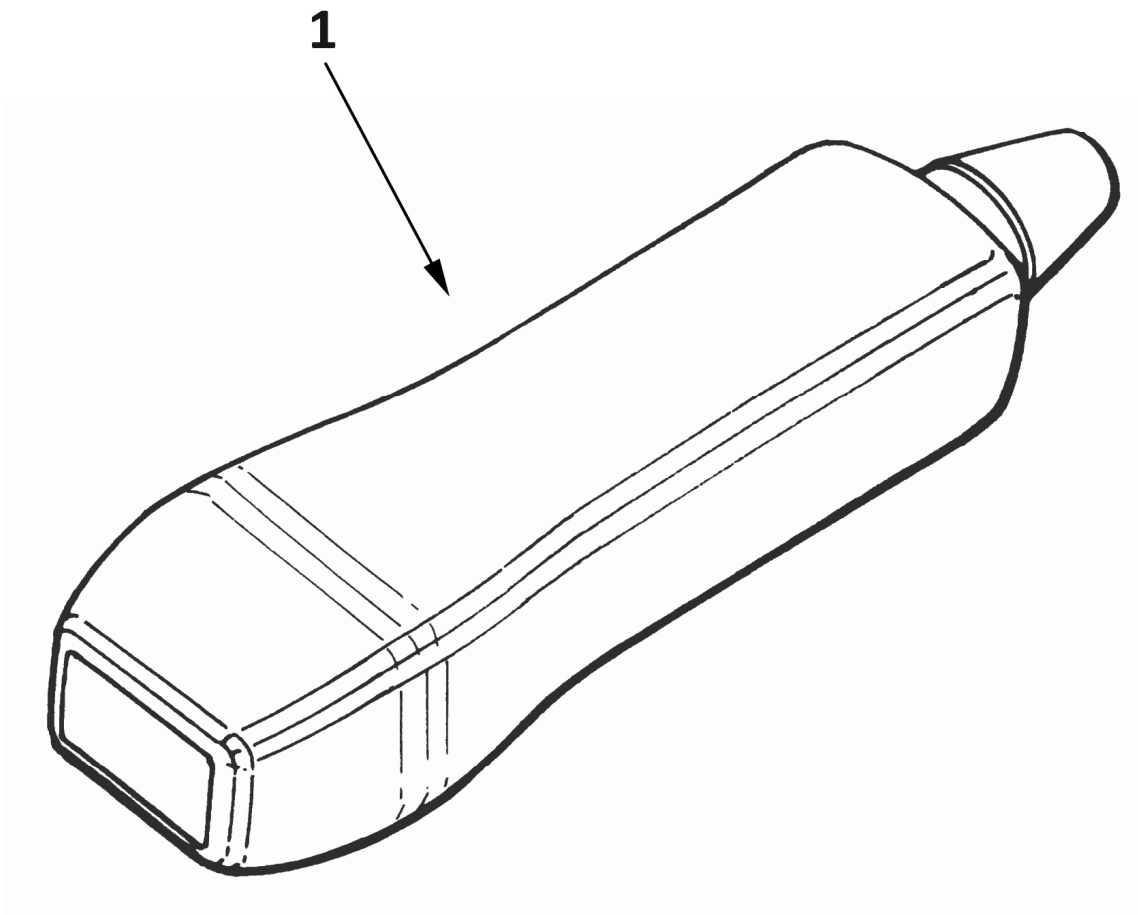
10.- Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que adicionalmente comprende una batería (13).

5 11.- Dispositivo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende una carcasa que a su vez comprende:

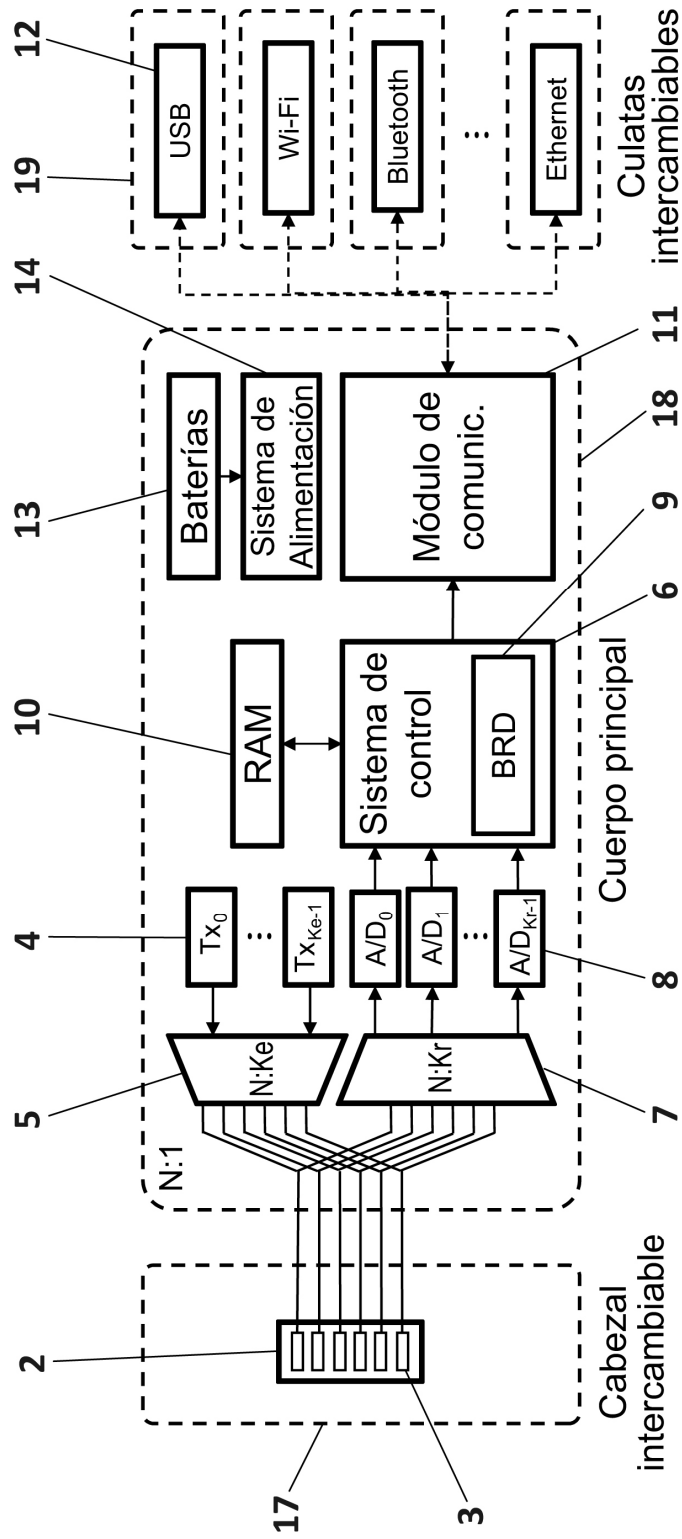
- un cuerpo principal que aloja el módulo central (18),

- un cabezal acoplable al primer lado del cuerpo principal y destinado a alojar los transductores (3), y

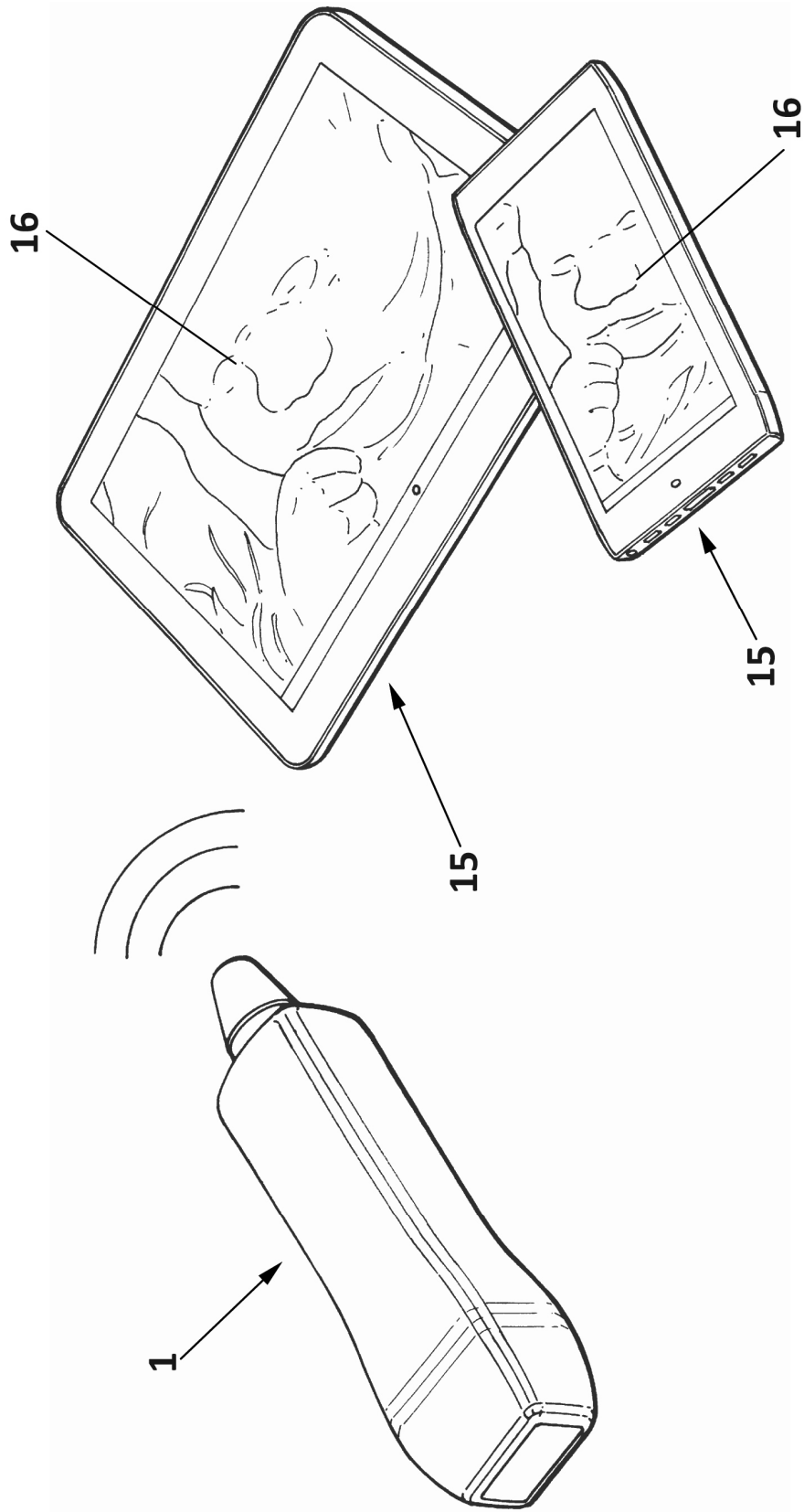
10 - una culata (19) acoplable al segundo lado del cuerpo principal destinada a alojar al menos un medio de comunicación y opcionalmente una batería (13).



**FIG. 1**



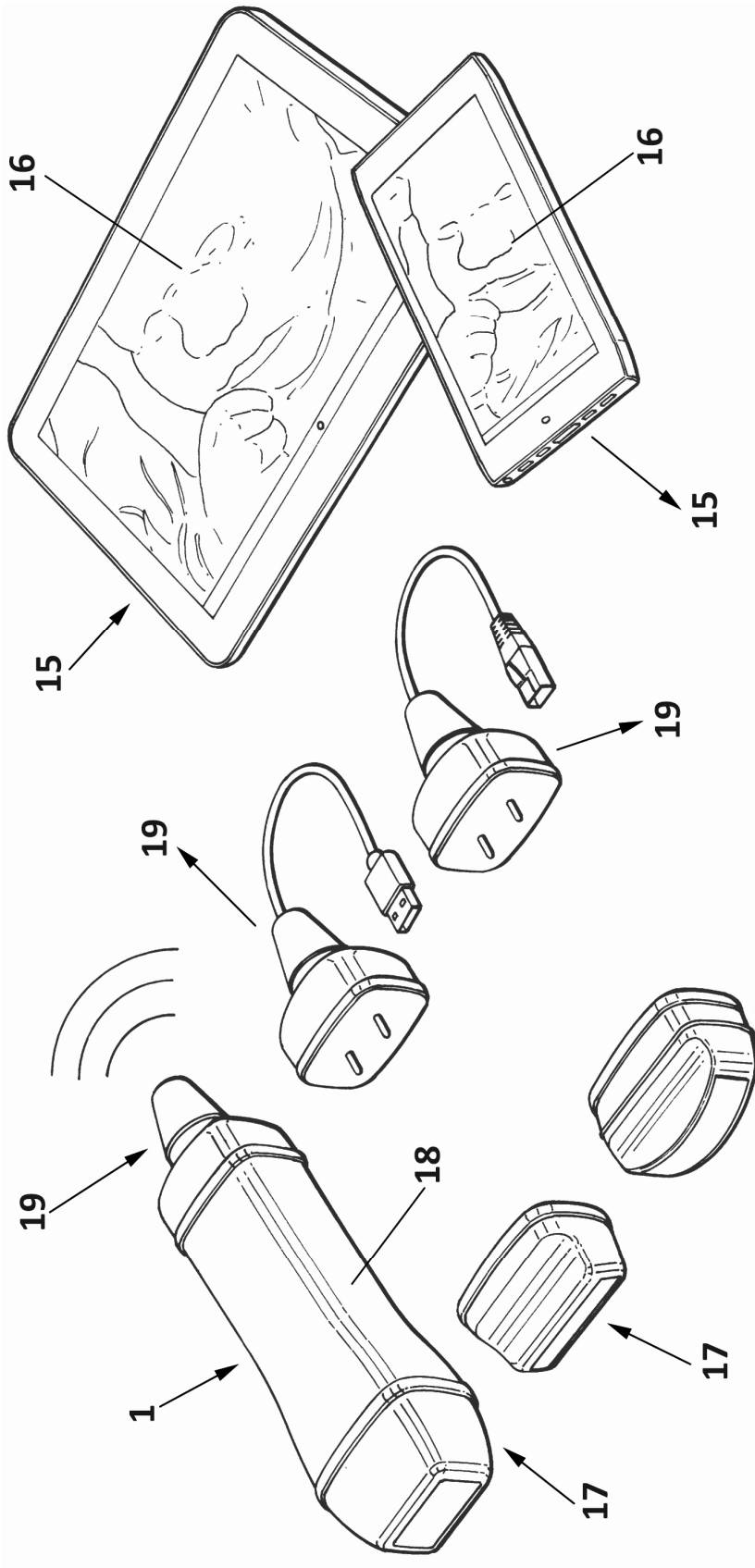
**FIG. 2**



**FIG. 3**







**FIG. 5**



- ②① N.º solicitud: 201431807  
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.12.2014  
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	C.J. Martín-Arguedas et al.; "ESTRATEGIAS DE APERTURA SINTÉTICA BASADAS EN EL COARRAY PARA LA GENERACIÓN DE IMAGEN ULTRASÓNICA"; 12º Congreso Nacional de Ensayos No Destructivos Valencia, 15, 16 y 17 de Junio 2011 <a href="http://https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Martin-Arguedas/publication/234586197_Estrategias_de_apertura_sinttica_basadas_en_el_coarray_para_la_generacin_de_imagen_ultrasnica/links/00b7d537b03fcac40d000000.pdf">http://https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Martin-Arguedas/publication/234586197_Estrategias_de_apertura_sinttica_basadas_en_el_coarray_para_la_generacin_de_imagen_ultrasnica/links/00b7d537b03fcac40d000000.pdf</a>	1-11
X	CARLOS J MARTI N-ARGUEDAS et al. "An ultrasonic imaging system based on a new SAFT approach and a GPU beamformer". IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, 20120701 IEEE, US 01.07.2012 VOL: 59 No: 7 Págs: 1402-1412 ISSN 0885-3010 Doi: doi:10.1109/TUFFC.2012.2341	1-11
X	ROMERO LAORDEN et al.; "Method and architecture to accelerate multi-element synthetic aperture imaging"; Digital Signal Processing. Volume 23, Issue 4, Julio 2013, Páginas 1288-1295 Doi: doi:10.1016/j.dsp.2013.02.014	1-11
X	DAVID ROMERO-LAORDEN et al. Application of Golay codes to improve SNR in coarray based synthetic aperture imaging systems. Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop (SAM), 2012 IEEE 7th, 20120617 IEEE 17.06.2012 VOL: Págs: 325-328 ISBN 978-1-4673-1070-3; ISBN 1-4673-1070-0 Doi: doi:10.1109/SAM.2012.6250501	1-10

Categoría de los documentos citados

- X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

- O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

<b>Fecha de realización del informe</b> 11.04.2016	<b>Examinador</b> M. P. López Sabater	<b>Página</b> 1/4
---	--	----------------------

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**A61B8/00** (2006.01)

**G10K11/34** (2006.01)

**G01S7/52** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B, G10K, G01S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 11.04.2016

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 9-11	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-8	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-11	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	C.J. Martín-Arguedas et al.; "ESTRATEGIAS DE APERTURA SINTÉTICA BASADAS EN EL COARRAY PARA LA GENERACIÓN DE IMAGEN ULTRASÓNICA"; 12º Congreso Nacional de Ensayos No Destructivos Valencia, 15, 16 y 17 de Junio 2011 <a href="http://https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Martin-Arguedas/publication/234586197_Estrategias_de_apertura_sinttica_basadas_en_el_coarray_para_la_generacin_de_imagen_ultrasnica/links/00b7d537b03fcac40d000000.pdf">http://https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Martin-Arguedas/publication/234586197_Estrategias_de_apertura_sinttica_basadas_en_el_coarray_para_la_generacin_de_imagen_ultrasnica/links/00b7d537b03fcac40d000000.pdf</a>	06.2011

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Reivindicación 1:

El documento del estado de la técnica anterior que se ha considerado más cercano a esta primera reivindicación es D01, puesto que también describe un dispositivo para inspección de medios por medio de ultrasonidos que cuenta con medios para procesar los datos que le llegan de un sistema formado por un conjunto de transductores agrupados, ("array", figuras 3 y 5), destinados a generar y recibir señales y con un módulo para la comunicación con un medio de visualización. Cuenta, asimismo, con al menos un convertidor analógico digital ADC y al menos un multiplexor de recepción asociado a los transductores y al convertidor, estando el multiplexor de recepción adaptado para determinar envíos hacia el ADC de señales de recepción analógicas correspondientes solo a un subconjunto de transductores (3) del conjunto de transductores. El dispositivo cuenta también con al menos un multiplexor de emisión asociado a los transductores y al DAC y con un bloque de reducción de datos (figura 7, página 7), adaptado para, en cada instante, seleccionar solo señales de recepción digitales en función de un criterio preestablecido.

A la vista de lo anterior esta reivindicación independiente no puede considerarse nueva según el artículo 6 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicación 2 a 4 y 6 a 8:

Estas reivindicaciones dependientes tampoco son nuevas, ya que se encuentran recogidas en D01.

Reivindicación 5:

En esta reivindicación dependiente se escoge un criterio para la reducción de los datos obtenidos antes de ser procesados para obtener una imagen. Este mismo paso de reducción de datos previo a su envío a los medios de computación correspondientes se anticipa en las páginas 6 y 7 de D01.

Aunque el criterio de elección de las señales a transmitir es distinto en uno y otro documento, en ambos casos se obtiene que hay que procesar el mismo número de señales: 2N-1 para obtener la calidad de imagen deseada. Por lo tanto, el empleo del criterio que se desea proteger en esta reivindicación no conlleva ninguna contribución técnica y se considera que esta reivindicación carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes 11/86.

Reivindicaciones 9 a 11:

Estas reivindicaciones dependientes no contienen características adicionales que, en combinación con las reivindicaciones de que dependen, cumplan los requisitos establecidos por el artículo 8 de la Ley 11/86 relativos a la actividad inventiva, puesto que solamente especifican mejoras de aspectos no técnicos o aspectos técnicos bien conocidos en el estado de la técnica.