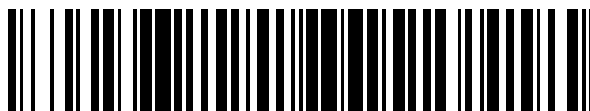


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 990**

51 Int. Cl.:

**A61B 1/00** (2006.01)

**A61B 5/05** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2016** **E 16152033 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019** **EP 3195786**

54 Título: **Sistema médico y dispositivo basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.11.2019**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POMPEU FABRA (25.0%)**  
**Plaça de la Mercè, 10-12**  
**08002 Barcelona, ES;**  
**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**  
**(25.0%);**  
**HOSPITAL CLINIC DE BARCELONA (25.0%) y**  
**INSTITUCIÓ CATALANA DE RECERCA I ESTUDIS**  
**AVANÇATS (25.0%)**

72 Inventor/es:

**GONZÁLEZ BALLESTER, MIGUEL ANGEL;**  
**CAMARA REY, OSCAR;**  
**GUARDIOLA GARCIA, MARTA;**  
**CERESA, MARIO;**  
**FERNÁNDEZ ESPARRACH, MARIA GLORIA y**  
**ROMEU ROBERT, JORDI**

74 Agente/Representante:

**TORNER LASALLE, Elisabet**

**ES 2 729 990 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**

Sistema médico y dispositivo basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades

Campo técnico

5 La presente invención está dirigida, en general, al campo de sistemas médicos para tratar enfermedades. En particular, la invención versa acerca de un sistema médico, y acerca de un dispositivo, basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades tales como cánceres, por ejemplo cánceres colorrectales, entre otras patologías.

Antecedentes de la invención

10 La mayoría de cánceres surgen de lesiones precursoras, por ejemplo los cánceres colorrectales surgen de pólipos adenomatosos según la secuencia adenoma-carcinoma. En los últimos años ha habido muchas mejoras en la calidad de imagen proporcionada por los endoscopios disponibles en la actualidad, endoscopios de alta definición, en funciones complementarias tales como NBI (formación de imágenes de banda estrecha) por cromoendoscopia electrónica y en ampliación de la imagen. Sin embargo, el uso de estos recursos hace que la exploración sea más difícil y, por lo tanto, que lleve más tiempo y requiera una formación específica para el endoscopista. Debido a estas limitaciones de la endoscopia tradicional, han aparecido alternativas innovadoras tales como técnicas de visión por ordenador. Sin embargo, estas técnicas están basadas en la información proporcionada por la imagen dado que la mayoría de los estudios están basados en la descripción de características morfológicas tales como la forma o la textura para determinar la existencia de un pólipo.

20 Otra técnica emergente no invasiva es la formación de imágenes por microondas. Esta técnica no depende de imágenes ópticas. Las señales de microondas penetran materiales opacos a la luz y operan un nuevo mecanismo de contraste en función de las propiedades dieléctricas de los tejidos. Cada tejido tiene sus propias propiedades dieléctricas que varían según sus afecciones (hipoxia, isquemia, neoplasia, etc.). Los sistemas de formación de imágenes por microondas pueden detectar las propiedades dieléctricas del cuerpo humano y obtener una imagen de la distribución de tejido y de sus afecciones patológicas sin requerir un contacto directo. Las microondas se aplican en el campo de la medicina desde la década de 1980 tanto para un tratamiento (hipertermia y ablación) como para un diagnóstico. La detección de cáncer de mama y de hemorragia cerebral son las aplicaciones mejor conocidas. Las ventajas principales de las microondas son la seguridad (radiación no ionizante y de baja potencia) y el coste reducido, haciendo que las microondas sea una técnica potente de monitorización y prevención.

30 Los sistemas de formación de imágenes por microondas pueden proporcionar información en muchas aplicaciones de correlación basadas en endoscopio o en catéter como en una colonoscopia o en la correlación electroanatómica del corazón.

35 El documento US-A1-2013345541 da a conocer un sistema electroquirúrgico para la formación de imágenes de tejido, y de interrogación del mismo. El sistema electroquirúrgico incluye una fuente de alimentación configurada para generar una primera energía y un instrumento electroquirúrgico que comprende una línea de transmisión acoplada con la fuente de alimentación y configurada para emitir la primera energía. Un espejo refleja la primera energía hacia un tejido diana que emite una segunda energía. Un transductor ultrasónico recibe la segunda energía procedente del tejido diana y convierte la segunda energía en una señal eléctrica. Un controlador recibe la señal eléctrica y convierte la señal eléctrica en una imagen. A diferencia de la presente invención, el sistema electroquirúrgico de esta solicitud de patente no incluye agrupaciones de antenas de transmisión y de recepción que funcionan secuencialmente para transmitir una primera señal de energía y para detectar una segunda señal de energía.

45 El documento EP-B1-1121046 da a conocer un procedimiento de tratamiento que utiliza dispositivos implantables que comprenden implantar en el cuerpo de un ser humano o de un animal no humano una rectena con capacidad de recibir radiación electromagnética en el intervalo de frecuencias de microondas y para generar y/o almacenar energía eléctrica de la misma; y un dispositivo terapéutico operado eléctricamente dispuesto para recibir energía eléctrica de dicha rectena; y dirigir la radiación electromagnética en el intervalo de frecuencias de microondas desde una fuente externa hasta el cuerpo que está siendo tratado hacia la posición de la rectena implantada, de forma que se genere energía eléctrica para accionar dicho dispositivo terapéutico. A diferencia de la presente invención, esta patente no ejecuta una sección secuencial de pares de antenas de transmisión y de recepción para transmitir señales de energía al tejido y para detectar la señal de energía dispersada por dicho tejido.

55 El documento WO-A2-2014149183 da a conocer un sistema que incluye una sonda de antena de microondas para transmitir y recibir señales electromagnéticas para detectar uno o más marcadores que se implantan en la región tisular diana, o en torno a la misma. Durante su uso, se implantan uno o más marcadores en una región tisular diana, y se coloca la sonda de antena de microondas contra la piel del paciente para transmitir una señal al o a los marcadores y para recibir la señal reflejada desde el o los marcadores para determinar la ubicación del o de los

marcadores. Entonces, se extirpa una muestra de tejido, que incluye la lesión y el o los marcadores, de la región tisular diana en función, al menos en parte, de la información de ubicación de la sonda de antena de microondas.

5 El documento WO-A2-2013005134 da a conocer procedimientos y sistemas para formar imágenes de un objeto de interés utilizando una o más sondas, en particular suministrando energía electromagnética (por ejemplo, energía de microondas) utilizando una antena de transmisión al objeto mientras se activa una sonda para interactuar con el campo disperso y muestrear el campo disperso resultante utilizando una o más antenas de recepción. Entonces, se puede utilizar la energía electromagnética muestreada para reconstruir una imagen del objeto.

10 Es deseable proporcionar, por lo tanto, nuevos sistemas y dispositivos médicos basados en la tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades tales como cánceres (por ejemplo, cánceres colorrectales, entre otros tipos de cánceres) con una mayor precisión y utilizando nuevos procedimientos no basados en la visión.

#### Descripción de la invención

15 Con ese fin, la presente invención, que se define en la reivindicación independiente 1 y en las reivindicaciones dependientes 2 - 9, propone, según un aspecto, un sistema médico basado en la tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades, comprendiendo dicho sistema, como es común en el campo, una unidad interna que, en uso, es introducida en un paso corporal de un paciente (por ejemplo, el colon, el estómago, el esófago, la tráquea, etc.), que incluye un medio para transmitir una primera señal de energía a uno o más tejidos corporales y para detectar una segunda señal de energía dispersada por dichos uno o más tejidos; y una unidad informática externa (por ejemplo, un ordenador personal (PC), un teléfono inteligente, etc.) que, en uso, se encuentra ubicada en el exterior del cuerpo del paciente y conectada con dicha unidad interna para recibir dicha segunda señal de energía detectada por dicha unidad interna y para convertir dicha segunda señal de energía recibida en una imagen.

20 En el sistema médico propuesto, el medio para transmitir una primera señal de energía y para detectar una segunda señal de energía de la unidad interna comprende dos agrupaciones de  $N$  antenas de transmisión y de  $N$  antenas de recepción, comprendiendo dichas señales primera y segunda de energía señales de microondas (desde aproximadamente 3 hasta aproximadamente 10 GHz).

30 A diferencia de las propuestas conocidas, la unidad interna también incluye medios de alimentación y de multiplexación en conexión con dichas  $N$  antenas de transmisión y  $N$  antenas de recepción y con dicha unidad informática externa, para proporcionar, bajo el control de un controlador ubicado en dicha unidad informática externa, una selección secuencial continua de distintos pares de antenas de transmisión y de recepción para llevar a cabo la transmisión de la señal de microondas y la detección de la señal dispersa de microondas. Además, las  $N$  antenas de transmisión y las  $N$  antenas de recepción y los medios de alimentación y de multiplexación están dispuestos en un mismo sustrato electrónico que tiene dos caras, estando colocadas las  $N$  antenas de transmisión (por ejemplo, cuatro) y las  $N$  antenas de recepción (por ejemplo, cuatro) en una de dichas dos caras y estando colocados los medios de alimentación y de multiplexación en la otra cara.

35 Además, la unidad interna también incluye una carcasa de protección de las dos agrupaciones de  $N$  antenas de transmisión y de  $N$  antenas de recepción y los medios de alimentación y de multiplexación. Según la invención, la carcasa de protección está fabricada de materiales biocompatibles y está diseñada para lograr una buena hermeticidad y una buena resistencia a los desinfectantes utilizados en procedimientos de desinfección de calidad médica.

40 Preferentemente, la unidad interna tiene una forma cilíndrica para acoplarse con un tubo de endoscopio o un tubo de catéter.

45 Preferentemente, cada una de dichas  $N$  antenas de transmisión y cada una de dichas  $N$  antenas de recepción está conectada con un conmutador de radiofrecuencia por medio de líneas de transmisión de radiofrecuencia (RF). Además, las  $N$  antenas de transmisión y las  $N$  antenas de recepción están separadas una distancia de al menos la mitad de una longitud de onda para reducir el acoplamiento entre las antenas.

La unidad informática externa puede estar conectada con los medios de alimentación y de multiplexación bien mediante una conexión inalámbrica o bien mediante una conexión alámbrica.

50 Según una realización, el controlador de la unidad informática externa está configurado para seleccionar en cada selección secuencial continua un único par de antenas de transmisión y de recepción.

55 Otras realizaciones de la invención que se divulgan en la presente memoria también incluyen un dispositivo basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades, estando configurado dicho dispositivo para acoplarse con un tubo de endoscopio o de catéter y comprende un medio para un dispositivo informático externo (por ejemplo, un PC, un teléfono inteligente, un ordenador portátil, una tableta, etc.), o para ser controlado por el mismo.

Breve descripción de los dibujos

Se comprenderán más completamente las anteriores ventajas y características y otras a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a las figuras adjuntas, que deben ser consideradas en un sentido ilustrativo y no limitante, en las que:

- 5 La Fig. 1 ilustra, de una forma simplificada, un sistema médico basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades según una realización de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra algunos de los módulos/unidades proporcionados por el sistema médico propuesto según las enseñanzas de la presente invención.

- 10 Descripción detallada de realizaciones preferentes

La Fig. 1 muestra una realización preferente de la arquitectura propuesta del sistema médico de la invención para la prevención y el diagnóstico de enfermedades tales como cánceres, entre cualquier otra patología/enfermedad.

- 15 Según dicha realización preferente, la presente invención comprende una unidad interna 10, preferentemente de forma cilíndrica (no limitante, dado que otras formas geométricas son posibles) que puede acoplarse a un tubo 14 de endoscopio o de catéter, que ha de ser introducido, en uso, en un paso corporal (o área interna) de un paciente (no ilustrado), tal como el colon, el estómago, el esófago, la tráquea, etc., y una unidad informática externa 20, tal como un PC conectado operativamente con la unidad interna 10 para una generación 23 de señales, una recepción 22 de señales, un almacenamiento, un procesamiento 24 y una representación visual 25 (véase la Fig. 2).

- 20 La unidad interna 10 según la realización preferente comprende una agrupación lineal de cuatro antenas 11T de transmisión configuradas y dispuestas para transmitir una señal (o señales) de microondas a uno o más tejidos corporales del paciente, una agrupación lineal de cuatro antenas 11R de recepción configuradas y dispuestas para detectar una señal (o señales) de microondas dispersadas por uno o más tejidos corporales, medios 12 de alimentación y de multiplexación en conexión con las cuatro antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción y con la unidad informática externa 20, y una carcasa 13 de protección que encierra las antenas 11T, 11R y los medios 12 de alimentación y de multiplexación.

- 25 Las tres partes de la unidad interna 10 (es decir, las dos agrupaciones lineales de las antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción, los medios 12 de alimentación y de multiplexación y la carcasa 13 de protección) están diseñadas específicamente teniendo en cuenta limitaciones importantes de tamaño y de reprocesamiento de dispositivos médicos.

- 30 Según dicha realización preferente, las dos agrupaciones lineales de antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción están impresas en una capa superior de un sustrato electrónico y los medios 12 de alimentación y de multiplexación en la capa inferior de dicho sustrato electrónico. La agrupación 11R de recepción está colocada debajo de la agrupación 11T de transmisión, tiene las mismas características y está separada una distancia de al menos la mitad de una longitud de onda para reducir el acoplamiento entre las agrupaciones de antenas. Las antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción son ranuras anchas impresas de banda ancha compacta.

- 35 Los medios 12 de alimentación y de multiplexación están compuestos por un conmutador 12A de radiofrecuencia (RF) y N líneas 12B de transmisión de RF para cada agrupación de antenas 11T de transmisión y 11R de recepción.

La carcasa externa 13 de protección está diseñada para lograr un buen cierre estanco y una buena resistencia a desinfectantes utilizados en el procedimiento de desinfección de calidad médica.

- 40 Se debe hacer notar que aunque la realización preferente solo comprenda cuatro antenas 11T de transmisión y cuatro 11R de recepción, la presente invención no está limitada a esta configuración, ya que también son posibles otra cantidad de pares de antenas, por ejemplo una configuración de 2x2 (dos antenas de transmisión y dos de recepción), 3x3 (tres antenas de transmisión y tres de recepción), 5x5 (cinco antenas de transmisión y cinco de recepción), entre otras. Igualmente, aunque en la realización preferente la agrupación es una agrupación lineal, también puede ser posible otra configuración de agrupación sin alejarse del alcance de protección de la presente invención.

- 45 Para formar una imagen en sección transversal del tejido corporal del paciente que está siendo irradiado, el tejido corporal tiene que ser irradiado desde todas las direcciones (360°). Para hacerlo, las antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción son controladas por un controlador 21 (véase la Fig. 2), tal como un microcontrolador, del dispositivo informático externo 20, a través de los medios 12 de alimentación y de multiplexación, es decir, a través de los conmutadores 12A de RF y de las líneas 12B de transmisión de RF, para llevar a cabo la emisión y la detección de las señales de microondas mediante una selección continua. El controlador 21 selecciona continuamente pares de antenas (transmisor-receptor) para llevar a cabo la emisión de señales de microondas y la detección de señales de microondas. Preferentemente, en cada selección continua se selecciona un único par de

antenas 11T, 11R de transmisión-recepción, repitiendo el procedimiento hasta que se reúnen suficientes señales para formar la imagen del tejido corporal irradiado.

5 La generación de la señal de microondas y la selección de las antenas 11T, 11R de transmisión y de recepción se llevan a cabo de forma automática y sincronizada con la transmisión y con la adquisición por parte del dispositivo informático externo 20.

Según la presente realización preferente, las señales de microondas son generadas por el dispositivo informático externo 20 y suministradas a la unidad interna 10 por medio de una conexión alámbrica incluyendo un cable coaxial delgado 30 a lo largo del tubo 14 de endoscopio o de catéter, según se ilustra en la Fig. 1.

10 Las señales dispersadas recibidas por la unidad informática externa 20 procedentes de las antenas 11R de recepción son procesadas con algoritmos de reconstrucción de imágenes por microondas que incluyen procedimientos de estimación de la propiedad dieléctrica en los dominios frecuencial y temporal, procedimientos de radar o formación de imágenes tomográficas. La información de microondas será combinada con las herramientas existentes de visualización endoscópica proporcionando todos los datos disponibles con la misma interfaz, que puede incluir vídeo, la formación de imágenes por microondas, el seguimiento endoscópico y una formación previa de imágenes de TC.

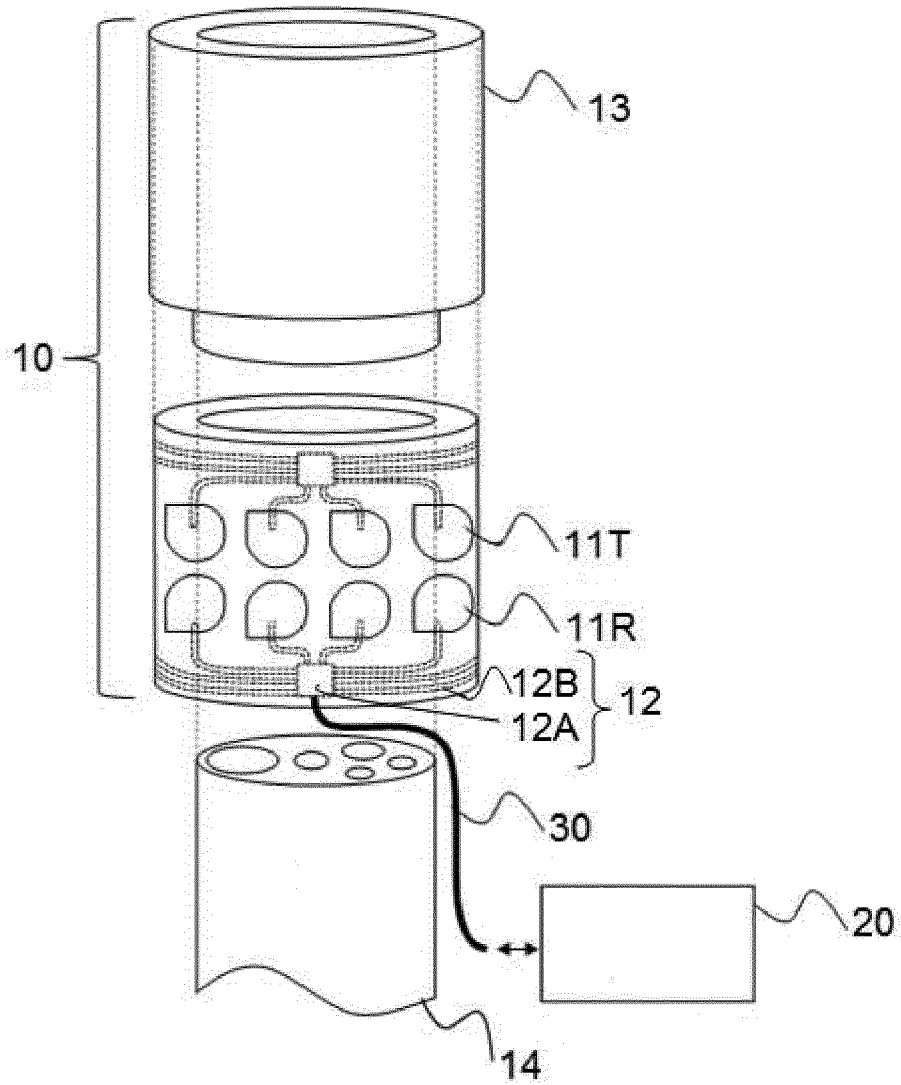
15 Según una realización alternativa, en este caso no ilustrada, las señales de microondas generadas por el dispositivo informático externo 20 son suministradas a la unidad interna 10 mediante tecnología inalámbrica (es decir, no hay cables presentes entre el dispositivo informático externo 20 y la unidad interna 10). En el dispositivo, entonces se multiplexa la señal de transmisión y es suministrada a las antenas 11T de transmisión a través de los medios 12 de alimentación y de multiplexación.

20 La invención hace referencia, además, a un dispositivo 10, preferentemente con una forma cilíndrica, que, en uso, es introducido en un paso corporal de un paciente (por ejemplo, el colon) y configurado y adaptado para funcionar con tecnología de microondas (aproximadamente 3 hasta 10 GHz) para la prevención y el diagnóstico de enfermedades. El dispositivo 10 comprende dos agrupaciones de N antenas 11T de transmisión y N antenas 11R de recepción que, en uso, están configuradas para emitir, mediante las antenas 11T de transmisión, una primera señal de microondas a uno o más tejidos corporales y para detectar, mediante las antenas 11R de recepción, una segunda señal de microondas dispersada por dichos uno o más tejidos corporales; y medios 12 de alimentación y de multiplexación en conexión con dichas N antenas 11T de transmisión y N antenas 11R de recepción y con una unidad informática externa 20, tal como un PC.

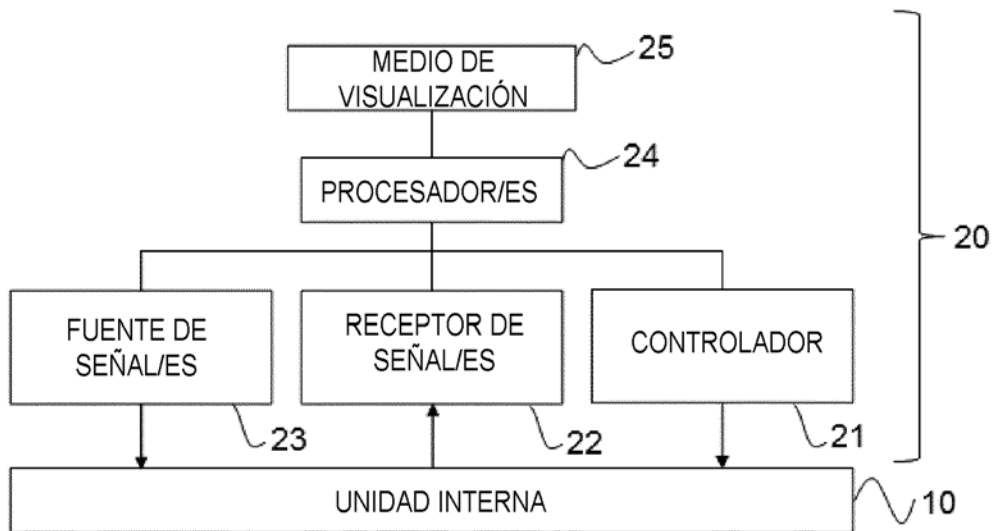
25 30 El alcance de la presente invención está definido en el siguiente conjunto de reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema médico basado en tecnología de microondas para la prevención y el diagnóstico de enfermedades, comprendiendo dicho sistema:
- 5 una unidad interna (10) que, en uso, es introducida en un paso corporal de un paciente, incluyendo dicha unidad interna (10) medios configurados para transmitir una primera señal de energía a uno o más tejidos corporales y configurados para detectar una segunda señal de energía dispersada por dichos uno o más tejidos corporales; y
- 10 una unidad informática externa (20) que, en uso, está ubicada fuera del cuerpo del paciente y conectada con dicha unidad interna (10) para recibir dicha segunda señal de energía detectada por dicha unidad interna (10) y para convertir dicha segunda señal de energía en una imagen,
- 15 en el que dichos medios configurados para transmitir una primera señal de energía y configurados para detectar una segunda señal de energía de la unidad interna (10) comprende dos agrupaciones de N antenas (11T) de transmisión y N antenas (11R) de recepción, comprendiendo dichas señales primera y segunda de energía señales de microondas,
- 20 caracterizado dicho sistema porque dicha unidad interna (10) incluye, además, medios (12) de alimentación y de multiplexación en conexión con dichas N antenas (11T) de transmisión y N antenas (11R) de recepción y con dicha unidad informática externa (20), configurado para proporcionar, bajo el control de un controlador (21) de dicha unidad informática externa (20), una selección secuencial continua de distintos pares de antenas (11T, 11R) de transmisión y de recepción para llevar a cabo la transmisión de la señal de microondas y la detección de la señal dispersada de microondas, en el que las N antenas (11T) de transmisión y las N antenas (11R) de recepción y los medios (12) de alimentación y de multiplexación están dispuestos en un mismo sustrato electrónico que tiene dos caras, estando colocadas las N antenas (11T) de transmisión y las N antenas (11R) de recepción en una de dichas dos caras y estando colocados los medios (12) de alimentación y de multiplexación en la otra cara.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que cada una de dichas N antenas (11) de transmisión y cada una de dichas N antenas (11R) de recepción está conectada con un conmutador (12A) de radiofrecuencia por medio de líneas (12B) de transmisión de radiofrecuencia (RF).
- 30 3. El sistema de cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que las N antenas (11T) de transmisión y las N antenas (11R) de recepción están separadas una distancia de al menos la mitad de una longitud de onda para reducir el acoplamiento entre las antenas.
4. El sistema de cualquiera de las anteriores reivindicaciones, que comprende al menos dos antenas (11T) de transmisión y al menos dos antenas (11R) de recepción.
- 35 5. El sistema de la reivindicación 1, en el que el controlador (21) de la unidad informática externa (20) está configurado para seleccionar, en cada selección secuencial continua, un único par de antenas (11T, 11R) de transmisión y de recepción.
6. El sistema de la reivindicación 1, que comprende, además, una carcasa (13) de protección configurada para proteger las dos agrupaciones de N antenas (11T) de transmisión y de N antenas (11R) de recepción y los medios (12) de alimentación y de multiplexación.
- 40 7. El sistema de la reivindicación 1, en el que la unidad informática externa (20) está conectada a través de una conexión alámbrica con dichos medios (12) de alimentación y de multiplexación.
8. El sistema de la reivindicación 1, en el que la unidad informática externa (20) está conectada a través de una conexión inalámbrica con dichos medios (12) de alimentación y de multiplexación.
9. El sistema de la reivindicación 1, en el que la unidad interna (10) tiene una forma cilíndrica para acoplarse con un tubo (14) de endoscopio.



**Fig. 1**



**Fig. 2**