

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 994 937**

(21) Número de solicitud: 202330658

(51) Int. Cl.:

**A61B 5/0507** (2011.01)

**A61B 34/00** (2006.01)

**G06T 7/00** (2007.01)

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

**28.07.2023**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**04.02.2025**

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE  
(100.00%)  
AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N  
03202 ELCHE (Alicante) ES**

(72) Inventor/es:

**ÁVILA NAVARRO, Ernesto;  
MARTÍNEZ LOZANO, Andrea;  
BLANCO ANGULO, Carolina;  
RODRÍGUEZ MARTÍNEZ, Alberto;  
GUTIERREZ MAZÓN, Roberto;  
SABATER NAVARRO, José María;  
JUAN POVEDA, Carlos Gabriel y  
GARCÍA MARTÍNEZ, Héctor**

(54) Título: **SISTEMA DE DETECCIÓN DE DESPLAZAMIENTO CEREBRAL EN CIRUGÍA DE TUMORES CEREBRALES CON REPOSICIONAMIENTO DE TUMORES EN TIEMPO REAL**

(57) Resumen:

Sistema de detección de desplazamiento cerebral en cirugía de tumores cerebrales con reposicionamiento de tumores en tiempo real.

Se describe en este documento un dispositivo y un método que hace uso de dicho dispositivo para la detección no invasiva de desplazamiento cerebral en intervenciones intracraneales, el reposicionamiento tanto del cerebro como del tumor en tiempo real y la representación de las imágenes e información asociada al equipo de neurocirujanos que realiza la intervención mediante técnicas de realidad aumentada. Para ello, se hace uso de una pluralidad de antenas de microondas dispuestas alrededor de la cabeza del paciente que emiten unas señales de muy baja potencia y que, mediante el uso de técnicas avanzadas de procesado de señal, permiten determinar la posición del cerebro del paciente y, de esta forma, evaluar si se ha producido un desplazamiento cerebral durante la intervención. En caso de que se haya producido un desplazamiento cerebral, el sistema, mediante un modelo digital de deformaciones mecánico-elásticas del cerebro, determina la nueva posición tanto del cerebro como del tumor y las muestra, mediante técnicas de realidad aumentada, al equipo de neurocirujanos que realiza la intervención.

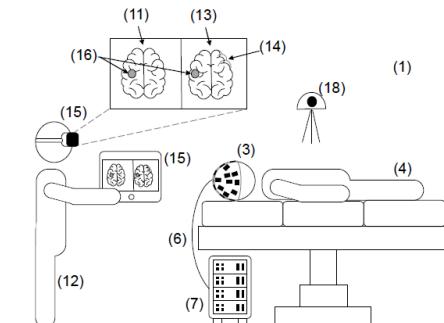


Figura 1.

**DESCRIPCIÓN****SISTEMA DE DETECCIÓN DE DESPLAZAMIENTO CEREBRAL EN CIRUGÍA DE  
TUMORES CEREBRALES CON REPOSICIONAMIENTO DE TUMORES EN TIEMPO  
REAL**

5

**OBJETO DE LA INVENCIÓN**

La invención aquí descrita se centra en la detección en tiempo real del desplazamiento cerebral durante intervenciones de tumores cerebrales y el posterior reposicionamiento tanto del tumor como de la morfología del cerebro.

Más concretamente, en este documento se describe un dispositivo electrónico no invasivo, basado en antenas a frecuencias de microondas, para la detección del *brain-shift* o desplazamiento cerebral que puede producirse, entre otras, en intervenciones de extirpación de tumores cerebrales, que incluye un sistema software, basado en un modelo digital de deformaciones mecánico-elásticas cerebrales, que en función de la deformación detectada obtiene la posición actualizada tanto del cerebro como del tumor y un sistema de realidad aumentada que muestra esta nueva posición al equipo de neurocirujanos que lleva a cabo la intervención, para que puedan actualizar adecuadamente la estrategia de intervención.

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

La invención se enmarca en el sector de los equipos de imagen médica, y más concretamente los equipos de imagen médica mediante técnicas de microondas o técnicas radar. De manera más específica, la invención forma parte de los equipos de monitorización intraoperatoria del paciente, así como de los equipos de asistencia al equipo quirúrgico.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

La presente invención tiene como objeto una herramienta para la monitorización intraoperatoria del denominado fenómeno *brain-shift* o desplazamiento cerebral cuando haya sospechas de que, efectivamente, se ha producido este fenómeno en cualquier momento durante una intervención intracraneal. Esta herramienta funciona mediante un sistema de imagen a partir de antenas en el rango de frecuencias de microondas, y puede proporcionar todo tipo de información sobre el posible *brain-shift* en tiempos muy

reducidos. De este modo, esta herramienta podría sustituir a los sistemas de predicción del *brain-shift* en los casos leves, cuya precisión y fiabilidad no alcanza los estándares requeridos por los cuerpos médicos, así como a las técnicas de resonancia magnética en los casos de *brain-shift* más severos, cuyo uso requiere de tiempos muy elevados

5 que incrementan el riesgo de las intervenciones. Por todo ello, la presente invención se enmarca en el campo del instrumental quirúrgico, y más concretamente en los sistemas de imagen intraoperatoria desde el punto de vista de la aplicación, así como en el campo de los sistemas de imagen por microondas desde el punto de vista tecnológico.

Dentro de los sistemas de imagen intraoperatoria, la invención se enmarca en el ámbito 10 de la detección y monitorización del *brain-shift*. Uno de los primeros trabajos en este contexto lo encontramos en un método de compensación intraoperatorio para el *brain-shift* que incluye los pasos para adquirir imágenes cerebrales preoperatorias del sujeto, construir un atlas estadístico de *brain-shift* del sujeto a partir de ellas, medir intraoperatoriamente los desplazamientos cerebrales del sujeto, y obtener el *brain-shift*

15 intraoperatorio (WO 2006028474 A1). Si bien la propuesta es interesante y pone de manifiesto la importancia del fenómeno del *brain-shift* en intervenciones craneales, tan solo se describe un método de corrección en el supuesto de que se obtengan imágenes intraoperatorias del *brain-shift*. No resuelve, por lo tanto, el reto técnico de la obtención de dichas imágenes de forma adecuada.

20 Otros métodos se basan en la predicción de deformaciones cerebrales en diferentes contextos, como por ejemplo en punciones ventriculares (KR 20230021543 A), a través de técnicas de realidad aumentada, generando modelos 3D del cerebro basados en imágenes preoperatorias. De esta forma se puede facilitar la detección de la interacción entre el cerebro y los instrumentos quirúrgicos a través de modelos físicos de

25 deformaciones. Sin embargo, esta tecnología sigue estando basada en predicciones realizadas a partir de imágenes preoperatorias, sin información intraoperatoria y, de nuevo, sin resolver el reto técnico de la estimación real y rápida del *brain-shift* durante la intervención quirúrgica.

Otras invenciones determinan el desplazamiento de objetos internos (órganos, 30 tejidos...) en el cuerpo humano mediante conjuntos de electrodos y sensores capacitivos, comparando las medidas intraoperatorias con medidas preoperatorias de capacidad utilizadas como referencia (WO 2021115563 A1). Ejemplos más relacionados

con la técnica han utilizado ondas acústicas propagándose a través de la cabeza del usuario para estimar la presión intracraneal (WO 2008101220 A2). Los cambios en esta presión arterial pueden estar relacionados con la aparición de *brain-shift*, tal y como establece la referida invención. Sin embargo, ese sistema se limita a la medida de presión arterial intracraneal. Otra invención utiliza un sistema de ultrasonidos para identificar deformaciones en el cerebro provocadas por la interacción o presión de 5 herramientas quirúrgicas robotizadas (US 20200297430 A1), si bien no se analiza la detección del *brain-shift*.

Un enfoque diferente consiste en un sistema de sellado del orificio de trepanación del cráneo para paliar los efectos del *brain-shift* (US 8313453 B2). La invención permite que, 10 una vez hecho el orificio en el cráneo para la intervención, la herramienta entre en el mismo y el orificio quede sellado con la herramienta pasando por él, permitiendo el paso de la herramienta y reduciendo la fuga de presión. Cabe destacar que este sistema no corrige el *brain-shift*, sino que intenta evitar su aparición.

Otras invenciones más recientes proponen introducir una cámara estereoscópica a 15 través de la incisión quirúrgica que permita tomar una serie de imágenes y procesarlas para estimar posibles desplazamientos en comparación con las imágenes preoperatorias (WO 2020031070 A1, WO 2022259203 A1). Estas propuestas son interesantes pero tienen una limitación evidente: su uso y fiabilidad están limitados al campo de visión desde el punto de la incisión. Los desplazamientos que se produzcan en áreas colindantes no visibles no se detectarán. Esto implica que estas invenciones 20 tienen un uso muy limitado para las particularidades del *brain-shift*, que afecta a regiones alejadas del punto de incisión.

En general, no se ha detectado ninguna invención que trate claramente sobre tecnología para la detección del *brain-shift* en tiempo real. Sí que se ha detectado un considerable 25 número de patentes relacionadas con este fenómeno a través de multitud de enfoques diferentes. Sin embargo, todas las propuestas se basan en métodos que realizan estimaciones a partir de imágenes obtenidas por tecnologías convencionales. Tampoco hemos encontrado ningún resultado relevante sobre el tema en la oficina española, lo que demuestra una novedad clara y manifiesta de esta propuesta en el mercado nacional.

- En lo referente a los sistemas de imagen por microondas (MWI, por sus siglas en inglés), el número de invenciones registradas en este ámbito es considerablemente elevado. Por ejemplo, en (US 7825667 B2) y (JP 5334242 B2) se muestran algunos de los primeros sistemas de MWI, en los que se puede apreciar la técnica de envío y recepción de pulsos a diferentes frecuencias, y la obtención de la imagen final en función de la permitividad y conductividad de los objetos por los que viajan las ondas. También hay ejemplos más actuales como (WO 2021026592 A1). Estas patentes demuestran la viabilidad técnica del sistema de imagen intraoperatoria que se considera en la presente invención.
- Considerando más específicamente la aplicación de sistemas MWI al ámbito médico, se han protegido sistemas MWI dedicados a generar imágenes médicas de la mama y poder localizar y hacer un seguimiento de posibles tumores de mama (WO 2012048020 A1). Se trata de un claro ejemplo de sistema MWI usado para detectar y seguir objetivos quirúrgicos (tumores).
- La actividad actual queda reflejada en la protección y constante actualización y extensión de patentes modernas que se basan en MWI con los mismos fundamentos para diferentes aplicaciones y regiones corporales, como por ejemplo (WO 2018029488A 1). Incluso existen algunas patentes centradas en el uso de MWI para la detección de tumores de cerebro (CN 105816172 A) o la monitorización continua y no invasiva de accidentes cerebrovasculares, como derrames o edemas (CN 110960216 A), mostrando la inocuidad de esta tecnología, su capacidad de operación en tiempo real y su coste considerablemente inferior a los sistemas de resonancia magnética. Por otra parte, la invención (ES 2729990 T3; WO 2017125807 A1) presenta un sistema de imagen médica por MWI.
- De manera general, es fácil comprobar que las tecnologías MWI representan un campo con actividad intensa, con más de 100.000 patentes. Lo mismo ocurre para MWI aplicado a medicina, que es una de las principales aplicaciones de MWI. Se trata de una tecnología madura, en estado de desarrollo considerablemente avanzado, y en estado de explotación en diversos ámbitos, especialmente los relacionados con la medicina.
- De todo el análisis general de los antecedentes de la invención propuesta se desprende un notable interés por el desarrollo de soluciones que aborden el *brain-shift*, con un número de patentes relacionadas moderado, y un alto interés por el desarrollo de

sistemas médicos basados en MWI. Sin embargo, a día de hoy no se ha podido localizar ninguna patente (ni estudio de ningún tipo) que aborde el *brain-shift* de manera intraoperatoria, en tiempo real, usando MWI. Por todo ello, se ha detectado una necesidad en la técnica que se podría cubrir con un sistema de MWI para la detección del *brain-shift* en tiempo real. Las tecnologías actuales demuestran la viabilidad del enfoque, y la medicina actual no deja ningún lugar a dudas sobre la necesidad del desarrollo de esta tecnología para la mejora de los resultados de las cirugías craneales. Mediante el sistema propuesto se pretende dar solución a la necesidad detectada y ofrecer a la sociedad una solución eficiente, que utiliza una tecnología madura adaptada a la problemática real del fenómeno del *brain-shift*.

10

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención consiste en un dispositivo no invasivo que permite obtener la posición del cerebro en tiempo real durante intervenciones quirúrgicas de extracción de tumores craneales y determinar si se ha producido un desplazamiento cerebral o *brain-shift*, así como cuantificarlo. Una vez determinado y cuantificado el *brain-shift*, y a partir de un modelo digital de deformaciones mecánico-elásticas del cerebro, el sistema realiza la traslación del desplazamiento medido al conjunto del cerebro y obtiene como resultado la nueva posición del cerebro y del tumor. El sistema posteriormente muestra esta nueva posición del tumor y la geometría del cerebro mediante un sistema de realidad aumentada al equipo de neurocirujanos para que puedan actuar en consecuencia y actualizar la estrategia de intervención y extracción del tumor.

El sistema se compone de una serie de antenas impresas de pequeño tamaño. Estas antenas están dispuestas sobre un soporte físico de manera que sus posiciones se adaptan a la cabeza del paciente, por ejemplo a modo de casco, permitiendo hacer medidas sobre ella. Las antenas funcionan en el rango de frecuencias de las microondas (típicamente entre 1 GHz y 10 GHz) y emiten unas señales de muy baja potencia (en torno a 1 mW, 0 dBm), muy por debajo de la potencia emitida por los actuales teléfonos móviles. Esta baja potencia de emisión garantiza que el sistema sea totalmente inocuo tanto para el paciente como para los profesionales sanitarios que utilizan el equipo. Tras emitir estas señales, las ondas electromagnéticas sufren diferentes reflexiones y refracciones a lo largo de los diferentes tejidos de la cabeza del paciente (principalmente

20

25

30

debidas a las diferencias en las propiedades dieléctricas entre los diferentes tejidos), las cuales son finalmente recibidas por las antenas.

Las señales recibidas por las antenas del sistema son procesadas en una unidad de cálculo mediante técnicas avanzadas de procesado de señal que permiten obtener la respuesta de cada una de ellas, la cual está relacionada con la posición del cerebro.

- 5       Evaluando estas respuestas recibidas por las antenas se determina la distancia a la que se encuentra el cerebro de cada una de ellas y de esta manera se determina la posición del cerebro y del tumor a intervenir. Esta medida se realiza antes de la intervención quirúrgica para determinar la posición y geometría del cerebro previas a la apertura del cráneo. Posteriormente, se realizan las medidas de nuevo una vez que el equipo de
- 10      neurocirujanos accede al cerebro para la intervención, de manera que se obtiene la posición exacta del cerebro en ese momento y se puede determinar con gran precisión y en tiempo real si el cerebro se ha desplazado, hacia dónde lo ha hecho y el desplazamiento exacto que ha sufrido.

15      Una vez obtenida con precisión la posición actual del cerebro y evaluado el posible *brain-shift*, se utiliza un modelo biológico digital de deformaciones mecánico-elásticas del cerebro que toma como referencia la posición y geometría del cerebro previa al inicio de la intervención y como datos de entrada la posición actualizada del cerebro. A partir de estos datos, el modelo de deformaciones realiza los cálculos necesarios para reposicionar de forma precisa el cerebro y el tumor, trasladando los desplazamientos

20      cerebrales puntuales medidos a todo el conjunto del cerebro. Esta nueva posición actualizada de cerebro y tumor se muestra al equipo de neurocirujanos que realizan la intervención mediante un sistema de realidad aumentada, compatible con los sistemas de imagen médica que se utilizan actualmente en quirófano.

25      El sistema propuesto puede ser fácilmente integrado y es compatible con el resto de equipos e instrumental de quirófano utilizado habitualmente en intervenciones de cirugía intracraneal.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

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 figuras y dibujos donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Imagen explicativa del sistema propuesto.

Figura 2.- Soporte físico de las antenas con morfología de la cabeza y con orificios

5 para poder realizar la intervención quirúrgica.

Figura 3.- Imagen explicativa del funcionamiento del sistema integrado en quirófano

Figura 4.- Esquema funcional y de conexiones del sistema propuesto.

Figura 5.- Diagrama de flujo de una posible implementación funcional del sistema.

10

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

En un posible modo de realización de la invención, el sistema propuesto (1) se implementa en el quirófano donde se realiza la intervención de cirugía intracraneal. Las

medidas del sistema se toman mediante una serie de antenas de pequeño tamaño (2)

que funcionan en la banda de frecuencias de microondas (típicamente entre 1 GHz y 10

GHz). La banda de funcionamiento de las antenas (2) se selecciona para tener una

15 buena precisión espacial (banda de frecuencias altas) y una buena profundidad de

penetración en el tejido (banda de frecuencias bajas). Se dispone de un número

determinado de antenas (2), adecuado para realizar las medidas con la precisión

necesaria. Las antenas (2) se disponen alrededor de la cabeza con un soporte físico (3)

con una forma adecuada para cubrir toda la zona de la cabeza del paciente (4). En este

20 caso, y de forma no limitativa, se propone un soporte para las antenas con forma de

casco con los huecos o incisiones necesarios para garantizar el correcto acceso de las

herramientas quirúrgicas (5) al cerebro del paciente.

Las antenas (2) están conectadas (6), ya sea mediante medios guiados (cable coaxial)

25 o inalámbricos, al equipamiento hardware (7), en particular al sistema electrónico de

comutación y control (8). Este sistema de comutación y control (8) estará formado por

una serie de conmutadores de alta frecuencia que estarán controlados por un

computador (9). La configuración de emisión/recepción de las antenas es configurable

dependiendo de cómo se diseñe el sistema de comutación y control, de forma que se

puede disponer que cada antena transmita y reciba la señal ella misma o bien que una

30 antena transmita la señal y que todas o algunas de las otras antenas reciban la señal

5 transmitida por la primera antena. El sistema de conmutación y control (8) se conecta a su vez con el equipo de instrumentación (10) encargado de la generación de las señales que transmiten las antenas y de la recepción de las señales obtenidas por las antenas. Estas señales se pueden generar indistintamente tanto en el dominio de la frecuencia como en el dominio del tiempo o cualquier otro dominio transformado de señal. El equipo  
10 de computación y cálculo del sistema (9) controla de forma autónoma tanto el sistema de conmutación y control (8) como el equipo de generación/recepción de las señales (10), de forma que todo el proceso de medida de las antenas se puede realizar de forma autónoma y automática, sin necesidad de participación del equipo médico. Todo el proceso de funcionamiento del sistema se inicia una vez el paciente está correctamente  
15 posicionado para realizar la intervención quirúrgica y justo antes del inicio de la misma.

El procedimiento preferente y no limitativo de utilización del sistema es el siguiente, que queda reflejado en el diagrama de flujo mostrado en la Figura 5:

- Primeramente se realiza una medida de control y referencia con el paciente (4) ya situado en la posición adecuada para la intervención quirúrgica, antes de que dé comienzo la operación.  
20
- A partir de esta primera medida de referencia se obtiene, mediante técnicas de procesado de señal, la posición y distancia a las antenas del cerebro en reposo, es decir, antes de iniciar la intervención (11).
- Una vez realizado el acceso al cerebro por parte del equipo de neurocirujanos (12), se realiza una segunda medida con el sistema que se muestra en esta invención. Se calcula de nuevo la posición y distancia del cerebro a las antenas (13).  
25
- A partir de las medidas anteriores se determina si ha habido desplazamiento cerebral (14) y se cuantifica la gravedad del mismo. Estos resultados se muestran al equipo de neurocirujanos para su conocimiento (15) y se determina si se puede seguir con la intervención quirúrgica o si se necesitan nuevas imágenes para adaptar la estrategia de intervención a las nuevas circunstancias.  
30
- En caso de que se haya producido un desplazamiento cerebral, se realiza el reposicionamiento tanto del cerebro (13) como del tumor (16) mediante un modelo biológico digital de deformaciones mecánico-elásticas (17) que permite obtener la nueva posición del cerebro y del tumor con alta precisión.  
35
- Las imágenes y datos de la posición actual y anterior del cerebro y del tumor (en

receso), así como el desplazamiento sufrido, se muestran al equipo médico que realiza la intervención utilizando dispositivos de visualización de realidad aumentada junto con dispositivos de captación del entorno (15, 18). Estas imágenes y su forma de representación será compatible con el resto de equipos de visualización y de imágenes médicas que se utilizan en el quirófano. A partir de 5 estas imágenes y del resto de la información obtenida con el sistema objeto de esta invención (determinación cuantitativa del desplazamiento del cerebro, áreas del cerebro afectadas, nueva posición del tumor, etc.), el equipo de neurocirujanos podrá ajustar la estrategia de la intervención quirúrgica de manera inmediata y 10 proseguir con la operación.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral en cirugía de tumores cerebrales con reposicionamiento de tumores en tiempo real basado en señales de microondas para obtener y mostrar en tiempo real la posición del cerebro del paciente  
5 (4) antes y durante las intervenciones intracraneales, **que comprende** una unidad de cálculo y proceso (9), un equipo de generación y recepción de señales en el rango de frecuencias de microondas (10), una pluralidad de antenas (2), un circuito electrónico de conexión (8), un dispositivo de captación del entorno (18) y elementos de representación de resultados e imagen con realidad aumentada (15).
- 10 2. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicación 1 **caracterizado** por que la pluralidad de antenas (2) se encuentran dispuestas alrededor de la cabeza del paciente (4) en un capuchón, casco o gorro (3), de forma que su disposición se adapta a la cabeza del paciente al que se le va a realizar la intervención quirúrgica (4).
- 15 3. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 y 2 **caracterizado** por que la pluralidad de antenas (2) son impresas, de banda ancha, funcionan en el rango de frecuencias de las microondas y emiten señales de muy baja potencia, entre 0.1 mW y 150 mW.
4. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según  
20 reivindicaciones 1, 2 y 3 **caracterizado** por que la pluralidad de antenas (2) pueden transmitir y recibir las señales generadas por el equipo de generación y recepción de señales (10) en cualquier tipo de disposición de parejas de antenas transmisoras y receptoras, o bien ejecutando cada antena individual las funciones de transmisión y recepción.
- 25 5. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado** por que la pluralidad de antenas (2) se conectan, mediante medios guiados o inalámbricos (6), al equipo de generación y recepción de señales (10) mediante un circuito electrónico de conexión (8) formado por una pluralidad de conmutadores.
- 30 6. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 5 **caracterizado** por que el equipo de generación y recepción de señales (10) está conectado a la unidad de cálculo y proceso (9) y le transfiere, ya sea

de forma síncrona o asíncrona, las señales recibidas por las antenas (2).

7. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 6 **caracterizado** por que la unidad de cálculo y proceso (9) ejecuta algoritmos que, tomando como entrada las señales recibidas por las antenas (2), utilizan técnicas avanzadas de procesado y transformaciones de señal que permiten obtener la distancia del cerebro a ciertos puntos de referencia del sistema y evaluar si se ha producido desplazamiento cerebral (14).

8. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado** por que la unidad de cálculo y proceso (9) ejecuta un modelo digital de deformaciones mecánico-elásticas del cerebro (17) que determina, a partir de los datos obtenidos del desplazamiento cerebral (14), la posición del cerebro y tumor (13, 16) una vez iniciada la intervención quirúrgica.

9. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 7 **caracterizado** por que la unidad de cálculo y proceso (9), está conectada al dispositivo de captación del entorno (18) y a los dispositivos de representación de realidad aumentada, compuestos por gafas, pantallas de proyección holográfica en 3D y dispositivos de proyección 3D interactivos que permiten al equipo de neurocirujanos (12) interactuar con el sistema a través de gestos (15).

10. Sistema (1) no invasivo de detección de desplazamiento cerebral según reivindicaciones 1 a 9 **caracterizado** por que la unidad de cálculo y proceso (9) ejecuta un software para la representación en tiempo real en los dispositivos de visualización de realidad aumentada (15) de los datos de desplazamiento cerebral (14), las imágenes con la posición actual de cerebro y tumor (13, 16) y los datos de la captación del entorno (18), proporcionando una visualización natural del paciente (4) con los elementos virtuales insertados.

25

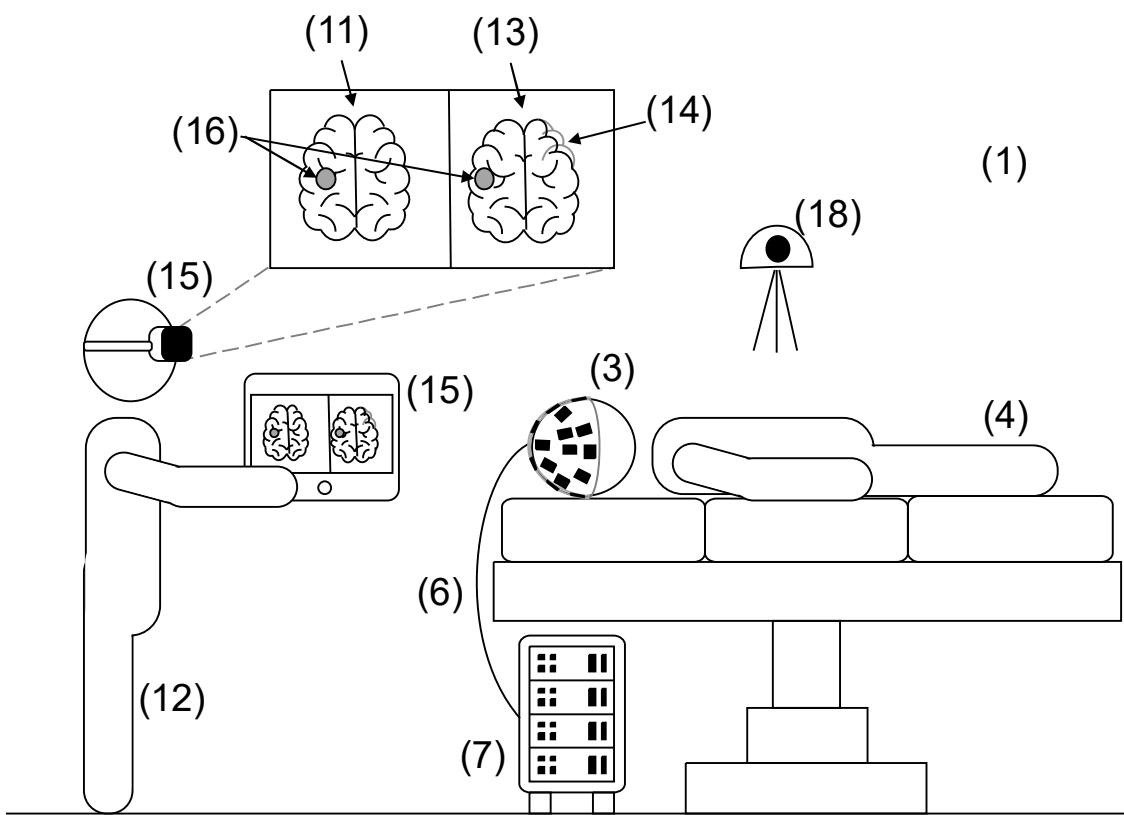


Figura 1.

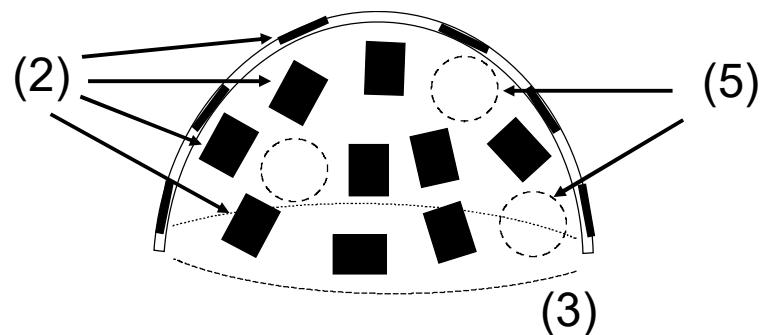


Figura 2.

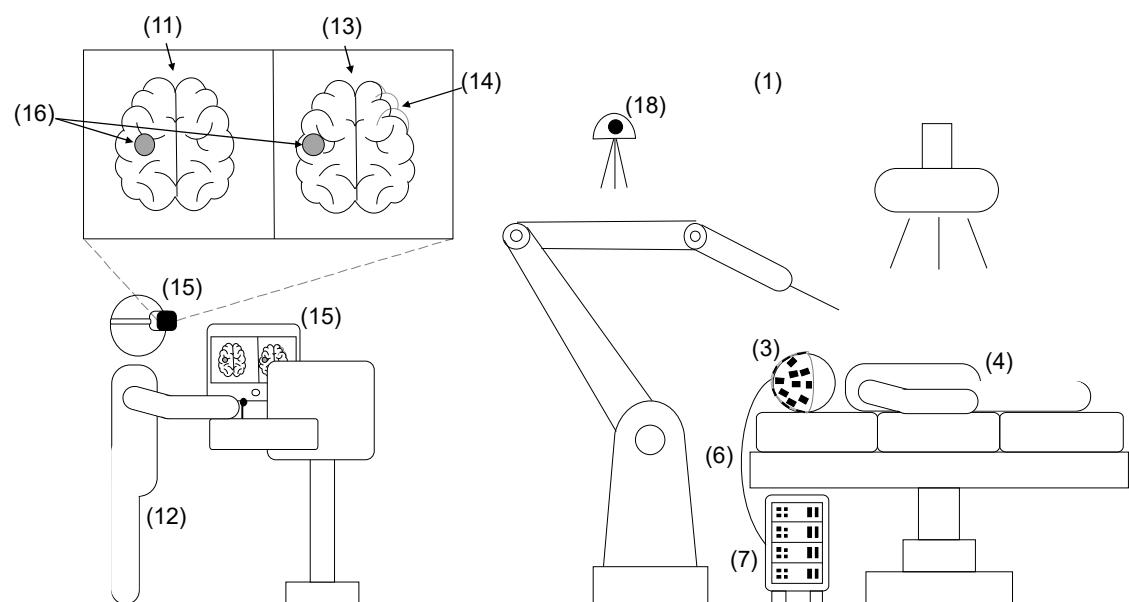


Figura 3.

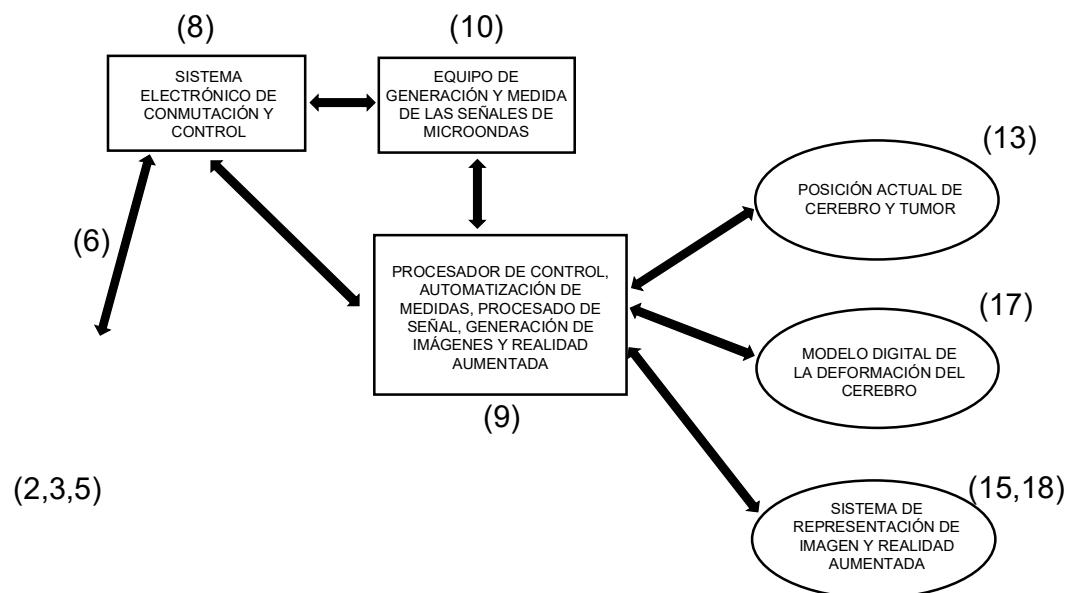


Figura 4.

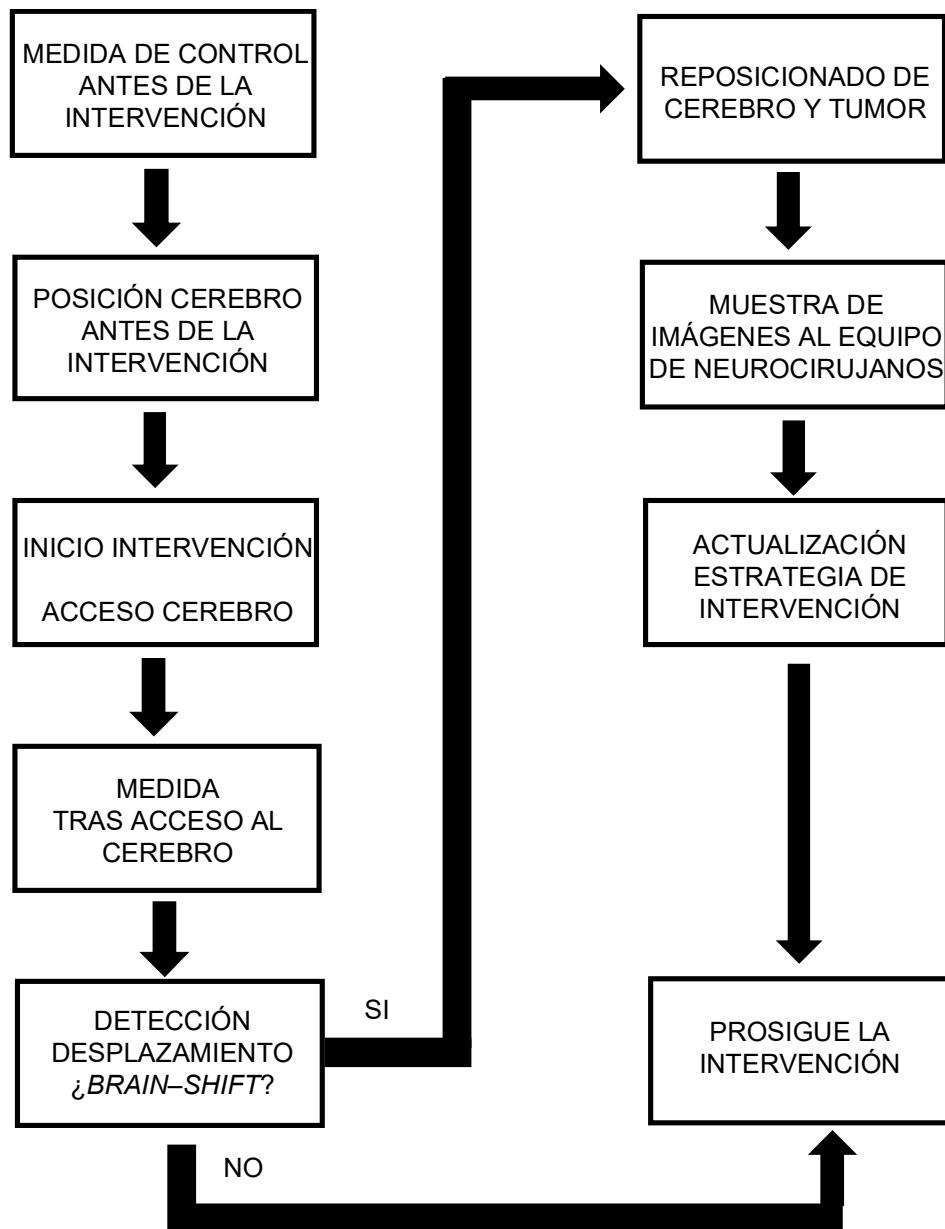


Figura 5.



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202330658

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 28.07.2023

(32) Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	66)	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X		C. G. JUAN, C. BLANCO-ANGULO, N. BERMEJO, H. GARCÍA, J.M. VICENTE-SAMPER, E. ÁVILA, J.M. SABATER-NAVARRO. "Sistema no invasivo para la medida y visualización de desplazamientos de tejidos en neurocirugía", Simposio CEA de Bioingeniería (Comité Español de Automática), Valencia, Spain, 2019; fig.1 y 5, resumen, apartados 1.1.-1.3.	1-10
A		C. BLANCO-ANGULO, A. MARTÍNEZ-LOZANO, C. G. JUAN, R. GUTIÉRREZ-MAZÓN, J. ARIAS-RODRÍGUEZ, E. ÁVILA-NAVARRO AND J. M. SABATER-NAVARRO. "Validation of an RF Image System for Real-Time Tracking Neurosurgical Tools", MDPI Sensors, vol. 20, ed. 10, 3845, mayo 2022; págs. 3-7.	1-8
A		NATIVIDAD BERMEJO, JUAN D. ROMERO-ANTE, JULIANA MANRIQUE-CÓRDOBA, JOSÉ M. SABATER-NAVARRO, CARLOS G. JUAN. "Augmented Reality Holographic Visualization System for Surgery Auxiliary Visualization: Proof of Concept for Surgical Training", 2023 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), 24/07/2023; todo el documento.	1-10
A		WO 2020047599 A1 (EMVISION MEDICAL DEVICES LTD) 12/03/2020, figs. 1 y 10, págs. 11-21.	1-7
A		KR 20230021543 A (FOUNDATION SOONGSIL UNIV INDUSTRY COOPERATION) 14/02/2023, fig. 12, resumen.	1, 8-10
A		US 2022395328 A1 (WANG YEN-YU et al.) 15/12/2022, fig. 2, resumen, párrafos 4-5.	1, 9-10

#### 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:

Fecha de realización del informe 30.05.2024	Examinador A. Astudillo Lizaga	Página 1/2
--	-----------------------------------	---------------

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**A61B5/0507** (2021.01)

**A61B34/00** (2016.01)

**G06T7/00** (2017.01)

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

A61B, G06T

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

INVENES, EPODOC, WPI