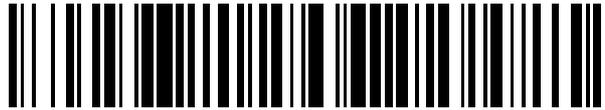


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 965**

51 Int. Cl.:

A61B 6/14 (2006.01)
A61B 6/00 (2006.01)
A61B 6/03 (2006.01)
A61B 6/04 (2006.01)
A61B 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2017** **E 17306306 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** **EP 3461417**

54 Título: **Un método y sistema para obtener parámetros operativos para la adquisición de rayos X 3D**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.04.2021

73 Titular/es:

TROPHY (100.0%)
4 Rue Fernand Pelloutier Croissy-Beaubourg
77435 Marne La Vallée Cedex 2, FR

72 Inventor/es:

VARLET, STÉPHANE;
NESME, OLIVIER;
BOUTTE, LAURENT;
ALRIC, STÉPHANE y
LAGARDERE, AUDE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 821 965 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

Un método y sistema para obtener parámetros operativos para la adquisición de rayos X 3D

5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere en general al campo de la formación de imágenes de rayos X dentales y, en particular, al campo de la formación de imágenes de rayos X CBCT (Tomografía Informatizada de Haz Cónico). Más concretamente, la invención se refiere a un método para obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X y un sistema para obtener parámetros operativos para la formación de imágenes CBCT de rayos X de la zona maxilofacial de un paciente.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Los métodos y sistemas convencionales para obtener una imagen radiográfica de la zona maxilofacial de un paciente a través de imágenes CBCT de rayos X requieren muy a menudo irradiar zonas locales de tamaño reducido en relación con la magnitud de la zona maxilofacial del paciente en su totalidad con una dosis de rayos X durante un determinado tiempo de exposición con el fin de obtener detalles sobre piezas dentales, zonas específicas, etc. que sean de interés para el médico. Los ajustes predefinidos del aparato correspondientes a un paciente medio permiten llegar a las zonas locales deseadas.

Sin embargo, la recuperación de imágenes puede ocurrir debido a la variación entre pacientes con respecto a los ajustes predefinidos promedio, lo que conduce a un aumento en la dosis de rayos X recibida por el paciente.

25 Si bien dichos sistemas pueden haber logrado ciertos grados de éxito en sus aplicaciones particulares, existe, no obstante, la necesidad de mejorar estos métodos y sistemas.

El documento US 2015/0190102 da a conocer un método y un aparato para ajustar los factores de exposición técnicos durante la adquisición radiográfica.

SUMARIO DE LA INVENCION

Un objeto de la presente invención es evitar dosis de rayos X innecesarias para los pacientes cuando se someten a un examen CBCT de rayos X.

Otro objeto de la presente invención es mejorar la precisión de posicionamiento del volumen de datos de un paciente adquirido a través de una adquisición de datos CBCT de rayos X mientras se limita la exposición a la dosis del paciente.

Otro objeto más de la presente invención es optimizar el ajuste de los parámetros operativos o de adquisición de un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X antes de someter a un paciente a un examen CBCT de rayos X.

Estos objetos se proporcionan solamente a modo de ejemplo ilustrativo, y dichos objetos pueden ejemplos de una o más formas de realización de la invención. Otros objetivos deseables y ventajas inherentemente logradas por la invención pueden ocurrir o resultar evidentes para los expertos en esta técnica. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un método para obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X con el fin de adquirir un conjunto de datos de la zona maxilofacial de un paciente, comprendiendo el método:

- identificar la primera zona maxilofacial de interés de un paciente, ROI1,
- determinar una altura de un plano horizontal de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente,
- adquirir, a través de una ventana de colimador en forma de hendidura, un primer conjunto de datos relativos a la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente, incluyendo el plano horizontal, que utiliza la formación de imágenes CBCT de rayos X,
- reconstruir un corte axial de CBCT que comprende el plano horizontal basado en el primer conjunto de datos relativos a la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente,
- visualizar el corte CBCT axial reconstruido de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente a partir del primer conjunto de datos adquirido,

- definir, al menos parcialmente, una segunda zona de interés ROI2 basada en el corte de CBCT axial reconstruido visualizado de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente e intersectar la última,
- obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X basado en al menos la segunda zona definida de interés ROI2 con vistas a adquirir un segundo conjunto de datos que incluye la segunda zona definida de interés ROI2.

El método según una forma de realización de la invención es un nuevo método que permite reducir la exposición del paciente a los rayos X.

El método, según una forma de realización de la invención, es un nuevo método que utiliza un primer "pre-disparo" de rayos X con una dosis de rayos X para obtener y reconstruir un corte CBCT que comprende la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente y que permite la selección o definición de un área o zona de interés más específica por parte del médico. Esta definición o selección de un área o zona de interés más específica hace posible obtener parámetros operativos o de adquisición, adaptados que se utilizarán para otro "disparo" o una segunda adquisición de datos CBCT de rayos X.

En condiciones normales se utiliza una dosis baja para el "pre-disparo". Una dosis baja es una dosis que no excede el 20%, de manera preferible, menos del 10% y más, de manera preferible, menos del 5% de la dosis estándar o predeterminada (obtenida con los parámetros estándar o predeterminados) que se utiliza para un examen de rayos X conocido (3D, panorámicas, etc.). Se puede utilizar una dosis baja ya que el corte CBCT no necesita muchos detalles como en una adquisición convencional o por defecto y el paciente no debe estar demasiado expuesto a los rayos X. Sin embargo, la información del corte CBCT debe ser suficiente para proporcionar información morfológica (por ejemplo, ubicación de los dientes, geometría de los dientes, etc.) que permita al médico seleccionar un área o zona de interés más específica. La información contenida en el corte CBCT es propia para el paciente. Por tanto, el uso de dicha información permite una definición más adaptada y/o precisa de un área o zona de interés más específica. Esta forma de proceder claramente no se basa en los datos medios del paciente como en el pasado. Los parámetros operativos o de adquisición que se obtienen en base a dicha área o zona de interés más específica del paciente serán, por lo tanto, más fiables y precisos ya que serán representativos del paciente. El corte CBCT puede ser un corte delgado que incluye la zona ROI1. El corte puede tener menos de 100 μm de grosor o altura o un corte integrado sobre un cierto grosor o altura, normalmente del orden de unos pocos milímetros.

El paciente se encuentra, de manera preferible, en una posición repetible durante el "pre-disparo", lo que significa que para un "disparo" o adquisición posterior con los parámetros obtenidos el paciente estará en la misma posición o en una posición muy próxima. A este respecto, los parámetros de ajuste del aparato de rayos X para posicionar al paciente se guardan en memoria.

De conformidad con las posibles características o aspectos:

- definir, al menos parcialmente, la segunda zona de interés ROI2 basándose en el corte de CBCT axial reconstruido visualizado de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente que incluye definir la posición de la segunda zona de interés ROI2 en el plano x, y del corte axial;
- definir la segunda zona de interés ROI2 que incluye, además, definir la posición de la segunda zona de interés ROI2 a lo largo de un eje z (altura) que es perpendicular al plano x, y del corte axial;
- definir la posición del eje z de la segunda zona de interés ROI2 que incluye, de antemano, una de las operaciones siguientes:
 - adquirir una vista de exploración de rayos X lateral que comprenda la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente; la vista de exploración se puede utilizar para posicionar tanto la altura del plano horizontal de ROI1 como la altura y el tamaño en el plano y, z de ROI2;
 - adquirir una imagen óptica que comprenda la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente que incluye marcas de referencia;
 - realizar mediciones físicas en la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente;
- el método comprende, además, ajustar la altura de la segunda zona de interés ROI2 en base a la vista de exploración lateral, la imagen óptica o las mediciones físicas realizadas;
- la posición del eje z de la segunda zona de interés ROI2 está predeterminada;
- la segunda zona de interés ROI2 tiene un tamaño que se selecciona entre un conjunto de valores predeterminados;

- definir la posición del eje z de la segunda zona de interés ROI2 se basa en determinar la altura de un plano horizontal de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente;
 - determinar una altura de un plano horizontal de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente incluye, de antemano, una de las operaciones siguientes:
 - adquirir una vista de exploración de rayos X lateral que comprenda la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente;
 - adquirir una imagen óptica que comprenda la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente que incluye marcas de referencia;
 - realizar mediciones físicas en la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente;
 - el primer conjunto de datos se adquiere mientras el paciente se mantiene en una primera posición a través de un dispositivo de posicionamiento del paciente, estando definida dicha primera posición del paciente mediante un conjunto de parámetros de ajuste para el dispositivo de posicionamiento del paciente;
 - el método comprende ajustar previamente los parámetros de ajuste del dispositivo de posicionamiento del paciente antes de adquirir el segundo conjunto de datos;
 - el primer conjunto de datos y el segundo conjunto de datos están separados en el tiempo;
 - el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X comprende una fuente de rayos X y un sensor de rayos X que son ambos utilizables para su desplazamiento simultáneo alrededor de la cabeza del paciente a lo largo de una trayectoria predeterminada y la obtención de parámetros operativos para el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X, basados en la segunda zona de interés ROI2 definida, comprende ajustar una trayectoria tanto para la fuente de rayos X como para el sensor de rayos X en base a la segunda zona de interés definida ROI2.
- Según otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema para obtener parámetros operativos para la formación de imágenes CBCT de rayos X de la zona maxilofacial de un paciente, que comprende:
- una fuente de rayos X y al menos un sensor de rayos X que están configurados para desplazarse alrededor de la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de un paciente mientras irradian esta última con un haz de rayos X en forma de hendidura con el fin de adquirir un primer conjunto de datos relativos a la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente, incluyendo la primera zona maxilofacial de interés ROI1 de dicho paciente un plano horizontal del paciente en una posición de oclusión o un plano paralelo al mismo,
 - un microprocesador configurado para:
 - reconstruir un corte axial de CBCT que comprende el plano oclusal o el plano paralelo al mismo basándose en el primer conjunto de datos relativos a la primera zona maxilofacial de interés ROI1 del paciente,
 - visualizar el corte de CBCT axial reconstruido de la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente a partir del primer conjunto de datos adquiridos con el fin de definir, al menos parcialmente, una segunda zona de interés ROI2 que se basa en el corte de CBCT axial reconstruido visualizado e intersecta a este último,
 - obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X basándose en al menos la segunda zona definida de interés ROI2 con vistas a adquirir un segundo conjunto de datos que incluya la segunda zona definida de interés ROI2.

El microprocesador también puede configurarse para realizar cualquiera de las etapas, operaciones, características o aspectos del método anterior.

Según otro aspecto más de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento informático que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para hacer que un ordenador o un microprocesador realice el método tal como se mencionó brevemente con anterioridad.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Lo que antecede y otros objetos, características y ventajas serán evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de las formas de realización de la invención, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos.

- 5 Los elementos de los dibujos no están necesariamente a escala entre sí.
- 10 La Figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática general de un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X según una forma de realización de la invención;
- 15 La Figura 2 muestra los componentes o conjuntos funcionales principales de un sistema de formación de imágenes CBCT de rayos X según una forma de realización de la invención;
- La Figura 3 muestra un algoritmo de un método según una forma de realización de la invención;
- La Figura 4 muestra diferentes procesos para realizar la etapa S1 de la Figura 3;
- 20 La Figura 5 muestra las posibles posiciones de las zonas de interés ROI1 y ROI2 en un plano y, z con una vista de exploración lateral;
- La Figura 6A ilustra posibles posiciones relativas entre la zona de interés ROI1 y la fuente de rayos X;
- La Figura 6B muestra una vista axial del corte CBCT reconstruido con la zona ROI2;
- 25 La Figura 7 muestra un ejemplo de una trayectoria tanto para una fuente de rayos X como para un sensor de rayos X.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

30 La siguiente es una descripción detallada de las formas de realización preferidas, haciendo referencia a los dibujos en donde las mismas referencias numéricas identifican los mismos elementos de estructura en cada una de las diversas figuras.

35 La Figura 1 ilustra una forma de realización de un aparato de formación de imágenes de rayos X, en particular, un aparato de formación de imágenes extra-oral 10. El aparato 10 comprende una estructura de soporte que incluye un marco de soporte 12 que puede ser una columna de soporte.

40 La estructura de soporte también incluye una montura horizontal 14 que puede ser soportada o sostenida por la columna vertical 12. La montura horizontal 14 se extiende alejándose de la columna vertical 12 y puede ser prácticamente perpendicular a la misma. La montura horizontal 14 puede desplazarse verticalmente con respecto a la columna vertical 12.

45 Más en particular, la montura horizontal 14 está montada de forma fija en una parte vertical 12a que está montada de forma deslizante sobre una parte vertical fija 12b. Por ejemplo, un accionador, p. ej. del tipo eléctrico, ubicado detrás de la columna vertical (no representada en el dibujo) que se puede contralar para impulsar la montura horizontal 14 en un desplazamiento vertical de manera controlada.

50 La montura horizontal 14 puede soportar un pórtico 16. El pórtico 16 se puede desplazar con respecto a la estructura de soporte, y más en particular con respecto a la montura horizontal 14. El pórtico 16 puede, de forma más particular, ser giratorio con respecto a la montura horizontal 14. El pórtico 16 puede girar alrededor de un eje vertical de rotación que puede ser estacionario durante la operación del proceso de formación de imágenes o puede seguir una entre varias trayectorias predeterminadas de conformidad con el proceso de formación de imágenes seleccionado. Un mecanismo de accionamiento conocido (no representado en el dibujo) para impulsar el pórtico 16 en un desplazamiento dado está integrado dentro de la montura horizontal 14. A modo de ejemplo, dicho mecanismo de accionamiento incluye motores para impartir un primer movimiento en un plano x, y, por ejemplo, dos motores paso a paso, y un motor para impartir un movimiento de rotación alrededor del eje vertical z, por ejemplo, un motor sin escobillas.

60 El pórtico 16 soporta tanto una fuente de rayos X 18 como al menos un sensor de rayos X 20 que está dispuesto en correspondencia con la fuente de rayos X. La fuente de rayos X 18 y el al menos un sensor de rayos X 20 pueden estar dispuestos uno frente al otro. El pórtico 16 puede incluir dos brazos opuestos que se extienden hacia abajo: un primer brazo 16a soporta la fuente de rayos X 18 que está unida al mismo y un segundo brazo opuesto 16b soporta al menos un sensor de rayos X 20 que está unido al mismo.

65 La fuente de rayos X 18 incluye un colimador convencional (no representado en la Figura 1). La posición del colimador a lo largo del eje vertical z y la apertura de la ventana del colimador de hendidura se pueden ajustar de modo que el haz de rayos X colimado irradie una zona de interés de la cabeza del paciente o la zona maxilofacial del paciente.

5 Cuando se activa, la fuente de rayos X 18 emite un haz de rayos X que aquí irradia un área de formación de imágenes de la zona maxilofacial de un paciente (o zona maxilofacial de interés del paciente) antes de incidir en el al menos un sensor de rayos X 20.

10 En la presente forma de realización, la fuente de rayos X 18 y el al menos un sensor de rayos X 20 están configurados para desplazarse alrededor de la zona maxilofacial del paciente a lo largo de una trayectoria predeterminada, mientras irradian el área de formación de imágenes de la zona maxilofacial del paciente.

15 En la presente forma de realización, el aparato 10 se utiliza en un modo operativo CBCT de rayos X y en este caso, más en particular, en un modo operativo CBCT para obtener un corte CBCT 3D tal como se describirá a continuación. El aparato 10 puede considerarse como un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X para realizar tomografía volumétrica o informatizada y obtener imágenes en 3D.

20 Sin embargo, el aparato 10 también puede funcionar de conformidad con uno o varios otros modos operativos o procesos de formación de imágenes, tales como panorámicos, cefalométricos, etc.

El aparato 10 también puede funcionar de conformidad con dichos modos operativos diferentes o solamente en algunos de ellos.

25 A este respecto, se puede utilizar otro sensor u otros sensores y los rayos X se pueden colimar en consecuencia para irradiar una zona de la cabeza del paciente tal como la zona maxilofacial de interés del paciente (o la cabeza completa del paciente) con una forma específica dependiendo del modo operativo seleccionado y de la elección del médico.

El al menos un sensor de rayos X 20 incluye un sensor que está adaptado a uno de los modos operativos del aparato. Por ejemplo, el sensor puede adaptarse para realizar una exploración CBCT, p ej., un sensor volumétrico o informatizado (por ejemplo, rectangular, de forma cuadrada), o varios sensores del tipo anterior.

30 La estructura de soporte también puede incluir un elemento de soporte 22 del accesorio de posicionamiento del paciente que, en este caso, es un brazo. El brazo 22 está conectado a la estructura de soporte, y más en particular, a la columna vertical 12. El brazo de posicionamiento del paciente 22 se puede desplazar con relación a la estructura de soporte. Más en particular, el brazo 22 puede deslizarse a lo largo de la columna vertical 12 con el fin de desplazarse hacia arriba o hacia abajo al recibir una orden a través de los accionadores apropiados, por ejemplo, del tipo eléctrico. El brazo de posicionamiento del paciente 22 se extiende desde un soporte de brazo 22a que está montado de forma deslizable con respecto a la parte vertical fija 12b. El brazo de posicionamiento del paciente 22 se extiende a lo largo del aparato en una dirección que está prácticamente en correspondencia con la dirección de extensión de la montura horizontal 14. El brazo de posicionamiento del paciente 22 está, en este caso, dispuesto lateralmente con respecto al aparato en una relación prácticamente paralela con la montura horizontal 14.

40 El brazo de posicionamiento del paciente 22 sirve para colocar al paciente en el aparato en una ubicación determinada.

El brazo de posicionamiento del paciente 22 puede incluir uno de varios accesorios de posicionamiento del paciente generalmente ubicados en un extremo libre 22b del brazo o próximos al mismo. Estos accesorios pueden considerarse también, o de manera alternativa, como sistemas de sujeción.

45 Estos accesorios de posicionamiento del paciente permiten posicionar las estructuras anatómicas de la cabeza del paciente según diferentes orientaciones e inmovilizar la cabeza del paciente durante el examen con el fin de reducir cualquier posible movimiento.

50 Existen uno o varios tipos de accesorios de posicionamiento del paciente para cada tipo de examen específico a realizar por el aparato de conformidad con diferentes modos operativos. El brazo 22 está configurado para admitir cada uno de estos accesorios de posicionamiento del paciente de diferentes tipos, por lo general uno a la vez.

55 Tal como se ilustra en la Figura 1, uno de estos accesorios de posicionamiento del paciente, indicado en la referencia 24, incluye dos elementos de sujeción temporal que se extienden hacia arriba desde el brazo 22 al que están unidos de forma extraíble. Solamente se representa un elemento de sujeción temporal, estando el otro oculto por el brazo 16b.

60 El accesorio de posicionamiento del paciente 24 también puede incluir una mentonera 26 que se extiende hacia arriba desde el brazo 22 al que está unido de forma extraíble. La mentonera 26 está ubicada entre los dos elementos de sujeción temporal para colocar la cabeza de un paciente para un examen panorámico. Se puede añadir un bloque de mordida estándar a la mentonera. De manera alternativa, se puede utilizar un bloque de mordida guía Frankfort para el examen panorámico. Pueden contemplarse otros tipos posibles de accesorios de posicionamiento del paciente: un soporte nasal para realizar un examen de la articulación de la mandíbula temporal con la boca abierta y cerrada, un soporte de mordida para el examen 3D (tipo de mordida), un soporte frontal para el examen 3D (tipo frontal), una combinación de un soporte de mordida y un soporte frontal, etc. Además, se puede utilizar un asiento (no ilustrado en

el dibujo) para el paciente según el tipo de examen. Esta disposición puede ayudar a establecer la posición del paciente y también la repetibilidad de esta posición en el futuro, para la posterior adquisición de datos. Aunque la adquisición de datos posterior no se realiza en el mismo aparato, los parámetros de ajuste que definen la posición del paciente (incluyendo la posición relativa al asiento) pueden almacenarse en la memoria.

5 Tal como se ilustra en la Figura 1, se puede colocar un conjunto de asidero 34 en el extremo libre 22b del brazo, por debajo del brazo y en relación paralela con el brazo. Este conjunto de asidero 34 incluye dos partes de asidero verticales separadas 34a, 34b que pueden ser agarradas por el paciente cuando se somete a un proceso de formación de imágenes para permanecer inmóvil.

10 En general, este conjunto de asidero 34 tiene forma de U que incluye una parte de base horizontal 34c y dos ramas verticales 34a, 34b que se extienden hacia arriba, que están fijadas al brazo 22. Cada rama desempeña el papel de una parte de asidero vertical.

15 De manera alternativa, se pueden utilizar otros conjuntos de asidero para manipular el brazo 22.

El brazo de posicionamiento del paciente 22 también puede soportar un monitor o conjunto de visualización 36 que hace posible que un operador del aparato visualice las imágenes mostradas en el mismo, interactúe con él y controle ciertas funciones del aparato.

20 La Figura 2 es una vista esquemática de los principales componentes funcionales o conjuntos de un sistema para obtener los parámetros operativos 40 que se utilizarán en la presente forma de realización. Algunos o la totalidad de estos componentes o conjuntos pueden ser parte del aparato 10 o no serlo.

25 En la presente forma de realización, el sistema 40 está ubicado en el aparato 10.

El sistema 40 comprende un conjunto de adquisición 42 que incluye la fuente de rayos X y el sensor de rayos X del aparato de la Figura 1.

30 El sistema 40 comprende un conjunto de control 44 que está conectado al conjunto de adquisición 42 y configurado para controlar el funcionamiento de este último según los métodos de la forma de realización de la invención.

35 El conjunto de control 44 también se puede utilizar para permitir el funcionamiento del aparato 10 y de sus diferentes componentes/conjuntos de una manera más convencional, en particular para realizar exploraciones CBCT y reconstruir volúmenes en 3D (datos de imágenes de rayos X en 3D) y realizar adquisición de datos de tipo panorámico, cefalométrico, etc.

40 El conjunto de control 44 incluye, en particular, un microprocesador y posiblemente uno o más medios de almacenamiento para almacenar un programa informático que tiene instrucciones para controlar el sistema 40 para practicar uno o varios métodos de la forma de realización de conformidad con la presente invención. Cuando el microprocesador ejecuta el programa informático almacenado en el uno o más medios de almacenamiento, se considera que el microprocesador está configurado para realizar etapas u operaciones del método de la forma de realización según la presente invención.

45 Un aspecto de la presente invención también se refiere a un producto de programa informático que incluye uno o más medios de almacenamiento.

50 El uno o más medios de almacenamiento anteriores pueden ser, por ejemplo: medios de almacenamiento magnéticos tales como discos magnéticos (tal como un disquete) o cinta magnética; medios de almacenamiento ópticos tales como disco óptico, cinta óptica o código de barras legible por máquina; dispositivos de almacenamiento electrónico de estado sólido, tales como memoria de acceso aleatorio (RAM) o memoria de solamente lectura (ROM); o cualquier otro dispositivo físico o medio empleado para almacenar dicho programa informático.

55 Los programas informáticos almacenados u otros programas informáticos almacenados pueden tener también instrucciones para controlar el aparato 10 para practicar métodos más convencionales, tales como métodos convencionales para obtener un volumen 3D.

60 El sistema 40 también puede comprender uno o más medios de almacenamiento externos 46 que almacenan, en este caso, diferentes volúmenes de datos reconstruidos por el aparato en el curso de procesos de formación de imágenes de rayos X, por ejemplo, procesos de formación de imágenes CBCT. Los uno o más medios de almacenamiento externo 46 también pueden ser del mismo tipo que el descrito con anterioridad.

65 Los uno o más medios de almacenamiento externos 46 también pueden almacenar el programa o los programas informáticos anteriores para controlar el sistema 40 y/o, más en general, para controlar el aparato 10 en lugar de los uno o más medios de almacenamiento inherentes al conjunto de control 44.

El sistema 40 comprende, además, un conjunto de visualización 48, en este caso, un monitor o pantalla o varios de ellos, que pueden corresponder al conjunto de visualización 36 de la Figura 1. El conjunto de visualización 48 está conectado al conjunto de control 44.

5 El conjunto de visualización 48 puede mostrar, de manera automática o bajo demanda, imágenes seleccionadas de la zona maxilofacial de un paciente, obtenidas a partir de un proceso de formación de imágenes CBCT de rayos X realizado por el aparato 10.

El conjunto de visualización funciona bajo el control del conjunto de control 44.

10 El sistema 40 puede comprender, además, un conjunto de interfaz de usuario 50 que está conectado al conjunto de visualización 48 y al conjunto de control 44. El conjunto de interfaz de usuario 50 permite a un usuario, por ejemplo, un médico o un técnico, interactuar con el conjunto de visualización 48, y posiblemente con el conjunto de control 44 que ejecuta el procesamiento/algoritmos de imágenes, con el fin de realizar diferentes tareas.

15 El conjunto de interfaz de usuario 50 puede incluir uno o más dispositivos de interacción conectados al conjunto de visualización 48, tal como, entre otros, un dispositivo señalador, por ejemplo, un joystick de ratón de ordenador, un estilete, un teclado, un panel táctil, etc.

20 De manera alternativa, o, además, se pueden utilizar otros tipos de dispositivos o herramientas de interacción (herramientas de interfaz de usuario): una pantalla táctil, iconos de herramientas que se muestran o que se pueden mostrar mediante un comando en la pantalla, etc.

25 Los conjuntos 44, 46, 48 y 50 pueden estar ubicados en su totalidad o en parte en el brazo 22 del aparato 10 o ubicados de forma distante con respecto al aparato (por ejemplo, en la misma habitación o en una habitación separada o en otro lugar). Si el conjunto de control 44 no está ubicado en el aparato 10, puede haber otro conjunto de control presente en el aparato con el fin de controlar el conjunto de adquisición 42 y, de manera general, el funcionamiento del aparato. Sin embargo, toda la descripción se aplica igualmente de manera independiente de la localización de los conjuntos.

30 Lo que antecede también se aplica si los conjuntos 42, 44, 46, 48 y 50 pertenecen a otro aparato de formación de imágenes de rayos X.

35 A continuación, se describirá un método de forma de realización de conformidad con la invención con referencia a la Figura 3, que ilustra un algoritmo del programa o programas informáticos correspondientes. Este algoritmo hace referencia a otros algoritmos que se ilustran en otras figuras y que pueden formar parte del mismo programa informático o corresponder a otros programas informáticos.

40 Para su funcionamiento, el método de la forma de realización hace uso de componentes o conjuntos funcionales que pueden ser los descritos con anterioridad en relación con el aparato de la Figura 1, referencia 10 y la Figura 2. De manera alternativa, los componentes o conjuntos funcionales necesarios para realizar el método pueden ser los de otro aparato de formación de imágenes de rayos X, aunque pueden estar de conformidad con la configuración de la Figura 2 (todos los componentes de la Figura 2 pueden no estar presentes).

45 En primer lugar, se coloca un paciente en el espacio de trabajo del aparato 10 entre la fuente de rayos X 18 y el sensor de rayos X 20 del conjunto de adquisición 42, por ejemplo, en una posición sentada. El método comienza con una etapa de identificación S1 para identificar la primera zona maxilofacial de interés de un paciente denominada ROI1. El médico identifica la zona ROI1 en función de criterios predeterminados, tal como el tipo de examen que se va a realizar en una segunda zona de interés, la ROI2 de la zona maxilofacial del paciente, la segunda zona de interés, la ROI2 en sí, etc.

50 Por ejemplo, la zona ROI1 puede incluir las mandíbulas superior e inferior, parte de ambas mandíbulas, solamente una mandíbula, parte de una única mandíbula, etc. dependiendo del interés del médico.

55 El método comprende, además, una etapa S2 de determinación de la altura. Para la forma de realización de esta etapa, el paciente puede morder un elemento o accesorio de posicionamiento del paciente y luego sus dientes se separan unos pocos milímetros. Un elemento o accesorio de posicionamiento del paciente de este tipo se puede unir al brazo 22 de una manera liberable. Dicho elemento o accesorio de posicionamiento del paciente puede ser un bloque de mordida, por ejemplo, un bloque de mordida de la guía de Frankfurt utilizado para el examen panorámico, un bloque de mordida estándar, un soporte de mordida tridimensional, etc. La Figura 5 ilustra la zona ROI1 que ha sido identificada/seleccionada por el médico en una vista de exploración lateral LSV previamente adquirida de la zona maxilofacial del paciente (mera proyección de datos adquiridos a través de una adquisición de datos de rayos X laterales). En la Figura 5, la cara del paciente también se ilustra como fondo. La vista resultante puede mostrarse en el conjunto de visualización 48.

65 En la Figura 5, el bloque de mordida no se ha representado en aras de la claridad. De manera alternativa, el paciente puede estar en una posición de oclusión, es decir, sus mandíbulas superior e inferior deben estar en contacto entre

sí. Su cabeza puede mantenerse en posición a través de una mentonera, un soporte frontal que incluye una mentonera, etc. La zona ROI1 identificada puede incluir el plano oclusal en esta disposición alternativa.

5 El objetivo de esta etapa es determinar la altura de un plano horizontal dentro de la zona ROI1. Esta altura se utilizará a continuación para una primera adquisición de datos de rayos X que se describirá más adelante.

Este plano horizontal puede ser un plano medio de ROI1 u otro plano dentro de ROI1. Para la realización de esta etapa, el paciente también puede colocarse de manera que su plano Camper sea horizontal.

10 La Figura 4 muestra diferentes formas de determinar la altura del plano horizontal.

Una primera forma es adquirir una vista de exploración lateral de rayos X del paciente (etapa S2.1) a través del conjunto de adquisición 42 realizada bajo el control del conjunto de control 44 de la Figura 2. La posición de la vista de exploración con respecto a la mandíbula del paciente puede haberse determinado previamente en base a valores medios predeterminados.

15 La Figura 5, que ya se ha mencionado con anterioridad, ilustra de manera esquemática una vista de exploración lateral de rayos X del paciente que se ha adquirido de una manera convencional. Una vista de este tipo proporciona en este caso información sobre la ubicación de las mandíbulas superior e inferior y muestra la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente, anteriormente mencionada, que ha sido identificada por un médico. La zona ROI1 incluye, en este caso, la parte superior de la mandíbula inferior del paciente y se extiende hasta la parte posterior de la cabeza del paciente. Sin embargo, la extensión de la zona ROI1 puede ser más corta a lo largo del eje y. De manera alternativa, el médico puede haber colocado la zona ROI1 de manera diferente con respecto a las mandíbulas y su extensión puede ser, o no, más corta a lo largo del eje y.

25 El médico puede colocar un plano horizontal de interés de ROI1 en la pantalla o determinarlo mediante cálculo. El plano horizontal puede ser el plano medio de la zona ROI1 como ya se mencionó con anterioridad.

30 A continuación, en la etapa S2.2, la altura de este plano horizontal se determina de manera convencional basándose en la posición conocida de la vista de exploración con respecto al accesorio de posicionamiento del paciente utilizado (en este caso un bloque de mordida) y la posición conocida de este último con respecto al aparato de rayos X, en particular, el brazo 22 o cualquier otra parte de referencia del aparato. Conviene señalar que también se conoce la posición de la fuente de rayos X con respecto al brazo.

35 La Figura 5 ilustra la posición del eje z del plano horizontal mencionado con anterioridad mediante la línea indicada como L.

En la Figura 4 se ilustran otras dos formas de determinar la altura de un plano horizontal.

40 Una segunda forma (etapa S2.3) prevé la adquisición de al menos una imagen óptica del paciente (en una posición de mordida o en la posición oclusal) que comprende la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente que incluye marcas de referencia. La al menos una imagen es, más en particular, una imagen facial tomada por una cámara y las marcas de referencia pueden ser de tipo anatómico (por ejemplo, las comisuras de la boca o marcas de referencia que se han añadido en la cara del paciente). La cámara puede colocarse en el aparato 10, por ejemplo, en el brazo 22 o independiente del aparato. En la Figura 1, un ejemplo de una cámara 52 se encuentra junto a la fuente de rayos X 18. Se puede seleccionar, de manera alternativa, o además otra ubicación para una cámara.

De manera alternativa, una imagen óptica lateral del paciente puede ser conveniente en lugar de la imagen facial.

50 La marca de referencia o marcas de referencia son representativas de una posición geométrica que se conoce o que se puede conocer fácilmente mediante cálculo relativo a las raíces de los dientes.

Como consecuencia, la altura de un plano horizontal (p. ej., plano medio) de la zona ROI1 que se puede utilizar para la primera adquisición de datos de rayos X se puede determinar, por lo tanto, mediante el cálculo basado en la posición de la marca de referencia o de las marcas de referencia (etapa S2.2).

55 Una tercera forma (etapa S2.4) prevé la forma de realización de mediciones físicas en el paciente (en posición de mordida o en posición oclusal), más en particular en la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1), utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente o accesorio.

60 Se puede usar un accesorio de posicionamiento del paciente unido al brazo 22 de la Figura 1, por ejemplo, un bloque de mordida o similar. El bloque de mordida se une al brazo en una posición fija y la altura del bloque de mordida con respecto al brazo es conocida o puede medirse. También se conoce el tamaño medio (altura) de los dientes de un paciente determinado (adulto, niño, etc.), lo que permite situar la posición de las raíces de los dientes y, por tanto, su posición con respecto a las extremidades de los dientes, es decir, el bloque de mordida.

65

En consecuencia, la altura o posición del plano horizontal de la zona ROI1 en relación con el brazo puede determinarse mediante mediciones y/o cálculos basados en lo que antecede. De manera alternativa, un sensor ubicado en el bloque de mordida o similar puede proporcionar datos de medición apropiados y la altura o posición del plano oclusal con respecto al brazo puede determinarse a continuación a partir de lo que antecede.

5 A continuación, la altura de un plano horizontal de la zona ROI1, que se puede utilizar para la primera adquisición de datos de rayos X, se puede determinar en función de la posición del plano oclusal (etapa S2.2). Esta fase de determinación previa tiene como objetivo determinar la altura a la que se adquirirá el primer conjunto de datos relacionados con la zona ROI1.

10 Una vez que se ha determinado la altura del plano horizontal, el aparato 10 se establece mediante el conjunto de control 44 en una configuración que permite la adquisición del primer conjunto de datos relativos a la zona ROI1 según lo proporcionado por la etapa S3 de la Figura 3. El primer conjunto de datos puede corresponder a la zona ROI1 completa o a una parte seleccionada de la misma.

15 Se utilizan dos formas para configurar el aparato en la configuración de adquisición:

- en primer lugar, el conjunto de fuente de rayos X y sensor de rayos X es controlado por el conjunto de control 44 para que se desplace a la altura determinada de modo que la fuente de rayos X esté a la altura adecuada para la adquisición; esta disposición permite reducir fácilmente la dosis de rayos X;
- en segundo lugar, la fuente de rayos X permanece a la misma altitud y el colimador de rayos X se desplaza con el fin de orientar el haz de rayos X hacia arriba, hacia la altura determinada del plano.

20 Para esta primera adquisición de datos, el paciente permanece en la posición de mordida (o posición oclusal) según lo previsto en la etapa anterior S2. El paciente también puede colocarse de modo que su plano Camper sea horizontal tal como en la etapa S2.

30 El paciente se coloca en una posición apropiada (primera posición) para esta primera adquisición de datos, por ejemplo, utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente o un accesorio del aparato (en este caso, un bloque de mordida) y posiblemente un asiento.

35 Los diferentes parámetros de ajuste que definen la primera posición del paciente, tal como el accesorio utilizado, la posición de este accesorio en el aparato si hay varios ajustes de posición disponibles (por ejemplo, diferentes alturas posibles para un soporte) y la posición del accesorio relativa al paciente (por ejemplo, si son posibles varios valores de ancho de conformidad con la anchura de la cara del paciente), el médico registra o almacena la altura del posible asiento si este parámetro es ajustable, etc. (por ejemplo, en un medio de almacenamiento mediante el conjunto de interfaz de usuario) con vistas a ser utilizado de nuevo para una posterior adquisición de datos.

40 Para esta primera adquisición de datos, el aparato 10 está en modo CBCT operativo bajo el control del conjunto de control 44.

45 De conformidad con este modo, la abertura del colimador de rayos X se ajusta como una ventana del colimador en forma de hendidura con el fin de obtener un haz de rayos X en forma de hendidura enfocado en la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente, incluido el plano horizontal.

Esta forma de hendidura para el haz se ajusta para cubrir la zona ROI1 y, de manera preferible, un volumen delgado en altura.

50 El plano horizontal de la zona ROI1 está dirigido gracias al ajuste en la posición del colimador y en la apertura de la ventana del colimador.

55 La Figura 6A ilustra dos posiciones relativas diferentes entre la fuente de rayos X 18 y la zona ROI1 (la zona ROI1 podría sustituirse de manera alternativa por una parte de la misma y el resto de la descripción se aplica igualmente) con diferentes aberturas para el colimador de rayos X 19. Tal como se representa, la fuente de rayos X 18 está alineada con el extremo inferior del sensor 20. También se ha ilustrado el eje de rotación A del conjunto compuesto por la fuente y el sensor. Con el fin de capturar y reconstruir un corte CBCT, la apertura del colimador en la dirección vertical depende de la posición del colimador en relación con la alineación fuente-sensor. La apertura más pequeña se obtiene cuando el eje fuente-sensor pasa por el colimador. Dicho de otro modo, el plano medio del haz de rayos X colimado puede ajustarse con el fin de obtener, para el colimador, la abertura más pequeña que sea necesaria para la reconstrucción del corte.

60 De manera preferible, el eje de fuente-sensor pasa por la base de la ventana del colimador y el borde o límite inferior de la zona ROI1.

65

La fuente de rayos X se hace funcionar con una primera dosis de rayos X que puede calificarse como una dosis baja con respecto a la dosis de rayos X que se utilizará para una segunda adquisición de datos posterior.

5 La primera dosis de rayos X se selecciona con el fin de minimizar la exposición del paciente a los rayos X. La dosis de rayos X depende del volumen de datos del paciente que se va a adquirir. El volumen es, de manera preferible, lo más pequeño posible y no necesita alta resolución para la adquisición de datos, ya que la información útil que se necesita para el resto del método radica en las características morfológicas o datos de la primera zona maxilofacial de interés del paciente (ubicación de los dientes, dimensiones características, etc.). De manera preferible, dicha información no requiere muchos detalles en los datos adquiridos. Sin embargo, el volumen no es necesariamente delgado y su tamaño depende de la resolución de la imagen. Por lo general, debe establecerse una solución de compromiso entre el tamaño y la resolución del volumen si la dosis debe ser baja.

15 En condiciones normales, la primera dosis de rayos X no supera el 20% de la segunda dosis que se utilizará para una segunda adquisición de datos posterior.

De manera preferible, la primera dosis de rayos X no supera el 10% de la segunda dosis y, más preferentemente, no supera el 5% de la segunda dosis.

20 Por ejemplo, una primera dosis de rayos X puede ser del orden de magnitud de 4 μ Sv para generar un corte de CBCT.

La información que se necesita en el volumen de datos que se adquirirá durante esta primera adquisición (corte CBCT) se utilizará para posicionar de manera adecuada el volumen de datos que se adquirirá durante una segunda adquisición posterior.

25 Volviendo a la Figura 3, la tercera etapa S3 para adquirir un primer conjunto de datos (volumen 3D) se basa en las configuraciones y ajustes anteriores. Esta primera adquisición puede considerarse como un "pre-disparo" para proporcionar información útil que se utilizará para un "disparo". El tiempo de exposición para este pre-disparo puede ser bastante bajo, p. ej., en el orden de 5 s.

30 La siguiente etapa S4 es una etapa de reconstrucción para reconstruir un corte de CBCT basado en el primer conjunto de datos adquiridos utilizando técnicas de procesamiento de datos CBCT convencionales (por ejemplo, el algoritmo FDK).

35 El corte CBCT reconstruido comprende el plano horizontal de la zona ROI1 y se basa en el primer conjunto de datos adquiridos en relación con la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente.

40 Como ejemplo de una resolución baja en los primeros datos adquiridos, se puede obtener un tamaño de vóxel de alrededor de 500 μ m en el corte CBCT reconstruido. Por ejemplo, el grosor o la altura del corte se encuentra entre 10 y 30 vóxeles, lo que corresponde a un margen entre 1 y 15 mm. De manera preferible, se puede seleccionar un margen entre 1 y 5 mm. El corte de CBCT reconstruido puede adoptar la forma de un cilindro (se puede utilizar otra forma) con un diámetro comprendido entre 120 mm (para pequeñas dimensiones de cráneo) y 160 mm. Pueden ser convenientes diámetros más pequeños. El corte CBCT puede calificarse en este caso como un corte delgado. En otras formas de forma de realización ejemplos, se puede tener como objetivo la adquisición de todo el arco dental.

45 El método comprende, además, una etapa de visualización S5 para mostrar, en el conjunto de visualización 48 de la Figura 2, un corte axial del volumen 3D reconstruido (corte CBCT de la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente) tal como se ilustra en la Figura 6B (plano horizontal). También se pueden mostrar vistas adicionales cuando sea necesario, p. ej. una vista sagital.

50 El método comprende, además, una etapa S6 para definir, al menos parcialmente, una segunda zona de interés ROI2 basada en el corte de CBCT axial reconstruido y mostrado de la primera zona de interés maxilofacial ROI1 del paciente.

La segunda zona de interés ROI2 se define o selecciona de modo que intersecte la primera zona de interés ROI1 en el plano x, y del corte axial.

55 La segunda zona de interés, ROI2, la define o selecciona el médico mediante el conjunto de interfaz de usuario o la Interfaz gráfica de usuario 50. Por ejemplo, el médico selecciona, mediante la activación de una herramienta de entrada del usuario, tal como hacer clic en un ratón, la visualización de un menú o conjunto de iconos y, además, selecciona un icono que se puede desplazar a la posición deseada en el corte mostrado gracias al movimiento del cursor del ratón. El icono está representado, en este caso, por un círculo C en la Figura 6B ya que en esta forma de realización el segundo volumen de datos que se adquirirá posteriormente es un cilindro. El círculo que aparece en la vista tiene las dimensiones del segundo volumen de datos a adquirir.

65 Además, el segundo volumen de datos que se adquirirá posteriormente puede tomar otra forma y la marca de referencia o icono que ayuda a definir la zona ROI2 puede tomar otra forma en su registro.

Volviendo a la Figura 6B, la posición y el tamaño del círculo en el corte axial visualizado definen la segunda zona de interés ROI2 que intersecta la primera zona de interés ROI1 en el plano x, y de esta figura.

En la Figura 6B, el círculo (ROI2) se ha posicionado en parte sobre un grupo de piezas dentales.

Tal como se ilustra, la posición de la zona ROI2 se puede ajustar de conformidad con las coordenadas x e y en el plano de la Figura 6B (véase las flechas correspondientes a la izquierda, derecha, arriba y abajo) con el fin de definir la posición deseada de conformidad con las necesidades del médico (etapa S6.1). En particular, es posible que deba concentrarse en una pieza dental o en un grupo de piezas dentales para la siguiente adquisición de datos más precisa.

Conviene señalar que el tamaño del círculo (en este caso su diámetro) se puede ajustar cuando sea necesario para ampliar o reducir el tamaño de la segunda zona de interés ROI2 a definir. El tamaño se puede variar, p. ej., desplazando la rueda del ratón, por ejemplo. El tamaño del círculo se puede cambiar seleccionando un valor entre un conjunto de valores predeterminados.

Los ajustes de tamaño y/o posición de la zona ROI2, descritos con anterioridad, pueden visualizarse en la pantalla en tiempo real por el médico, lo que hace posible ajustar aún más el tamaño y/o la posición, cuando sea necesario.

Todo lo que se ha descrito con anterioridad en relación con un círculo y un ratón se aplica igualmente a otras marcas de referencia mostradas y herramientas de entrada del usuario, así como al funcionamiento de las marcas de referencia y de las herramientas de entrada del usuario para definir la segunda zona de interés.

En la etapa S6.2 también se puede definir o ajustar la posición de la zona ROI2 según un eje z que es perpendicular al plano x, y de la Figura 6B con el fin de acabar de definir la posición deseada del segundo volumen de datos de conformidad con las necesidades del médico.

La posición del eje z o la altura de la zona ROI2 (campo de visión o FOV) pueden definirse o ajustarse en función de una vista de exploración lateral. La vista de exploración lateral puede ser ventajosamente la utilizada para determinar la altura del plano horizontal de interés en la etapa S2 anterior y se ilustra en la Figura 5 (LSV).

La vista de exploración lateral LSV proporciona al médico información morfológica adicional, tal como una indicación sobre la ubicación de los dientes y sus geometrías en un plano vertical (plano y, z). Lo que antecede puede servir de ayuda al médico a definir mejor la posición de la zona ROI2 con respecto a la zona maxilofacial, en particular con respecto a la posición del eje z. Además, la posición del eje y de la zona ROI2 también se puede definir o ajustar mejor gracias a la vista de exploración lateral LSV.

La altura o magnitud en la altura de la zona ROI2 puede tener un valor predeterminado y puede ser modificado por orden del médico para aumentar o reducir el segundo volumen de datos a adquirir. El mismo proceso que el descrito con anterioridad para la magnitud (por ejemplo, el diámetro de un círculo) del círculo C también puede aplicarse en este caso para modificar la posición del eje z. Conviene señalar que el médico puede ir y venir entre las vistas de las Figuras 5 y 6B para ajustar de manera manual las posiciones de los ejes x, y y/o z de la zona ROI2 y/o su magnitud.

La altura o la magnitud en altura de la zona ROI2 se puede cambiar seleccionando un valor entre un conjunto de valores predeterminados.

En la presente forma de realización, tal como ya se mencionó con anterioridad, el segundo volumen de datos a adquirir puede adoptar la forma de un cilindro cuyas dimensiones pueden variar según las necesidades del médico.

Conviene señalar que la definición de la posición geométrica de la zona ROI2 establece la posición del centro de la zona ROI2.

Se ha explicado con anterioridad cómo definir o ajustar la posición del eje z o la altura de la zona ROI2 en función de una vista de exploración lateral.

Sin embargo, de manera más general, la posición del eje z o la altura de la zona ROI2 puede definirse o ajustarse sobre la base de la determinación de la altura del plano horizontal de interés tal como se describe en la etapa S2 anterior. En particular, se pueden utilizar otros procesos además de la vista de exploración lateral, tal como adquirir una imagen óptica o realizar mediciones físicas tal como se describió con anterioridad en las etapas S2.3 y S2.4.

De manera alternativa, la posición del eje z o la altura de la zona ROI2 se puede definir o ajustar de manera independiente de la determinación de la altura del plano de interés tal como se describió en la etapa S2 anterior. La posición del eje z o la altura de la zona ROI2 se puede definir o ajustar en función de una de las siguientes acciones que se realizan a propósito para lograr este objetivo:

- adquirir una vista de exploración de rayos X lateral que comprende la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1);

- adquirir una imagen óptica que comprende la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1) que incluye marcas de referencia;
- 5 - realizar mediciones físicas en la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1) utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente.

Las etapas anteriores son idénticas a las descritas con anterioridad en relación con las etapas S2.1, S2.2, S2.3 y S2.4. Sin embargo, en este método de forma de realización alternativo, la misma etapa se puede realizar dos veces, una para determinar la altura del plano de interés y la otra para definir la posición del eje z de la zona ROI2.

Como variante de forma de realización, la etapa para definir o ajustar la posición del eje z de la zona ROI2 puede ser diferente de la realizada en la etapa S2. Por ejemplo, se adquiere una vista de exploración lateral para utilizarla para definir o ajustar la posición del eje z de la zona ROI2, mientras que la etapa S2 se ha realizado sin utilizar una vista de exploración lateral.

Conviene señalar que la magnitud en altura de la zona ROI2 puede extenderse más allá de la altura del corte CBCT que en este caso es más bien delgado, p. ej., en el orden de magnitud de 1 a 15 mm, de manera preferible, de 1 a 5 mm.

El método comprende, además, una etapa S7 para obtener parámetros operativos basados en al menos la zona ROI2 así definida.

Tal como se describió con anterioridad, la zona ROI2 se ha definido por sus coordenadas espaciales x, y, z que establecen la posición espacial o geométrica del centro de la zona ROI2 y su tamaño. Por tanto, esta información de posición y tamaño en la zona ROI2 se ha obtenido con precisión basándose en los datos del paciente y no en los datos promediados del paciente. Por lo tanto, lo que antecede hace posible que el médico ajuste la trayectoria tanto de la fuente de rayos X como del sensor X para adquirir posteriormente un volumen en 3D (segundo conjunto de datos que incluye la zona ROI2) basado en la posición y el tamaño de la zona ROI2. Conviene señalar que la trayectoria puede basarse únicamente en la posición de la zona ROI2. Tanto la fuente de rayos X como el sensor X serán utilizables para desplazarse de manera simultánea alrededor de la cabeza del paciente a lo largo de esta trayectoria. De manera preferible, el volumen 3D corresponde al volumen de datos de la zona ROI2. Sin embargo, pueden contemplarse otras configuraciones.

A través de este ajuste, la posición del centro de rotación del conjunto de la fuente de rayos X y del sensor X se puede modificar de conformidad con la anatomía objetivo (p. ej., la zona ROI2).

Un ejemplo de una posible trayectoria tanto para la fuente de rayos X 18 como para el sensor X 20 se ilustra en la Figura 7 en donde se han utilizado las siguientes notaciones:

C: centro de rotación del pórtico;

N: nariz del paciente;

SP: plano sagital del paciente;

T: trayectoria seguida por el centro C;

V: volumen 3D que se reconstruye/obtiene describiendo la trayectoria T.

De manera general, la posición y el tamaño de la zona ROI2 son parámetros operativos, así como la forma de la zona ROI2 que es, en este caso, un cilindro en la forma de realización a modo de ejemplo. Si el volumen 3D a adquirir posteriormente no se corresponde con la zona ROI2, los parámetros operativos que se utilizarán durante esta adquisición posterior pueden diferir de los anteriores.

Los parámetros operativos obtenidos permiten determinar una pluralidad de trayectorias, cada una de las cuales permite obtener el volumen 3D deseado.

Los parámetros operativos o de adquisición obtenidos de la etapa S7 se pueden almacenar mientras se espera su utilización.

Todos los parámetros operativos se obtienen en base a la zona ROI2 definida que representa con precisión la zona de interés para el médico sin ningún detalle innecesario (optimización de la posición de la zona ROI o volumen 3D a adquirir posteriormente). Por lo tanto, los parámetros operativos obtenidos se adaptan a las necesidades específicas del médico y reducen tanto como sea posible el área del paciente que estará expuesta a los rayos X, así como la dosis de rayos X que se utilizará.

Conviene señalar que algunas etapas (distintas de las etapas manuales S1 y S6) se pueden realizar de manera automática mediante el conjunto de control 44 de la Figura 2 en el método de forma de realización de la Figura 3.

- 5 Los parámetros operativos o de adquisición que se han obtenido en la etapa S7 pueden utilizarse en el curso de una etapa posterior S8 para adquirir un segundo conjunto de datos relacionados con la segunda zona maxilofacial de interés (ROI2) del paciente e incluir esta última utilizando una segunda dosis de rayos X. Este segundo conjunto de datos a adquirir corresponde al volumen de datos 3D anterior.
- 10 Esta etapa de adquisición se realizará con un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X que no es necesariamente el aparato 10. Esta etapa de adquisición puede estar separada en el tiempo de las primeras etapas S1 a S7, p.ej., por varias horas, días, meses, etc. Se supondrá que la zona maxilofacial del paciente no ha cambiado entre las dos adquisiciones. En este caso, la etapa del método S8 comprende una etapa previa de posicionamiento del paciente antes de adquirir un segundo conjunto de datos, utilizando los diferentes parámetros de configuración registrados o almacenados que definen la primera posición del paciente (véanse las etapas S2 y S3 anteriores). Esta
- 15 etapa anterior prevé el ajuste de los parámetros de configuración en el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X, en particular del dispositivo o accesorio de posicionamiento del paciente utilizado en la etapa S3, de modo que el paciente se coloque en la misma primera posición o cerca a la vista de esta segunda adquisición de datos.
- 20 Los parámetros operativos o adquisición obtenidos (por ejemplo: trayectoria, dosis de rayos X, etc.) se utilizan a continuación en la etapa S8 para ajustar o configurar el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X con el fin de adquirir un volumen 3D de datos que incluye la zona ROI2 relativa a la zona maxilofacial del paciente.
- 25 La dosis de rayos X que se utiliza para esta segunda adquisición de datos es mayor que la primera dosis de rayos X para generar un corte: la primera dosis de rayos X es menor o igual al 20% de la segunda dosis de rayos X, de manera preferible, menor o igual al 10% y más, de manera preferible, menor o igual al 5%.

A modo de ejemplo, la primera dosis de rayos X es $4\mu\text{Sv}$ y la segunda dosis de rayos X es:

- 30 - $200\mu\text{Sv}$ para un examen 3D con un gran campo de visión ($17 \times 13\text{cm}$);
- $20\mu\text{Sv}$ para un examen 3D con un campo de visión de $5 \times 5\text{cm}$.

35 A modo de ejemplo, la duración de la exposición a los rayos X para la segunda adquisición de datos está entre 5 y 20 segundos para un examen 3D en comparación con una duración de aproximadamente 5 segundos para la primera adquisición de datos.

40 A modo de otro ejemplo, la resolución de las imágenes obtenidas a través de la segunda adquisición de datos se define por un tamaño de vóxel de $100\mu\text{m}$ para un examen en 3D en comparación con un tamaño de vóxel de $500\mu\text{m}$ para la primera adquisición de datos.

45 La invención se ha descrito en detalle y puede haber sido descrita con referencia particular a una forma de realización adecuada o actualmente preferida, pero se entenderá que se pueden efectuar variaciones y modificaciones dentro del alcance de la invención. Por tanto, las formas de realización descritas actualmente se consideran en todos los aspectos ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención se indica mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X con el fin de adquirir un conjunto de datos de la zona maxilofacial de un paciente, comprendiendo el método:
- 5
- identificar (S1) la primera zona de interés maxilofacial de un paciente (ROI1),
 - determinar (S2, S2.1-S2.4) una altura de un plano horizontal de la primera zona de interés maxilofacial de dicho paciente (ROI1) cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente,

10

 - adquirir (S3) a través de una ventana del colimador, en forma de hendidura, un primer conjunto de datos relativos a la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) de dicho paciente, incluido el plano horizontal, utilizando la formación de imágenes CBCT de rayos X,

15

 - reconstruir (S4) un corte de CBCT axial que comprende el plano horizontal en base al primer conjunto de datos relativos a la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1),
 - mostrar (S5) el corte CBCT axial reconstruido de la primera zona maxilofacial de interés (ROI1) del paciente a partir del primer conjunto de datos adquirido,

20

 - definir (S6) al menos parcialmente una segunda zona de interés (ROI2) basada en el corte de CBCT axial reconstruido visualizado de la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1) e intersectando esta última,

25

 - obtener parámetros operativos (S7) para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X basado en al menos la segunda zona de interés definida (ROI2) con vistas a adquirir un segundo conjunto de datos que incluye la segunda zona de interés definida (ROI2).
2. El método según la reivindicación 1, en donde definir al menos parcialmente la segunda zona de interés (ROI2) en base al corte de CBCT axial reconstruido visualizado de la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente incluye definir (S6.1) la posición de la segunda zona de interés (ROI2) en el plano x, y del corte axial.
- 30
3. El método según la reivindicación 2, en donde definir la segunda zona de interés (ROI2) incluye, además, definir (S6.2) la posición de la segunda zona de interés (ROI2) a lo largo de un eje z (altura) que es perpendicular al plano x, y del corte axial.
- 35
4. El método según la reivindicación 3, en donde definir la posición del eje z de la segunda zona de interés (ROI2) incluye, de antemano, una de entre las operaciones siguientes:
- 40
- adquirir (S2.1) una vista de exploración de rayos X lateral que comprende la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1);
 - adquirir una imagen óptica (S2.3) que comprende la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente que incluye marcas de referencia;

45

 - realizar mediciones físicas (S2.4) en la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente.
5. El método según la reivindicación 4, en donde el método comprende, además, ajustar la altura de la segunda zona de interés (ROI2) basándose en la vista de exploración lateral, la imagen óptica o las mediciones físicas realizadas.
- 50
6. El método según la reivindicación 3, en donde la posición del eje z de la segunda zona de interés (ROI2) está predeterminada.
- 55
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la segunda zona de interés (ROI2) tiene una magnitud que se selecciona entre un conjunto de valores predeterminados.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la definición de la posición del eje z de la segunda zona de interés (ROI2) se basa en determinar la altura de un plano horizontal de la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) de dicho paciente cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente.
- 60
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde determinar (S2) una altura de un plano horizontal de la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) de dicho paciente, cuando el paciente está en una posición
- 65

de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente, incluye, de antemano, uno de las operaciones siguientes:

- 5 - adquirir (S2.1) una vista de exploración de rayos X lateral que comprende la primera zona de interés maxilofacial del paciente (ROI1);
- adquirir una imagen óptica (S2.3) que comprende la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente que incluye marcas de referencia;
- 10 - realizar mediciones físicas (S2.4) en la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente utilizando un dispositivo de posicionamiento del paciente.

10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el primer conjunto de datos se adquiere mientras el paciente se mantiene en una primera posición mediante un dispositivo de posicionamiento del paciente (22), estando definida dicha primera posición del paciente mediante un conjunto de parámetros de ajuste para el dispositivo de posicionamiento del paciente.

11. El método según la reivindicación 10, en donde comprende el ajuste previo de los parámetros de configuración del dispositivo de posicionamiento del paciente (22) antes de adquirir el segundo conjunto de datos.

12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el primer conjunto de datos y el segundo conjunto de datos están separados en el tiempo.

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X comprende una fuente de rayos X (18) y un sensor de rayos X (20) que son ambos utilizables para desplazarse simultáneamente alrededor de la cabeza del paciente a lo largo de una trayectoria predeterminada y la obtención de parámetros operativos para el aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X en función de la segunda zona de interés definida (ROI2) que comprende ajustar una trayectoria tanto para la fuente de rayos X como para el sensor de rayos X en función de la segunda zona de interés definida ROI2.

14. Un sistema para obtener parámetros operativos para la obtención de imágenes CBCT de rayos X de la zona maxilofacial de un paciente, que comprende:

- 35 - una fuente de rayos X (18) y al menos un sensor de rayos X (20) que están configurados para desplazarse alrededor de la primera zona maxilofacial de interés (ROI1) del paciente mientras irradian esta última con un haz de rayos X en forma de hendidura con el fin de adquirir un primer conjunto de datos relativos a la primera zona de interés maxilofacial de dicho paciente (ROI1) cuando el paciente está en una posición de oclusión o muerde un accesorio de posicionamiento del paciente (22), incluyendo la primera zona de interés maxilofacial de dicho paciente (ROI1) que incluye un plano horizontal,
- 40 - un microprocesador (44) configurado para:
 - 45 - reconstruir un corte axial de CBCT que comprenda el plano horizontal basado en el primer conjunto de datos relativos a la primera zona maxilofacial de interés del paciente (ROI1),
 - mostrar el corte de CBCT axial reconstruido de la primera zona de interés maxilofacial (ROI1) del paciente a partir del primer conjunto de datos adquiridos con el fin de definir al menos parcialmente una segunda zona de interés (ROI2) que se basa en el corte de CBCT axial reconstruido mostrado y se intersecta con este último,
 - 50 - obtener parámetros operativos para un aparato de formación de imágenes CBCT de rayos X basándose en al menos la segunda zona de interés definida (ROI2) con el fin de adquirir un segundo conjunto de datos que incluye la segunda zona de interés definida (ROI2).

55 15. Un medio de almacenamiento informático que tiene instrucciones almacenadas en el mismo para hacer que un ordenador o un microprocesador (44) realice el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

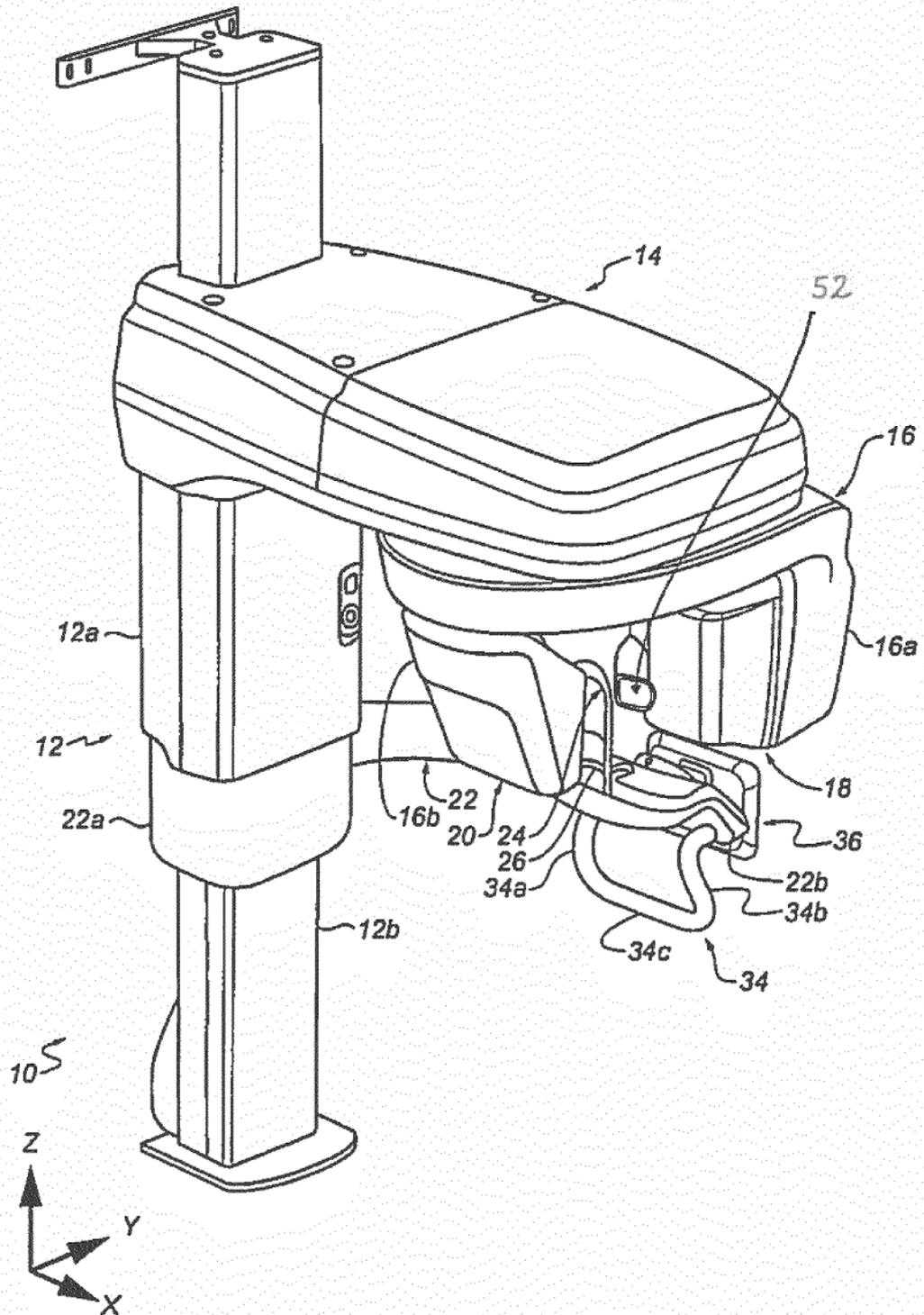


FIG. 1

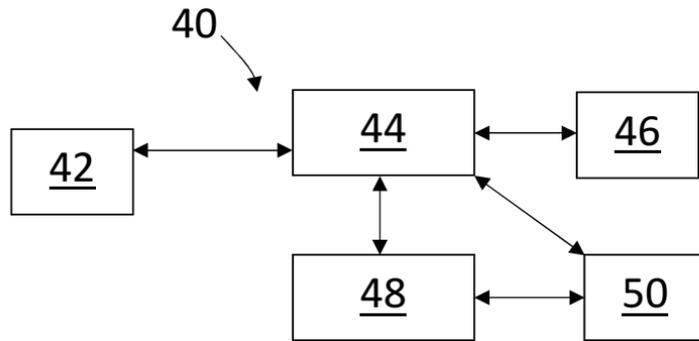


FIG. 2

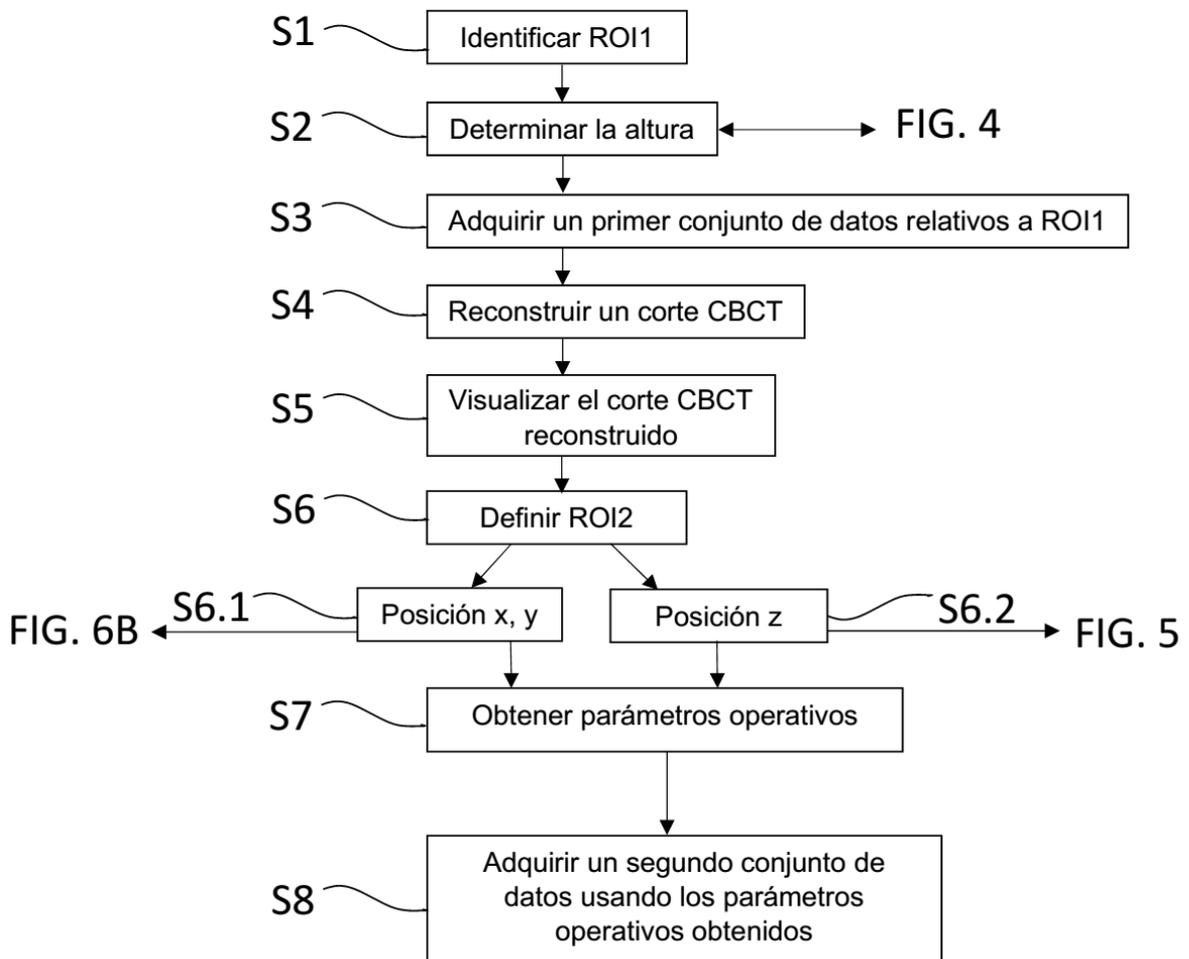


FIG. 3

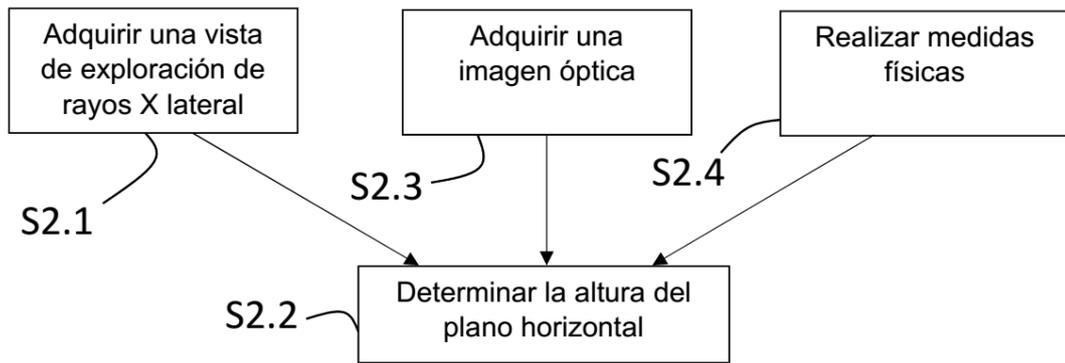


FIG. 4

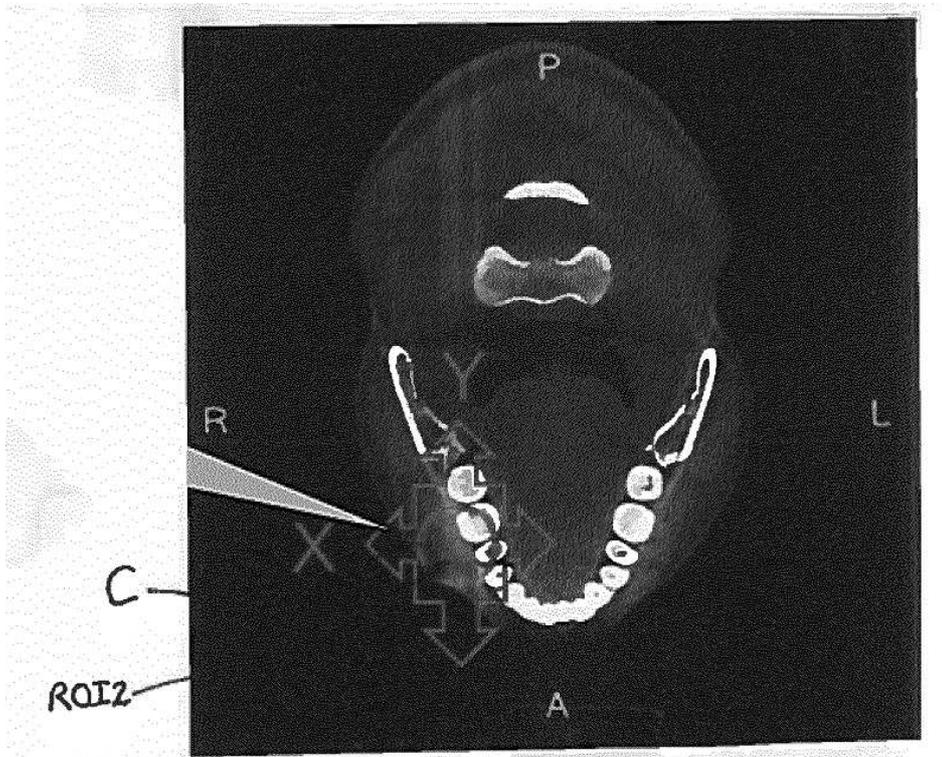


FIG. 6B

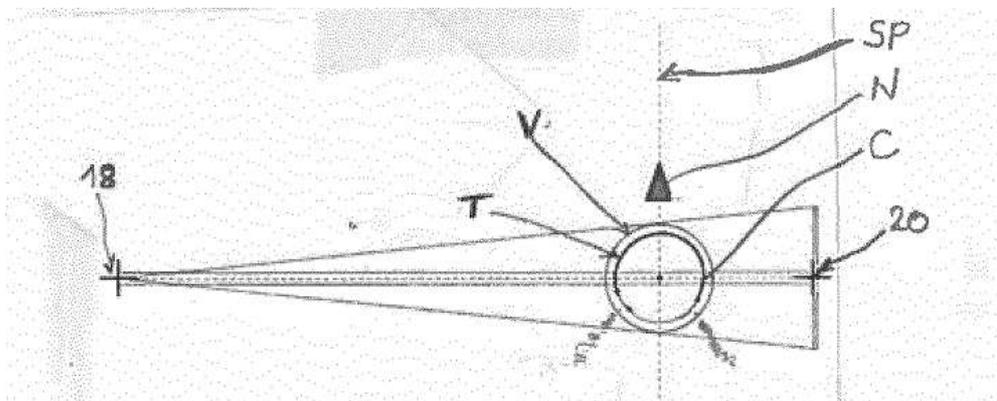


FIG. 7

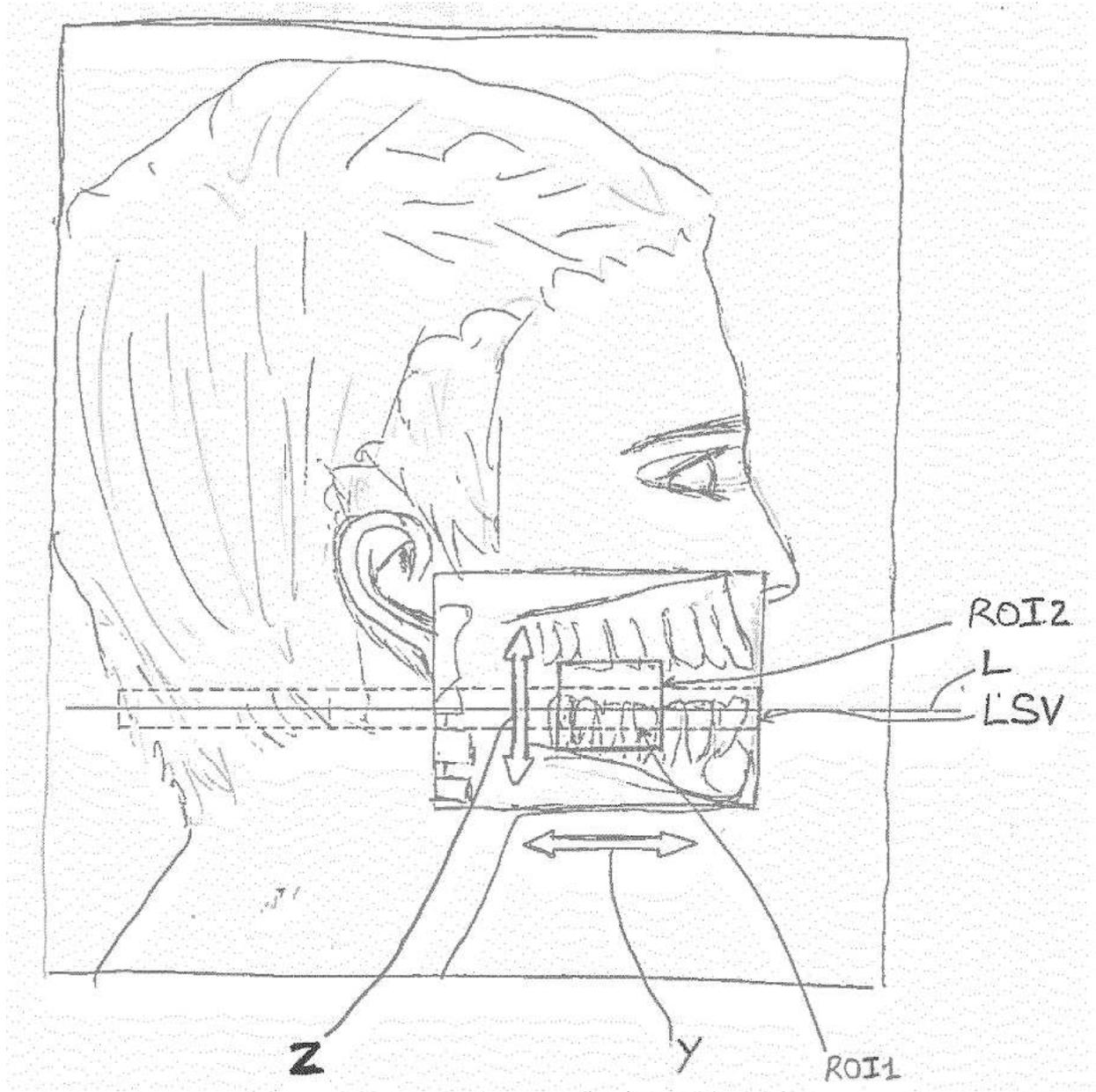


FIG. 5

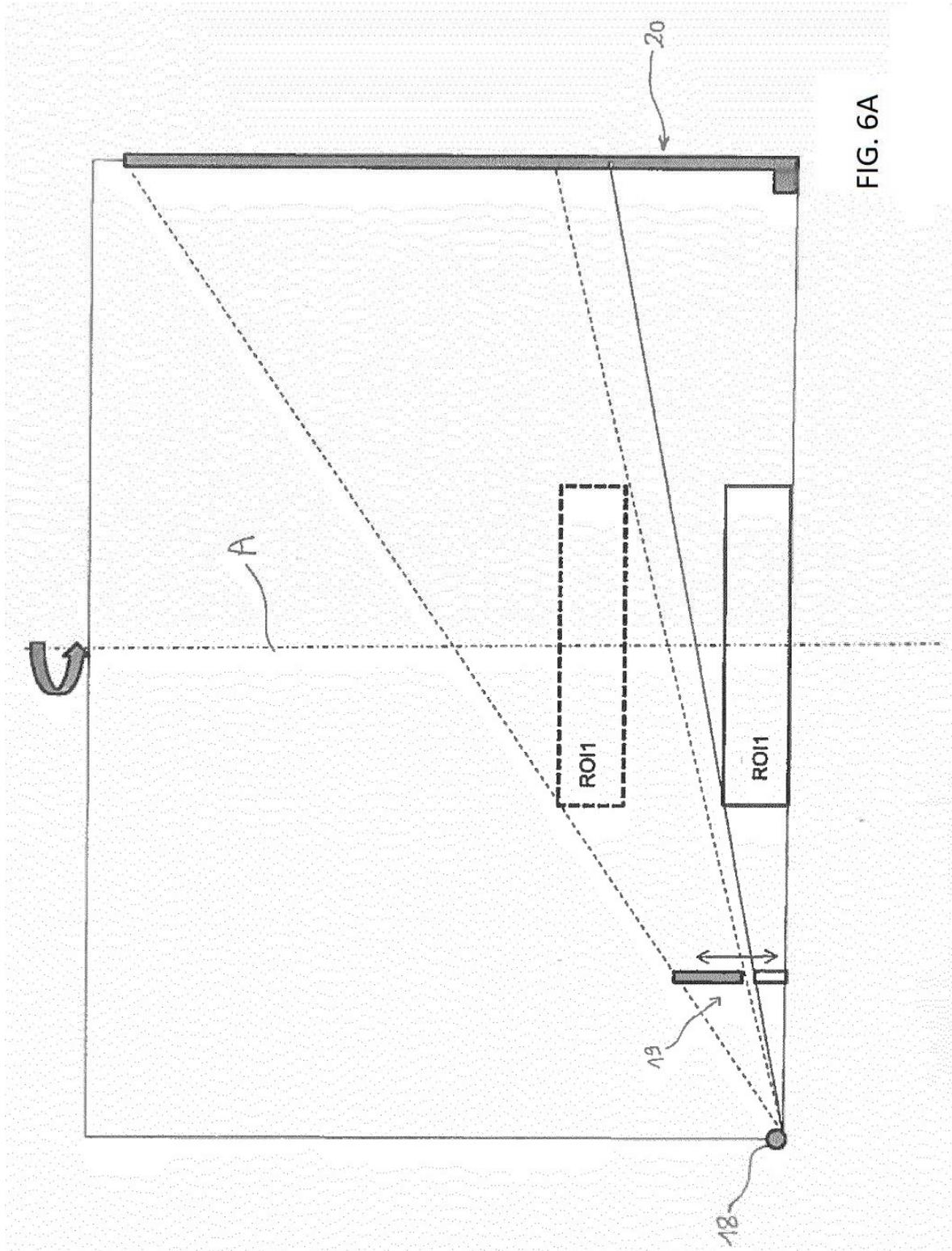


FIG. 6A