

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 210**

51 Int. Cl.:

**A61C 9/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2016 PCT/IB2016/001511**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.02.2018 WO18033762**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2016 E 16788795 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3496654**

54 Título: **Mapa de arcada dental dinámico**

30 Prioridad:

**15.08.2016 US 201662375054 P**

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

**25.02.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LAGARDERE, AUDE;  
REYNARD, DELPHINE;  
HENRY, SÉBASTIEN y  
CAPRON-RICHARD, SABRINA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 808 210 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**

Mapa de arcada dental dinámico

**Campo de la invención**

5 La descripción se refiere en general a métodos y aparatos de obtención de imágenes y más particularmente a métodos y aparatos que generan un mapa bidimensional de la arcada dental a partir de información de superficie tridimensional sobre el paciente.

**Antecedentes de la invención**

10 El odontograma convencional o mapa de arcada dental se usa para ayudar al profesional y al equipo dental más amplio, proporcionando un vehículo para organizar anotaciones y otra información relacionada con el estado dental y el tratamiento para cada paciente en particular. En la práctica convencional, se utiliza el mismo odontograma básico como punto de partida para cada paciente. Usando este mapeo de la arcada dental como referencia, puede procederse a la evaluación diagnóstica y los procedimientos de tratamiento y puede correlacionarse con cada diente según sea necesario. Los odontogramas son complejos, intrincados y contienen grandes cantidades de datos por paciente. Véase por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 8.416.984 titulada Automatic tooth charting using digital images. El documento US2013/0308843 da a conocer un método y un sistema de análisis para el análisis geométrico de datos de exploración de estructuras bucales y el documento US2008/0248443 da a conocer una revisión clínica de un plan de tratamiento de ortodoncia y un aparato.

20 Sin embargo, el mapa de arcada dental que se usa convencionalmente es una disposición de mapeo convencional y puede no aplicarse igualmente bien a cada paciente. Hay una serie de condiciones que pueden hacer que el mapa de arcada dental convencional sea incorrecto o confuso para un paciente individual y pueden tender a complicar el uso de un mapeo convencional de las estructuras dentales. Los estados del paciente que pueden comprometer la efectividad del odontograma convencional incluyen casos de mala alineación, dientes que faltan, dientes supernumerarios y disposiciones dentales con una mezcla de dientes permanentes y de leche, por ejemplo.

25 Puede apreciarse que se encontrarían ventajas en un aparato y en métodos para generar un odontograma que represente con precisión la disposición dental real de cada paciente individual.

**Sumario de la invención**

La invención es tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

30 Es un objeto de la presente descripción avanzar en la técnica de la obtención de imágenes de diagnóstico y abordar la necesidad de generar un odontograma que tenga un mapeo de arcada que represente con precisión la dentadura de un paciente individual. Una realización de la presente descripción procesa la información del contorno dental 3D disponible a partir de un aparato de obtención de imágenes dentales para generar automáticamente un mapa de arcada dental 2D para el paciente.

35 Estos objetos se facilitan sólo a modo de ejemplo ilustrativo, y tales objetos pueden ser a modo de ejemplo de una o más realizaciones de la invención. A los expertos en la técnica se les pueden ocurrir o hacerse evidentes otros objetivos y ventajas deseables logrados de manera inherente por los métodos dados a conocer. La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

40 Según un aspecto de la presente descripción, se proporciona un método para generar un mapa de arcada dental para un paciente que puede incluir adquirir una imagen de superficie 3D de la dentadura del paciente, segmentar automáticamente la imagen de superficie 3D para identificar dientes individuales, formar un mapeo de perfiles para los dientes identificados y visualizar el mapeo etiquetado. En una realización a modo de ejemplo, el mapeo puede etiquetarse automáticamente según un esquema de numeración dental.

**Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción más particular de las realizaciones de la invención, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos.

45 Los elementos de los dibujos no están necesariamente a escala entre sí. Algunas exageraciones pueden ser útiles para enfatizar las relaciones estructurales básicas, las capacidades de la interfaz de operador o los principios de funcionamiento.

50 La figura 1 muestra los componentes de un sistema de obtención de imágenes dentales para obtener y visualizar imágenes de pacientes de varios tipos, incluyendo imágenes adquiridas durante diferentes fases de una sesión de tratamiento.

La figura 2 muestra una disposición convencional de arcadas maxilares y mandibulares para un paciente.

La figura 3 muestra la dentadura de la arcada maxilar para un paciente a modo de ejemplo, tal como se explora a partir de una impresión.

La figura 4 muestra una realización a modo de ejemplo de un mapa de arcada dental 2D obtenido a partir de una imagen de contorno de superficie 3D según la solicitud.

- 5 La figura 5 es un diagrama de flujo lógico que muestra realizaciones a modo de ejemplo del método de generación y actualización del mapa de arcada dental según la solicitud.

La figura 6 muestra el contenido de imagen de contorno obtenido usando el aparato de obtención de imágenes de la figura 1.

Las figuras 7A y 7B muestran diferentes proyecciones para formar un mapa de arcada dental 2D.

- 10 La figura 8A muestra la generación de un mapa de arcada dental a partir de la información de volumen 3D obtenida a partir de las impresiones exploradas.

La figura 8B muestra la corrección del contorno dental a partir del mapa de arcada dental generado de la figura 8A.

La figura 9 muestra una vista de primer plano de una función de edición que puede corregir o ajustar errores relacionados con uno o más elementos del mapa dental.

- 15 La figura 10 muestra la edición del mapa de arcada para dientes que no se han identificado correctamente usando segmentación automatizada.

La figura 11 muestra el uso del mapa de arcada dental dinámico con simulación para dientes seleccionados.

### **Descripción de realizaciones a modo de ejemplo**

- 20 La siguiente es una descripción de realizaciones a modo de ejemplo de métodos y/o aparatos, haciendo referencia a los dibujos en los que los mismos números de referencia identifican los mismos elementos de estructura en cada una de las diversas figuras.

Cuando se usan en el contexto de la presente descripción, los términos “primero”, “segundo”, etc., no indican necesariamente ninguna relación ordinal, secuencial o de prioridad, sino que simplemente se usan para distinguir más claramente una etapa, elemento o conjunto de elementos de otro, a menos que se especifique de otro modo.

- 25 Tal como se usa en el presente documento, la expresión “que puede activarse” se refiere a un dispositivo o conjunto de componentes que realizan una función indicada al recibir alimentación y, opcionalmente, al recibir una señal de habilitación.

- 30 En el contexto de la presente descripción, los términos “observador”, “operador” y “usuario” se consideran equivalentes y se refieren al profesional, el técnico u otra persona que observa que puede hacer funcionar un sistema de obtención de imágenes, cámara o dispositivo de exploración y también puede observar y manipular la presentación de una imagen, como una imagen dental, en un monitor de visualización. Se obtiene una “instrucción de operador” o “instrucción de observador” a partir de comandos explícitos introducidos por el observador, tales como hacer clic en un botón de la cámara o dispositivo de exploración o usar un ratón de ordenador o mediante entrada con teclado o pantalla táctil.

- 35 En el contexto de la presente descripción, la expresión “en comunicación de señales” indica que dos o más dispositivos y/o componentes pueden comunicarse entre sí a través de señales que se desplazan a través de algún tipo de trayecto de señales. La comunicación de señales puede ser cableada o inalámbrica. Las señales pueden ser señales de comunicación, potencia, datos o energía. Los trayectos de señales pueden incluir conexiones físicas, eléctricas, magnéticas, electromagnéticas, ópticas, cableadas y/o inalámbricas entre el primer dispositivo y/o  
40 componente y el segundo dispositivo y/o componente. Los trayectos de señales también pueden incluir dispositivos y/o componentes adicionales entre el primer dispositivo y/o componente y el segundo dispositivo y/o componente.

- 45 En el contexto de la presente descripción, el término “aparato de obtención de imágenes” se refiere a un dispositivo que está habilitado para adquirir cualquiera de varios tipos de imágenes, utilizando una fuente apropiada de energía luminosa o radiación, incluyendo diversos tipos de obtención de imágenes de reflectancia, obtención de imágenes de luz estructurada, obtención de imágenes panorámicas, obtención de imágenes de rayos X, obtención de imágenes por tomografía computarizada (CT), obtención de imágenes por tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) u otro tipo de obtención de imágenes.

- 50 El término “sujeto” se refiere al diente u otra parte de un paciente del que se obtienen imágenes y se visualiza. Los términos “imagen 3D”, “superficie 3D”, “imagen de contorno de superficie” o “imagen de volumen” se usan de manera equivalente.

El término “resaltar” para una característica visualizada tiene su significado convencional tal como entienden los

expertos en las técnicas de visualización de imágenes e información. En general, el resaltado utiliza alguna forma de potenciar la visualización de manera localizada para atraer la atención del observador. Resaltar una parte de una imagen, tal como un diente, órgano, hueso o estructura individual, o un trayecto desde una cámara a la siguiente, por ejemplo, puede lograrse de varias maneras incluyendo, pero sin limitarse a, anotar, visualizar un símbolo cercano o superpuesto, delinear o rastrear, visualizar en un color diferente o con una intensidad marcadamente diferente o un valor de escala de grises que otra imagen o contenido de información, parpadeo o animación de una parte de una pantalla, o visualización en un nivel superior de nitidez o contraste.

La figura 1 muestra los componentes de un sistema 10 de obtención de imágenes dentales para obtener y visualizar imágenes de pacientes de varios tipos, incluyendo imágenes de la dentadura del paciente adquiridas durante diferentes fases de una sesión de tratamiento. El sistema 10 de obtención de imágenes dentales incluye al menos un aparato 18 de obtención de imágenes para la adquisición de imágenes de superficie 3D, que puede ser una cámara 14 digital, tal como una cámara o dispositivo de exploración intrabucal, tal como un dispositivo de exploración de obtención de imágenes por luz estructurada que utiliza imágenes de reflectancia, o un sistema 16 de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) dental para generar imágenes de volumen de la superficie dental y la estructura relacionada. También podrían emplearse otros tipos de aparatos 18 de obtención de imágenes para obtener imágenes de dientes y estructuras de soporte, encías y tejido relacionado, tales como aparatos de obtención de imágenes panorámicas o aparatos de obtención de imágenes por ultrasonidos. Además, también pueden proporcionarse varios tipos de instrumentación de medición de diagnóstico para trabajar con el sistema 10 de obtención de imágenes dentales, tal como se describe con más detalle posteriormente.

Todavía en referencia a la figura 1, un procesador 20 principal, tal como ordenador(es) u otro tipo de procesador lógico dedicado para obtener, procesar y almacenar datos de imagen a partir del aparato 18 de obtención de imágenes también es parte del sistema 10 de obtención de imágenes dentales, junto con una o más pantallas 26 para observar los resultados de la imagen. Cada pantalla 26 puede tener una interfaz 28 gráfica de usuario (GUI) para introducir las instrucciones del observador. La GUI 28 puede usar una pantalla táctil u otro dispositivo de introducción de instrucciones, tal como un ratón u otro puntero. El procesador 20 principal está en comunicación de datos y señales con uno o más dispositivos de captura de imágenes para la adquisición de imágenes y, opcionalmente, con cualquier número de dispositivos de medición automatizados (no mostrados en la figura 1). Además, el procesador 20 principal también puede estar en comunicación de datos y señales con una base de datos de registros de pacientes, almacenados internamente o en un dispositivo principal o servidor en red (no mostrado), que puede proporcionarse localmente o de manera remota, por ejemplo. También se proporciona una memoria 24 accesible por ordenador, que puede ser un dispositivo de almacenamiento de memoria no volátil utilizado para almacenamiento a largo plazo, tal como un dispositivo que utiliza medios de almacenamiento de datos magnéticos, ópticos u otros. Además, la memoria 24 accesible por ordenador puede comprender una memoria electrónica volátil tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM), dentro o en cualquier caso en comunicación de datos con el procesador 20 principal, que se utiliza para el almacenamiento de datos a corto plazo, tal como la memoria utilizada conjuntamente con un dispositivo de visualización para almacenar temporalmente contenido de imagen como una memoria intermedia de visualización, o la memoria que se emplea para almacenar un programa informático que tiene instrucciones para controlar uno o más ordenadores para poner en práctica el método según la presente descripción.

La figura 2 muestra un tipo de odontograma convencional que muestra una disposición convencional de vistas de las arcadas maxilar y mandibular para un paciente. Tal como se describió anteriormente, uno o más de los dientes pueden faltar, estar desalineados o ser supernumerarios con respecto a la disposición de arcada dental convencional para un paciente en particular. Los dientes supernumerarios pueden ser particularmente difíciles.

La figura 3 muestra la dentadura de la arcada maxilar para un paciente en particular, tal como se explora a partir de una impresión o usando una cámara intrabucal, por ejemplo. Tal como puede observarse fácilmente, esta arcada muestra un patrón de dientes irregulares. Sería difícil representar con precisión la disposición de los dientes mostrada en la disposición de arcada dental convencional de la figura 2 o en otro tipo de odontograma convencional.

La figura 4 muestra un mapa de arcada dental 2D dinámico a modo de ejemplo obtenido a partir de imágenes 3D según las realizaciones de método y/o aparato descritas en el presente documento. Puede proporcionarse la numeración dental para los dientes en cada arcada. Los dientes irregulares se mapean y numeran como referencia para proporcionar anotaciones para apoyar el diagnóstico y el tratamiento de cada diente.

El mapa de arcada dental de la figura 4 puede generarse a partir de los datos de la imagen de superficie 3D de varias maneras. La figura 5 muestra un diagrama de flujo lógico que describe etapas a modo de ejemplo para la generación y actualización de mapas de arcada dental según determinadas realizaciones a modo de ejemplo de la solicitud. Este procesamiento puede realizarse, por ejemplo, usando el procesador 20 y el aparato de obtención de imágenes descrito anteriormente con referencia a la figura 1. En una etapa de adquisición de imágenes de volumen S100, se obtiene una imagen de superficie 3D de los dientes del paciente a partir de una fuente de imagen, tal como una de las fuentes de obtención de imágenes de superficie descritas anteriormente con respecto a la figura 1. El contenido de la imagen 3D puede obtenerse a partir de un sistema CBCT, por ejemplo, proporcionando datos de imagen de superficie 3D o volumen completo obtenidos mediante la reconstrucción de una secuencia de imágenes radiográficas obtenidas en diferentes ángulos de la fuente de radiación y el detector, utilizando métodos de

reconstrucción de volumen 3D familiares para los expertos en las técnicas de obtención de imágenes de volumen. Las imágenes pueden obtenerse mediante la exploración del paciente o la exploración de una impresión de la dentadura del paciente. Alternativamente, el contenido de la imagen puede proceder de la obtención de imágenes de superficie 3D obtenidas usando una cámara intrabucal usando técnicas de luz estructurada. El contenido de la imagen de superficie 3D puede incluir cualquier parte de la arcada dental o toda la arcada dental del paciente.

Con referencia a la figura 6, se muestra un ejemplo de visualización del contenido de la imagen de superficie 3D de la dentadura para las arcadas superior e inferior. La figura 6 muestra, en forma modelada, el contenido de la imagen de superficie 3D que puede obtenerse a partir del aparato de obtención de imágenes de la figura 1. En una realización, el ejemplo de visualización del contenido de la imagen de superficie 3D para las arcadas superior e inferior en la figura 6 puede resultar de la etapa S100

En una etapa de segmentación S110, el contenido de la imagen 3D se procesa para definir los límites de contorno de los dientes individuales. El procesamiento de segmentación puede automatizarse completamente o puede estar asistido manualmente de alguna manera, tal como mediante la introducción de datos fundamentales u otros datos de inicialización. Los métodos que pueden usarse para la segmentación incluyen segmentación basada en serpiente, técnicas de segmentación iterativa, crecimiento de región y otras técnicas bien conocidas por los expertos en las técnicas de procesamiento de imágenes. La segmentación completa del volumen dental puede no ser necesaria para formar un mapa de arcada dental. Por ejemplo, una vista superior que puede definir la imagen de contorno de cada diente puede ser suficiente para generar un mapa de arcada dental que caracterice la arcada para un paciente en particular.

Una vez que los dientes se segmentan con éxito, se ejecuta una etapa de proyección S120, en la que los contornos 3D definidos se proyectan a lo largo de un plano 2D para formar los contornos o perfiles 2D del mapa de arcada dental. La etapa de proyección S120 puede realizarse de varias maneras. Según una realización a modo de ejemplo de la presente descripción, los límites del margen cervical 3D pueden proyectarse en el mismo plano (por ejemplo,  $Z = 0$ ) (es decir, proyectarse en el mismo plano para todos los modelos). Sin embargo, según la orientación inicial del modelo, algunas proyecciones pueden tener artefactos y pueden representar mal el diente. Alternativamente, puede determinarse un mejor plano que limite tales artefactos, utilizando el eje del plano oclusal del modelo o el eje de orientación de cada diente. Por ejemplo, puede identificarse el eje de cada diente, lo que aumenta o maximiza el área del contorno proyectado. Podría aplicarse ponderación, asignándose un mayor peso para incisivos u otros dientes en función de factores tales como la facilidad de detección. Alternativamente, puede utilizarse un eje que reduce o minimiza las intersecciones dentales 2D entre los límites de perfil dental. El eje de proyección puede adaptarse o modificarse alternativamente, diente por diente, o según el tipo de diente (tal como usando un eje de proyección diferente para incisivos, caninos, premolares y molares).

Las figuras 7A y 7B muestran una proyección a modo de ejemplo utilizada para formar perfiles del mapa de arcada dental 2D. La figura 7B muestra la corrección de las proyecciones 2D por una ligera imprecisión en los límites de perfil dental que se muestran para la separación dental en la figura 7A.

En referencia nuevamente a la secuencia de la figura 5, en una etapa de potenciación S130, los dientes pueden etiquetarse usando un esquema de numeración dental. La numeración dental puede seguir cualquier criterio adecuado tal como un esquema de numeración dental, incluyendo el sistema de numeración universal, la numeración del sistema de designación de la Organización Internacional de Normalización (ISO) (ISO 3950) y la notación de Palmer, por ejemplo. La numeración dental puede ser automática o manual, con utilidades de edición disponibles para la corrección por el operador mediante la interfaz gráfica de usuario. La numeración automática puede usar plantillas de referencia o modelos de dentadura de pacientes convencional almacenados como parte del software del sistema. Por ejemplo, pueden almacenarse múltiples modelos de dentadura convencional según el sexo, la edad, el tamaño y otros factores del paciente. Como otra parte de la etapa de potenciación S130, los contornos 2D obtenidos pueden suavizarse para potenciar la visibilidad o la legibilidad, tal como mediante el uso de un filtro de suavizado o encontrando la envoltura convexa para cada contorno. Cuando un perfil de contorno 2D interseca con otro, puede ser posible mover ligeramente o reducir dimensionalmente los contornos para reducir o evitar la obstrucción o superposición en los mapeos de arcada dental.

La edición del margen cervical u otras definiciones del contorno dental también puede realizarse como parte de la etapa de potenciación S130 en la secuencia de la figura 5. Las operaciones de edición pueden realizarse alternativamente en las líneas de margen o perfil, las etiquetas dentales o las orientaciones mesio-distales, por ejemplo. Algunas de las funciones de edición a modo de ejemplo que pueden utilizarse incluyen la creación del perfil, la edición, la eliminación, el cambio de etiqueta y el ajuste de orientación. Para la edición interactiva por parte del profesional o técnico, el perfil dental puede seleccionarse usando una instrucción de pantalla táctil o usando un ratón u otro puntero para especificar el diente particular en la pantalla de perfil de la arcada dental (por ejemplo, usando el ejemplo del mapa de arcada dental 2D mostrado en la figura 4). La selección de un diente en particular en el mapa de arcada dental dinámico puede hacer que el perfil seleccionado o la(s) línea(s) del margen cervical resalten dentro del modelo de arcada dental, centrándose en el perfil dental seleccionado para las características de manipulación de imágenes, tales como el zoom automático, la panorámica y rotación para el diente o para su región circundante. El resaltado puede proporcionarse usando color, perfilado reforzado o líneas en negrita, por ejemplo.

A medida que el operador edita los márgenes cervicales existentes u otros datos del diente en el mapa de arcada dental dinámico visualizado, puede volverse a calcular el perfil del diente, actualizarse el mapa de arcada dental y las ediciones mostradas en el mapa recién presentado.

5 Continuyendo con la secuencia de la figura 5, los resultados del procesamiento del mapa de arcada dental dinámico se muestran al profesional en una etapa de visualización S140. Además, las etiquetas dentales también pueden visualizarse en el mapa, tal como ubicadas dentro o justo fuera del perfil dental.

10 En algunos casos, el profesional puede examinar la imagen del volumen y puede ver la necesidad de corregir la información sobre uno o más dientes, donde esta información adicional puede requerir la actualización consiguiente del mapa dental. En una realización, se alerta al sistema de obtención de imágenes para este tipo de condición en una etapa de prueba S150. Cuando se realiza una actualización o ajuste, se ejecuta una etapa de actualización S160. El procesamiento vuelve entonces a la etapa de segmentación S110 y a las etapas S120 y S130 para generar el nuevo mapeo basándose en información actualizada. Las instrucciones de operador pueden identificar uno o más dientes que no se detectaron por un procedimiento de segmentación automatizado, por ejemplo. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, la etapa S150 puede implementarse en una GUI usando controles seleccionables que incluyen las acciones de editar el mapa/aprobar el mapa. Alternativamente, el proceso de ventana de diálogo puede implementar la etapa S150. En una realización, las etapas S150 y S160 son opcionales.

20 Tal como describe en el presente documento, el mapa de arcada dental que se genera está correlacionado con los datos del modelo virtual. Cualquier acción realizada en el mapa de arcada dental se refleja automáticamente en la imagen 3D. De manera similar, los cambios en la imagen 3D se muestran en el mapa de arcada dental según realizaciones a modo de ejemplo.

25 La figura 8A muestra la generación de un mapa 50 de arcada dental completo a modo de ejemplo a partir de información de superficie 3D obtenida de impresiones exploradas de un paciente. Los dientes segmentados de manera satisfactoria se resaltan, perfilados en la imagen de volumen reconstruida que se visualiza. Ha de indicarse que falta el diente 24 de la arcada superior, por ejemplo, y que no todos los dientes parecen estar segmentados correctamente.

La figura 8B muestra la corrección de un perfil 25 dental en el mapa 50 de arcada dental generado. El elemento correspondiente, corona 50 dental, en la imagen 3D se resalta a medida que se edita el perfil 25 (flecha A1).

30 La figura 9 muestra una vista de primer plano de una realización de función de edición a modo de ejemplo que puede usarse para corregir o ajustar los errores relacionados con perfiles u otras características de uno o más elementos dentales del mapa dental. En el ejemplo mostrado, la remodelación de un mínimo 92 cervical en la imagen 3D puede ayudar a proporcionar una representación y caracterización de perfil mejorada del diente. También puede resaltarse uno o más perfiles en el mapeo y volver a calcular uno o más perfiles resaltados según las instrucciones de operador.

35 La figura 10 muestra otra función de edición a modo de ejemplo del mapa de arcada dental para dientes que no se han identificado adecuadamente mediante segmentación automatizada. El profesional u otro operador puede corregir las discrepancias de segmentación utilizando los comandos de marcado manual introducidos en la pantalla de visualización. Para el ejemplo mostrado en la figura 10, la separación dental irregular se corrige usando una secuencia de marcado manual, luego puede reiniciarse la segmentación para volver a calcular el perfil y los límites dentales. Para el ejemplo mostrado en la figura 10, la separación dental irregular se corrige 1002 en una imagen 40 1010 3D correspondiente. Puede introducirse una instrucción de operador para volver a intentar la segmentación para los dientes no detectados o procesados en las etapas anteriores.

45 La figura 11 muestra el uso del mapa 50 de arcada dental dinámico con software de simulación para manipular el contenido de dientes seleccionados. El observador puede especificar uno o más dientes para la simulación, tal como haciendo clic o seleccionando dientes de otro modo del mapa 50 de arcada, puede mostrar luego el aspecto del mapa 50 de arcada dental con la acción simulada emprendida, tal como con la extracción, el ajuste para alineación, o la nueva separación planificada o contemplada, por ejemplo.

50 Debido a que utiliza información de volumen 3D obtenida del paciente, el mapa de arcada dental de la presente descripción puede ser más preciso para planificar y rastrear el progreso individual que las herramientas convencionales de mapeo de arcada dental. El mapa de arcada dental que se genera utilizando la secuencia de la figura 5 puede usarse, no solo para formar un plan de tratamiento, sino también para ayudar a visualizar los cambios planificados en la arcada dental con el tratamiento en curso. Según una realización a modo de ejemplo de la presente descripción, perfiles dentales individuales proporcionados en el mapa de arcada dental dinámico pueden servir como índices para acceder a imágenes y anotaciones adicionales para los dientes. Por tanto, en algunas realizaciones a modo de ejemplo, el mapa 50 de arcada dental dinámico puede usarse con diversas funciones de 55 dentista/dentales. Por ejemplo, seleccionar un diente en particular en la pantalla puede permitir la visualización selectiva de imágenes del diente, así como registros y anotaciones para el tratamiento previo o planificado del diente.

Una imagen 3D puede incluir contenido de imagen de contorno de superficie que proporciona datos para

caracterizar una superficie, tal como la estructura de la superficie, la curvatura y las características de contorno, pero no puede proporcionar información sobre el material que se encuentra debajo de la superficie. Las técnicas alternativas para obtener imágenes de contorno, tal como la obtención de imágenes de contorno dental, pueden incluir obtención de imágenes de luz estructurada utilizando luz visible, luz infrarroja cercana o longitudes de onda de luz ultravioleta, así como otras técnicas conocidas para caracterizar la estructura de la superficie, tal como el rastreo de características por triangulación, la estructura a partir de fotogrametría en movimiento, obtención de imágenes de tiempo de vuelo y profundidad a partir de obtención de imágenes de enfoque, por ejemplo. El contenido de imagen de contorno también puede extraerse del contenido de imagen de volumen, por ejemplo, identificando y recogiendo sólo aquellos vóxeles que representan el tejido superficial, por ejemplo

De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo del presente documento, un programa informático puede usar instrucciones almacenadas que funcionan con datos de imagen a los que se accede desde una memoria electrónica. Tal como pueden apreciar los expertos en las técnicas de procesamiento de imágenes, un sistema informático de uso general adecuado que funcione como procesador 20 principal tal como se describe en el presente documento, como un ordenador personal o estación de trabajo, puede utilizar un programa informático para hacer funcionar el sistema de obtención de imágenes y la sonda y adquirir datos de imagen en realizaciones a modo de ejemplo de la solicitud. Sin embargo, pueden usarse muchos otros tipos de sistemas informáticos para ejecutar el programa informático de la presente invención, incluyendo una disposición de procesadores en red, por ejemplo. El programa informático para realizar realizaciones de métodos a modo de ejemplo puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Este medio puede incluir, por ejemplo; medios de almacenamiento magnético, tal como un disco magnético, como un disco duro o dispositivo extraíble o cinta magnética; medios de almacenamiento óptico tal como un disco óptico, cinta óptica o codificación óptica legible por máquina; dispositivos de almacenamiento electrónico de estado sólido tales como memoria de acceso aleatorio (RAM) o memoria de solo lectura (ROM); o cualquier otro dispositivo físico o medio empleado para almacenar un programa informático. Los programas informáticos para realizar realizaciones de método a modo de ejemplo también pueden almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador que está conectado al procesador de imágenes a través de Internet u otra red o medio de comunicación. Los expertos en la técnica reconocerán fácilmente que el equivalente de tal producto de programa informático también puede construirse en hardware.

Cabe señalar que el término "memoria", equivalente a "memoria accesible por ordenador" en el contexto de la solicitud, puede referirse a cualquier tipo de espacio de trabajo de almacenamiento de datos temporal o más duradero utilizado para almacenar y operar datos de imagen y accesible para un sistema informático, incluyendo una base de datos, por ejemplo. La memoria puede ser no volátil, utilizando, por ejemplo, un medio de almacenamiento a largo plazo, tal como el almacenamiento magnético u óptico. Alternativamente, la memoria puede ser de naturaleza más volátil, utilizando un circuito electrónico, tal como la memoria de acceso aleatorio (RAM) que se utiliza como espacio de trabajo o memoria intermedia temporal por un microprocesador u otro dispositivo procesador de lógica de control. Los datos de visualización, por ejemplo, normalmente se almacenan en una memoria intermedia de almacenamiento temporal que está asociada directamente con un dispositivo de visualización y se actualiza periódicamente según sea necesario para proporcionar los datos mostrados. Esta memoria intermedia de almacenamiento temporal también se considera un tipo de memoria, tal como se usa el término en la solicitud. La memoria también se utiliza como espacio de trabajo de datos para ejecutar y almacenar resultados intermedios y finales de cálculos y otro procesamiento. La memoria accesible por ordenador puede ser volátil, no volátil o una combinación híbrida de tipos volátiles y no volátiles.

Se entenderá que los productos de programas informáticos de la solicitud pueden hacer uso de varios algoritmos y procesos de manipulación de imágenes que se conocen bien. Se entenderá además que las realizaciones a modo de ejemplo de productos de programas informáticos de la solicitud pueden incorporar algoritmos y procesos no mostrados o descritos específicamente en el presente documento que son útiles para la implementación. Tales algoritmos y procesos pueden incluir utilidades convencionales que están dentro de la capacidad habitual de las técnicas de procesamiento de imágenes. Los aspectos adicionales de tales algoritmos y sistemas, y hardware y/o software para producir y procesar de otro modo las imágenes o actuar conjuntamente con las realizaciones a modo de ejemplo de producto de programa informático de la solicitud, no se muestran ni describen específicamente en el presente documento y pueden seleccionarse de tales algoritmos, sistemas, hardware, componentes y elementos conocidos en la técnica.

Determinadas realizaciones a modo de ejemplo de métodos y/o aparato según la solicitud pueden proporcionar mapas de arcada dental correlacionados con modelos virtuales 3D de la dentadura de un paciente. Las realizaciones a modo de ejemplo según la solicitud pueden incluir diversas características descritas en el presente documento (individualmente o en combinación). En una realización, las operaciones descritas con respecto a las figuras 8B-10 pueden implementar parcialmente las etapas S150 y 160. Aunque las realizaciones de la presente descripción se ilustran usando un aparato de obtención de imágenes dentales, pueden aplicarse principios similares para otros tipos de obtención de imágenes de diagnóstico y para otra anatomía.

Si bien la invención se ha ilustrado con respecto a una o más implementaciones, pueden realizarse alteraciones y/o modificaciones a los ejemplos ilustrados sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, si bien una característica particular de la invención puede haberse divulgado con respecto a solo una de varias implementaciones/realizaciones, tal característica puede combinarse con una o más de otras características de las

5 otras implementaciones/realizaciones, según pueda desearse y ser ventajoso para cualquier función dada o particular. La expresión "al menos uno de" se utiliza para referirse a que puede seleccionarse uno o más de los elementos enumerados. El término "aproximadamente" indica que el valor enumerado puede alterarse de alguna manera, siempre que la alteración no dé como resultado la no conformidad del procedimiento o la estructura con la realización ilustrada. Finalmente, "a modo de ejemplo" indica que la descripción se usa como ejemplo, en lugar de implicar que es un ideal. Otras realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la memoria descriptiva y la puesta en práctica de la invención dada a conocer en el presente documento. Se pretende que la memoria descriptiva y los ejemplos se consideren a modo de ejemplo únicamente, estando el alcance de la invención definido por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para generar un mapa de arcada dental para un paciente que comprende:  
adquirir una imagen de superficie 3D de la dentadura del paciente;  
segmentar automáticamente la imagen de superficie 3D para identificar contornos dentales 3D individuales;  
proyectar los contornos dentales 3D individuales a lo largo de un plano 2D para formar un mapeo de perfiles para los  
5 dientes segmentados;  
etiquetar el mapeo según un esquema de numeración dental; y  
visualizar el mapeo etiquetado.
2. Método según la reivindicación 1, en donde la imagen de superficie 3D procede de un aparato de tomografía  
computarizada de haz cónico o de un aparato de obtención de imágenes de luz estructurada.
- 10 3. El método según la reivindicación 1, que comprende además aceptar y ejecutar instrucciones de operador que  
corrigen la segmentación para uno o más dientes.
4. El método según la reivindicación 1, en donde la segmentación automática de la imagen de superficie 3D  
comprende usar una o más segmentaciones basadas en serpenteo, técnicas de segmentación iterativa y  
segmentación de crecimiento de región.
- 15 5. El método según la reivindicación 1, en donde el esquema de numeración dental es el sistema de numeración  
universal, la numeración ISO o la notación Palmer.
6. El método según la reivindicación 1, que comprende además aceptar una instrucción de operador introducida  
seleccionando un perfil visualizado para un diente.
7. El método según la reivindicación 6, en donde el diente es un diente supernumerario.
- 20 8. El método según la reivindicación 1, que comprende además resaltar uno o más de los perfiles en el mapeo y  
volver a calcular el uno o más perfiles resaltados según las instrucciones de operador.
9. El método según la reivindicación 1, que comprende además seleccionar un procedimiento de simulación usando  
el mapa de arcada dental generado.
- 25 10. El método según la reivindicación 1, que comprende además aceptar una instrucción de operador que identifica  
uno o más dientes no detectados por la segmentación.
11. El método según la reivindicación 1, en donde uno o más de los perfiles es una línea cervical dental.
12. Un aparato de obtención de imágenes dentales que comprende:  
un aparato de obtención de imágenes de superficie que adquiere una imagen de superficie 3D de un paciente;  
un procesador principal que está configurado para responder a las instrucciones de operador para segmentar la  
30 imagen de superficie 3D para identificar contornos dentales 3D individuales, y formar y etiquetar un mapeo de  
perfiles para los dientes segmentados proyectando contornos dentales 3D individuales a lo largo de un plano 2D;  
y  
una pantalla en comunicación de señales con el procesador principal para visualizar el mapeo.
- 35 13. Un aparato de obtención de imágenes según la reivindicación 12, en donde el aparato de obtención de imágenes  
de superficie usa luz de reflectancia estructurada o radiación de rayos X.
14. Un aparato configurado para generar un mapa de arcada dental para un paciente que comprende:  
medios para adquirir una imagen de superficie 3D de la dentadura del paciente;  
medios para segmentar automáticamente la imagen de superficie 3D para identificar contornos dentales 3D  
individuales;  
40 medios para proyectar uno o más de los contornos dentales 3D segmentados a medios para formar un mapeo 2D de  
perfiles para los dientes segmentados;  
y

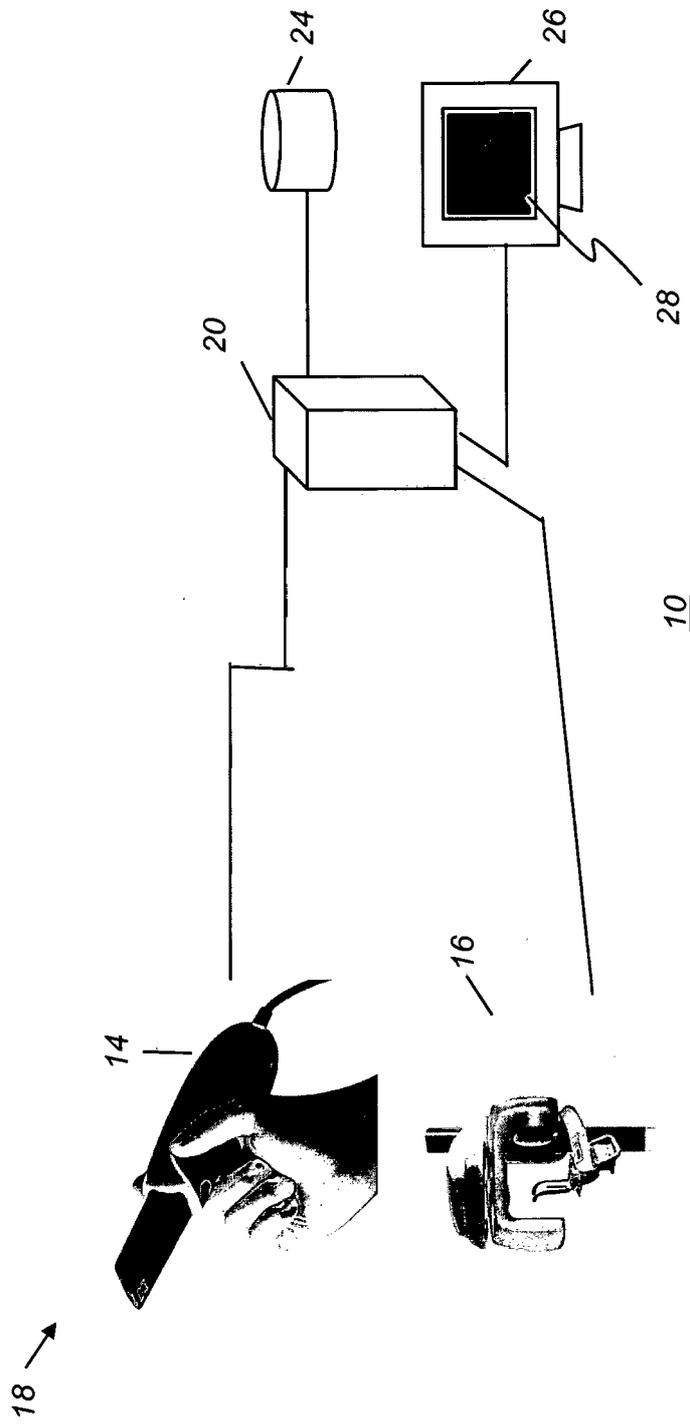
medios para visualizar el mapeo 2D de perfiles.

15. Un aparato según la reivindicación 14, que comprende además

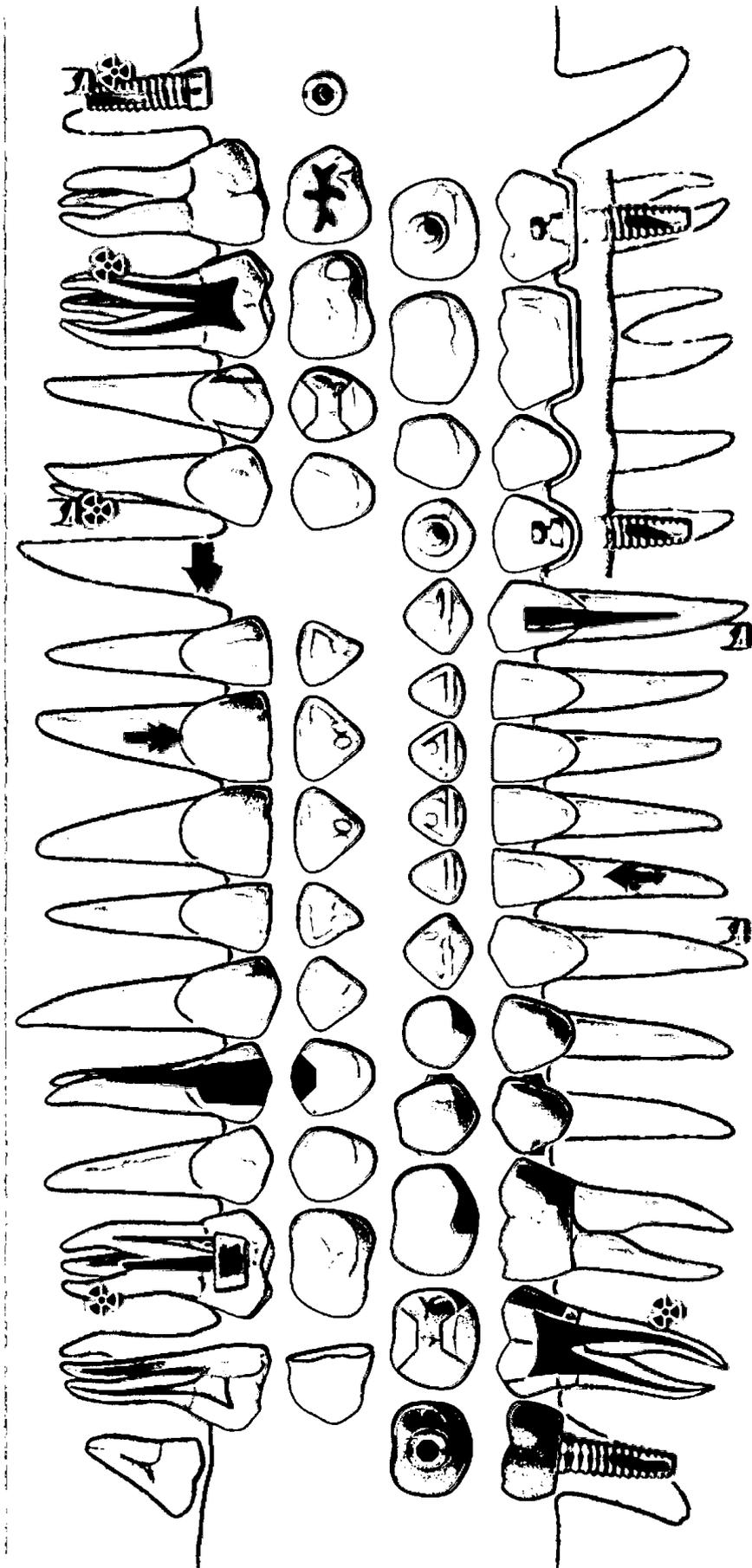
medios para editar uno o más de los contornos de mapeo 2D; y

medios para etiquetar el mapeo 2D según un esquema de numeración dental.

- 5 16. Un aparato según la reivindicación 14, en donde uno o más de los contornos dentales 3D es una línea cervical dental.



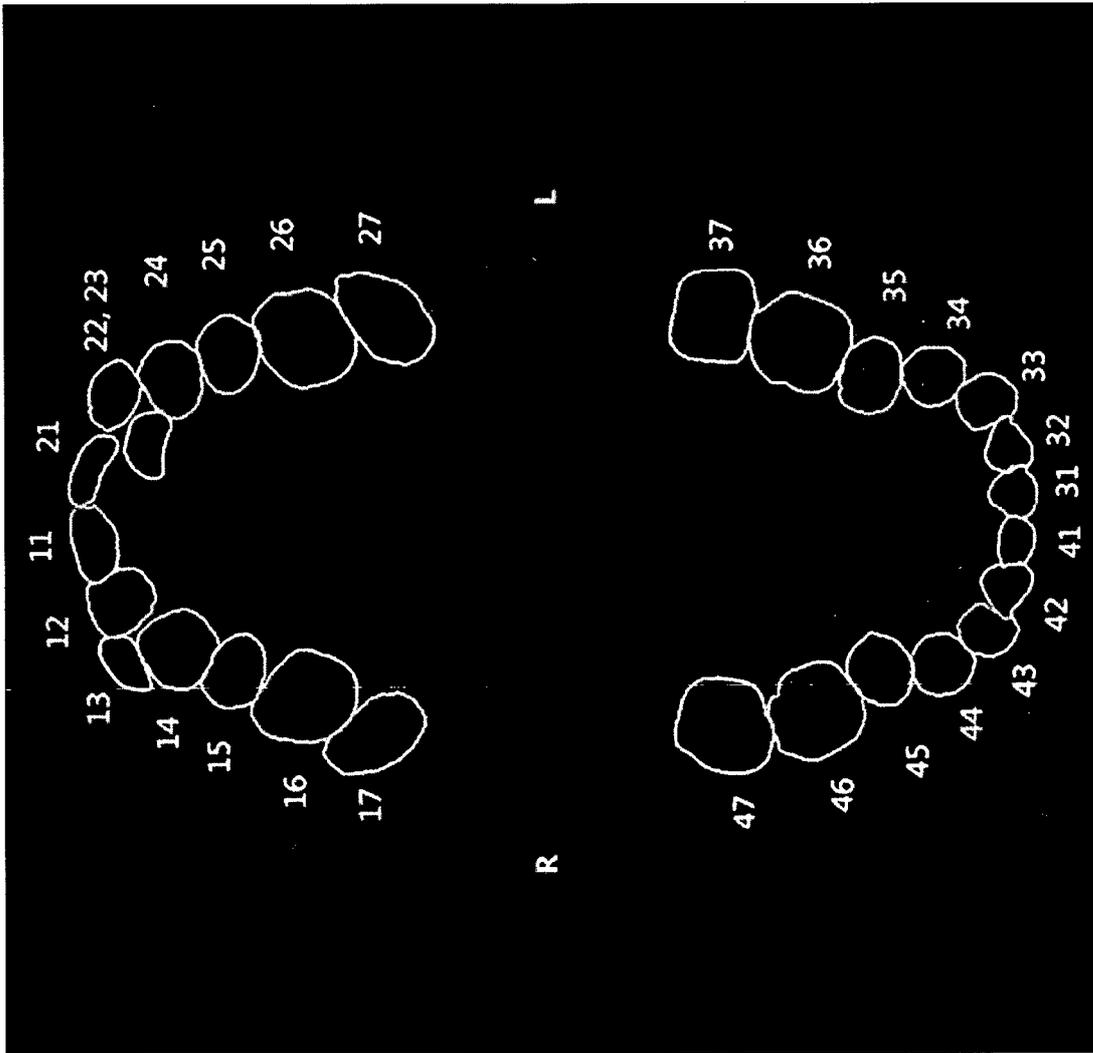
**FIG. 1**



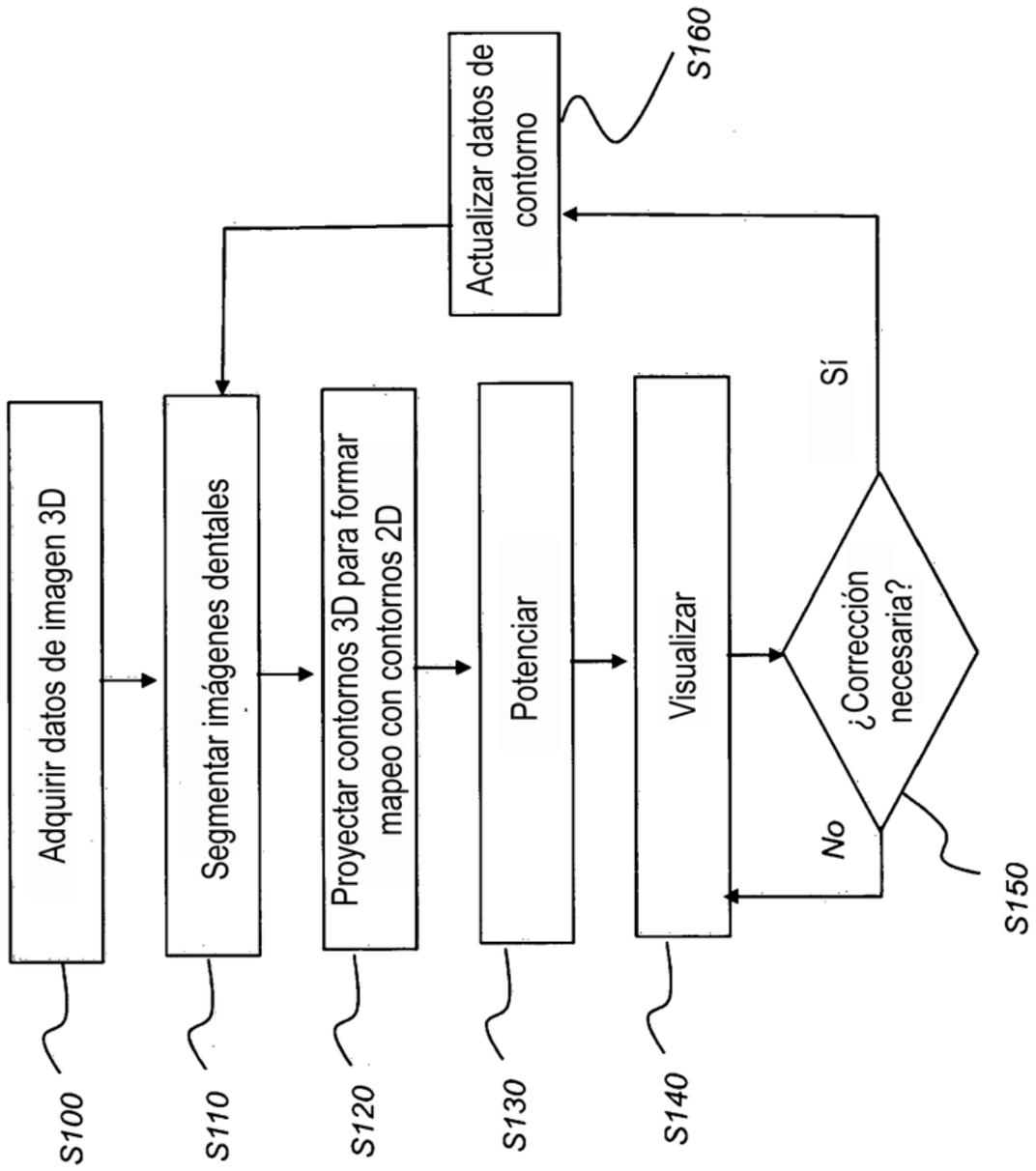
**FIG. 2**  
(Técnica anterior)



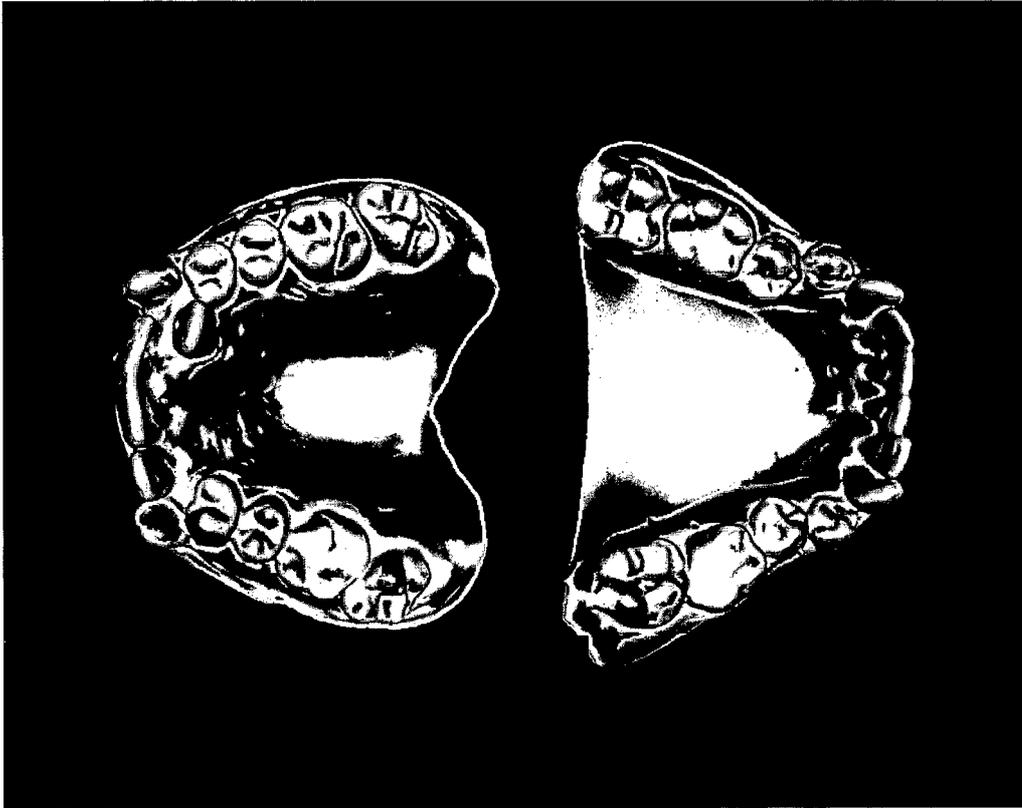
**FIG. 3**



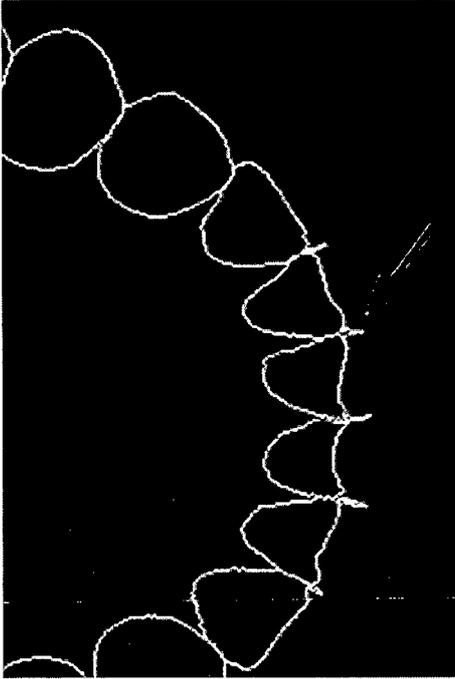
**FIG. 4**



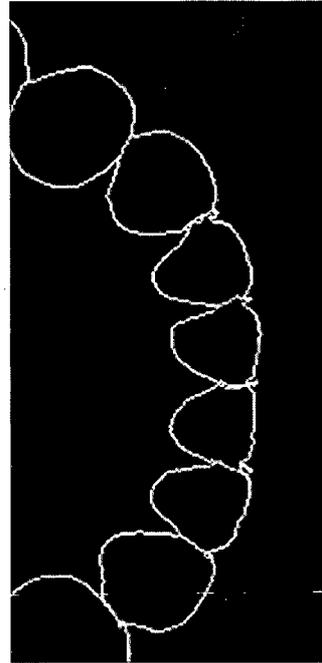
**FIG. 5**



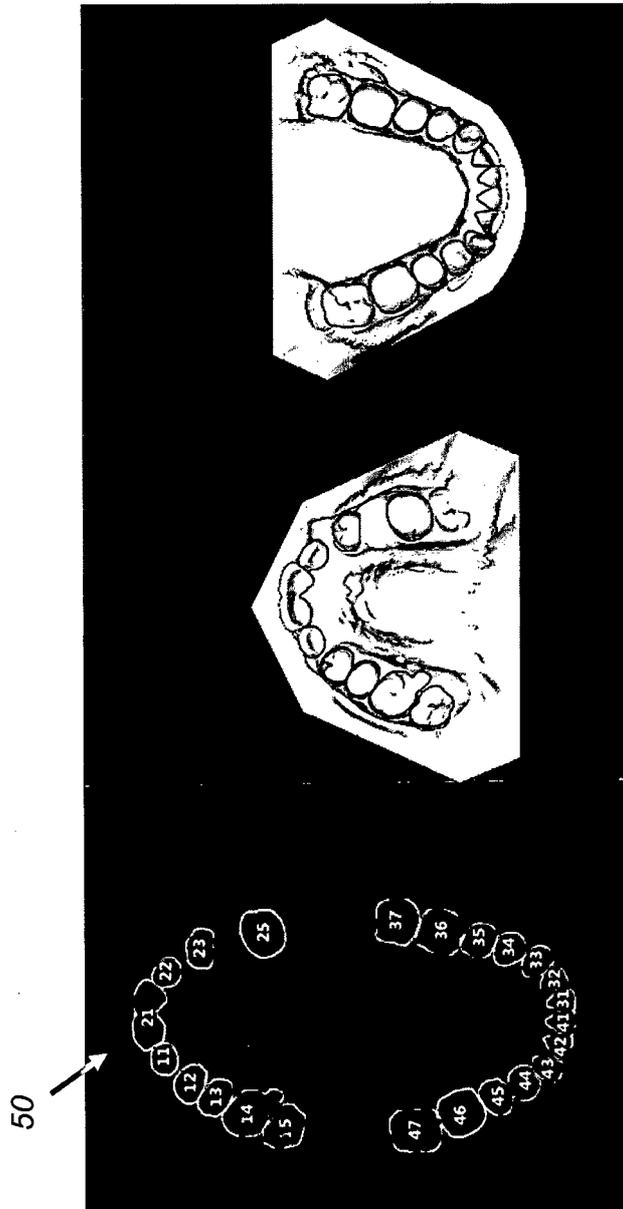
**FIG. 6**



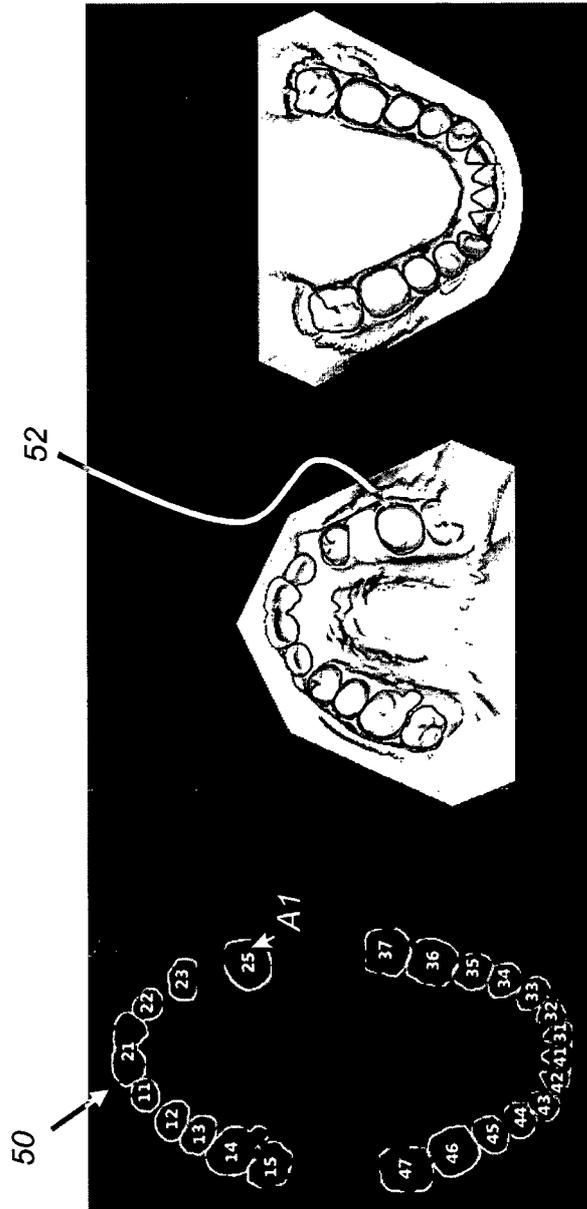
**FIG. 7A**



**FIG. 7B**



**FIG. 8A**



**FIG. 8B**

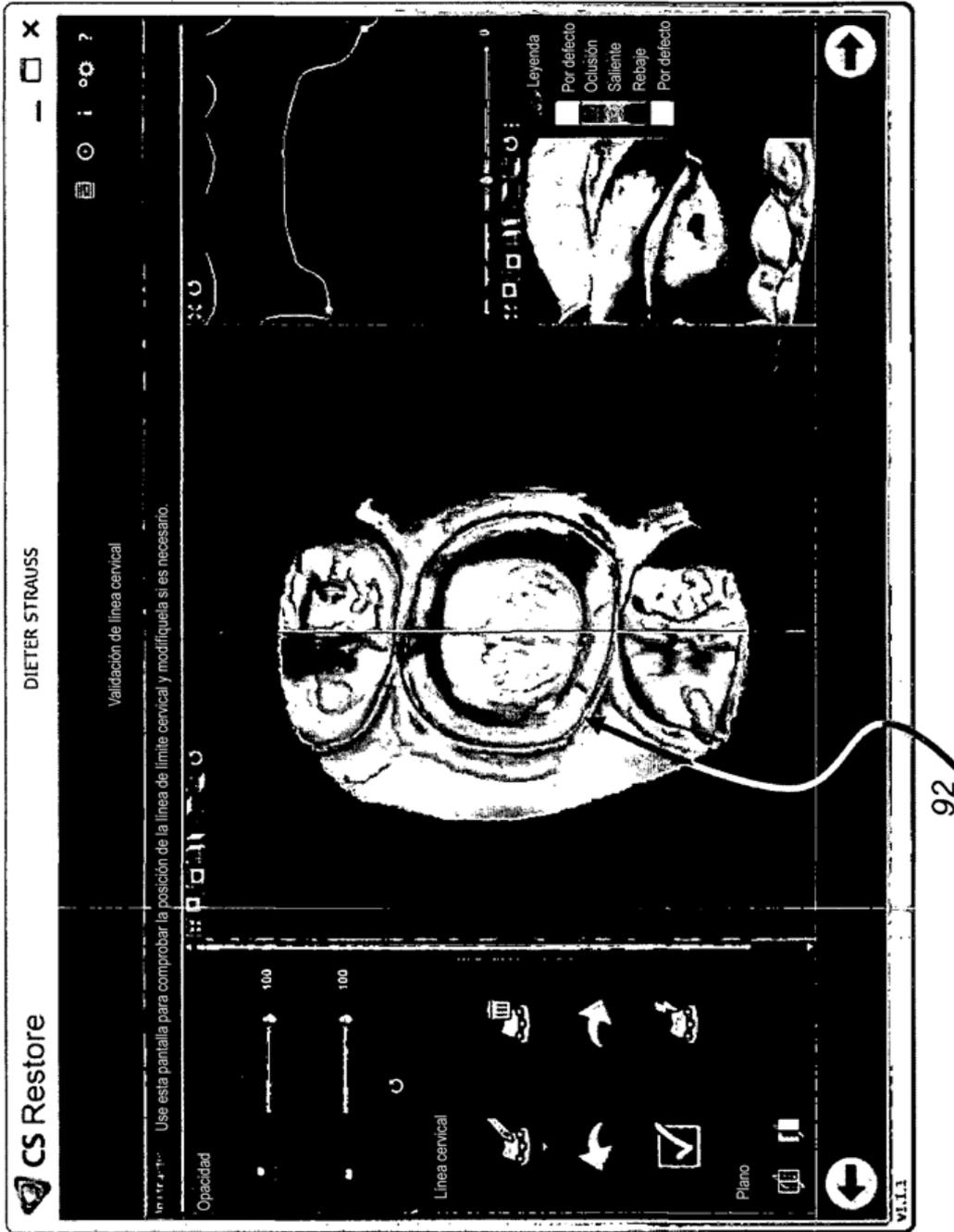


FIG. 9

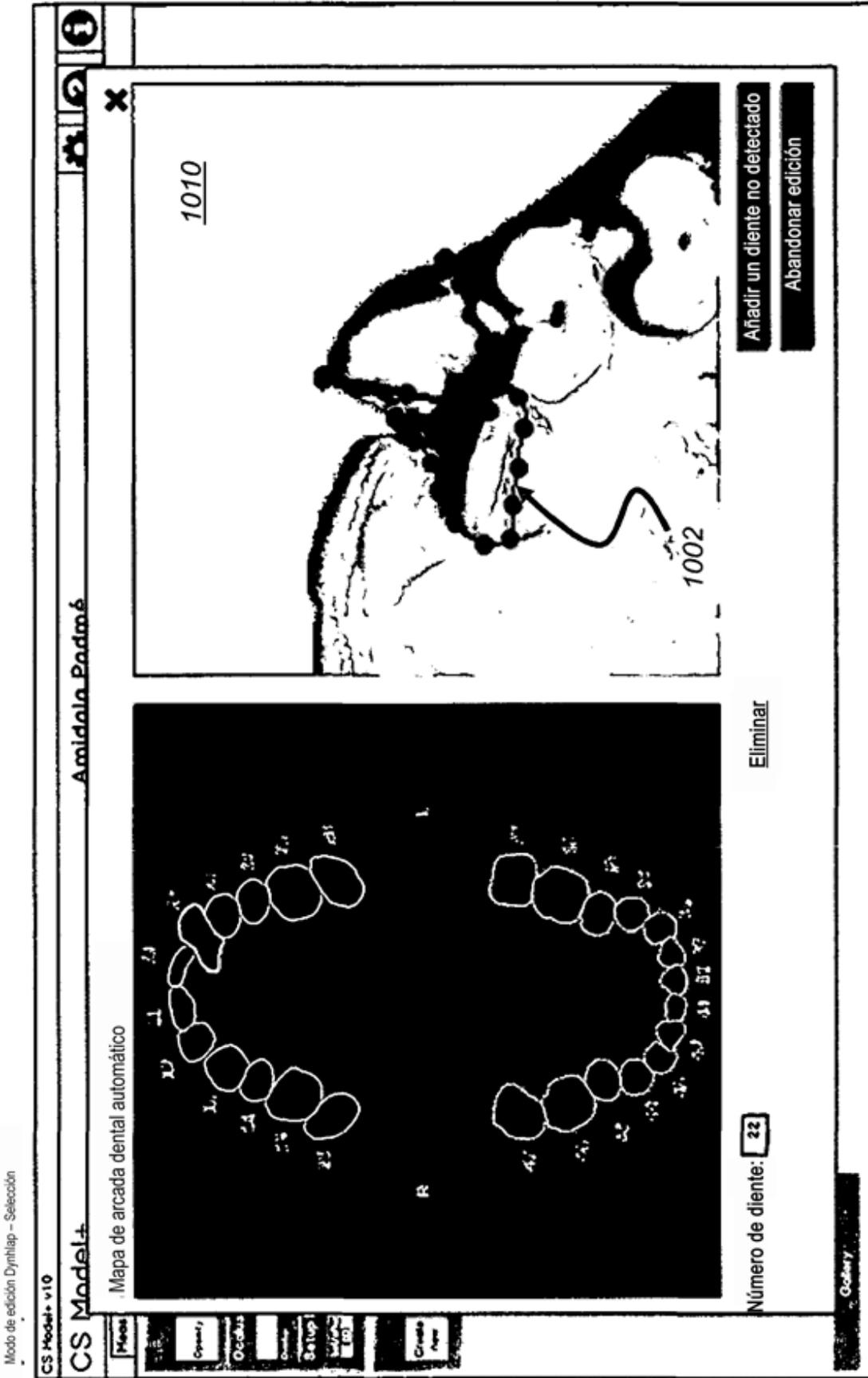
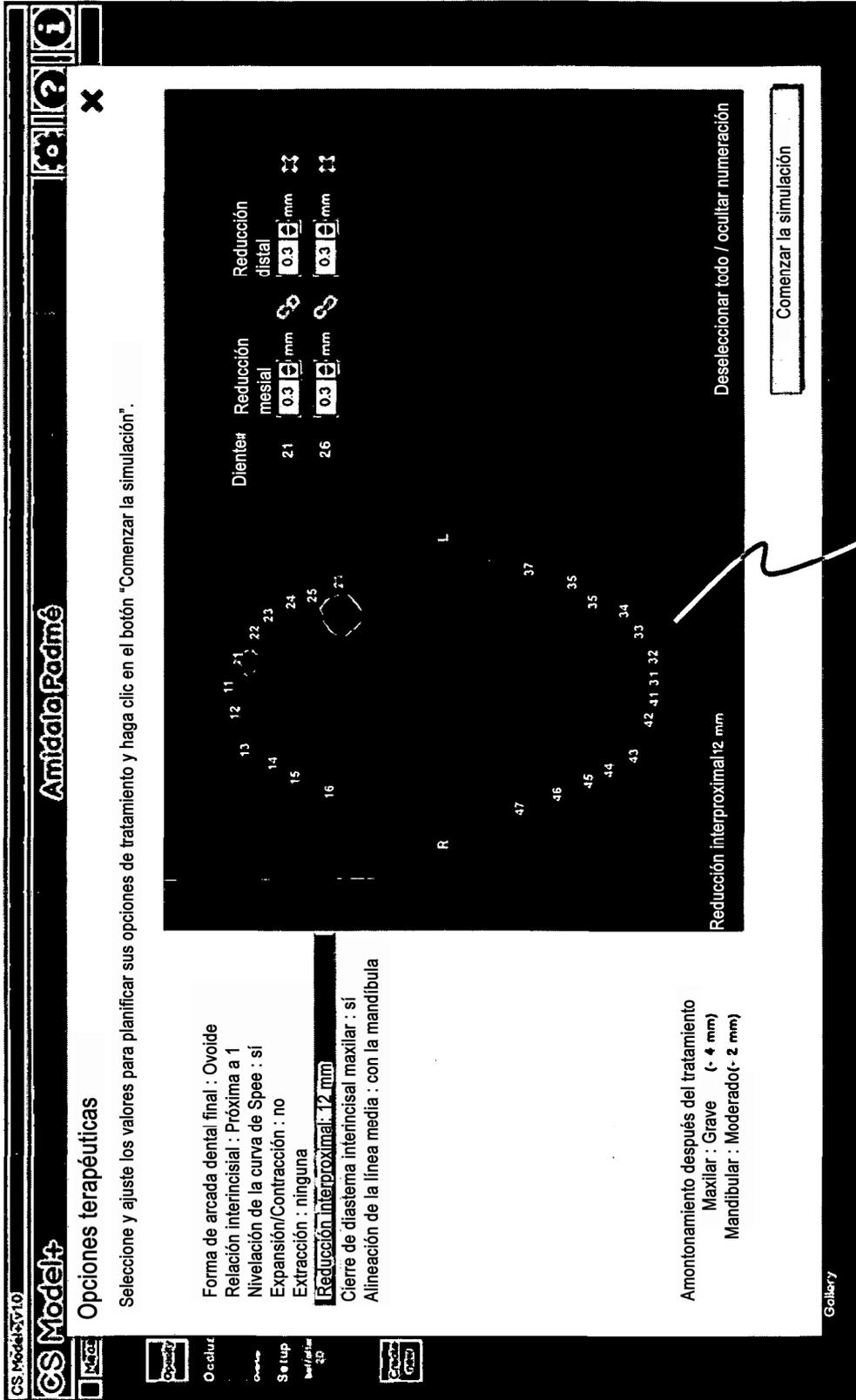


FIG. 10



50

**FIG. 11**