

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 712 196**

51 Int. Cl.:

**A61C 9/00** (2006.01)

**A61C 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2013 PCT/IB2013/001832**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037778**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2013 E 13776552 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2892460**

54 Título: **Procedimiento y sistema utilizables para crear un aparato dental subsiguiente**

30 Prioridad:

**06.09.2012 US 201213605949**

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

**09.05.2019**

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)  
2820 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95134, US**

72 Inventor/es:

**KUO, ERIC**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 712 196 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

Procedimiento y sistema utilizables para crear un aparato dental subsiguiente

### Antecedentes

5 Es frecuente que un/a paciente use algún tipo de aparato dental, tal como un retenedor, un posicionador o una férula, después de que se le hayan retirado los aparatos de ortodoncia, para evitar que las posiciones de los dientes del/la paciente se desvíen con respecto a la disposición de dientes lograda. Los documentos US2011/0004331 y US2006/0263740 proporcionan ejemplos. En el presente documento, un conjunto de corrector es un ejemplo de lo que se denominará "aparato dental actual". En el presente documento, un aparato dental que se use tras la retirada del aparato dental actual se denominará "aparato dental subsiguiente". Los retenedores son un ejemplo de un aparato dental subsiguiente. Alternativamente, puede ser que los/las pacientes con correctores de ortodoncia quieran dejar de usar el corrector adherido durante el tratamiento y terminar el resto de su tratamiento con aparatos dentales adicionales, tales como un alineador de plástico removible transparente. En caso de que el tratamiento consista en una combinación de correctores seguidos de alineadores removibles, resulta deseable una transición entre los correctores y alineadores sin tener que fabricar un retenedor temporal (para minimizar el movimiento de los dientes tras la retirada del corrector) entre las dos fases del tratamiento.

10 Para fabricar el aparato dental subsiguiente, se pueden tomar impresiones físicas con el aparato dental actual aún fijado a los dientes del/la paciente, para minimizar el grado de movimientos indeseables de los dientes que puedan producirse entre el momento posterior a la retirada del aparato dental actual y el momento en que se instale el aparato dental subsiguiente. Al dejar colocado el aparato dental actual para las impresiones, se prevé que el aparato dental subsiguiente podrá fabricarse mientras el aparato dental actual mantiene los dientes en su sitio, y que podrá suministrarse el mismo inmediatamente después de retirar el aparato dental actual. Sin embargo, puede resultar complicado tomar impresiones mientras el/la paciente lleva el aparato dental actual, no solo para el/la médico/a sino también para el/la paciente, debido a las muescas presentes en el aparato dental actual que se fijan al material de impresión a medida que éste se fija. Esto no solo resulta incómodo y desagradable para el/la paciente, sino que también puede provocar una distorsión en la impresión si, por ejemplo, resultara necesaria una fuerza excesiva para liberar de los dientes la impresión fijada cuando el aparato dental actual todavía está presente. Como resultado de cualquier posible distorsión en la impresión, es posible que el aparato dental subsiguiente no se ajuste bien a los dientes del/la paciente cuando se suministre el mismo. Incluso después de tomar la impresión, un/a técnico/a dental tendrá que hacer un esfuerzo considerable para limpiar manualmente cualquier modelo fabricado a partir de la impresión, y para eliminar manualmente todas las partes del aparato actual y cualquier posible distorsión y otros defectos que surjan mientras se toma la impresión.

20 A menudo, el/la profesional que lleva a cabo el tratamiento espera hasta que se haya retirado el aparato dental actual antes de tomar una impresión. Esto elimina algunas de las dificultades asociadas a tomar la impresión con el aparato actual puesto, pero conlleva la necesidad de usar un retenedor temporal, o no usar retenedor alguno, durante el período necesario para fabricar un aparato dental subsiguiente. Esta última opción implica un riesgo de que los dientes se muevan antes de poder aplicar sobre los mismos el aparato dental subsiguiente. En cualquier caso, también será necesaria otra cita con el/la profesional que lleva a cabo el tratamiento para ajustar y aplicar el aparato subsiguiente.

### Breve descripción de los dibujos

40 Los dibujos adjuntos ilustran varias realizaciones ejemplares de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios que se analizan a continuación:

Las Figuras 1a-1d, 1f, 1g ilustran el conjunto de dientes físicos de un/a paciente, con los respectivos dientes físicos y la encía, y ejemplos de aparatos dentales fijados al conjunto de dientes físicos del/la paciente, de acuerdo con diversas realizaciones.

45 La Figura 1e ilustra los dientes físicos de un/a paciente tras la extracción de una banda de ortodoncia de acuerdo con una realización.

Las Figuras 2a-6c ilustran técnicas para crear un nuevo modelo dental digital de acuerdo con varias realizaciones.

La Figura 7 ilustra cambios en la encía del/la paciente, de acuerdo con una realización.

50 Las Figuras 8a y 8b representan ejemplos de dispositivos temporales (DAT) 800 de anclaje fijados dentro de la cavidad bucal del/la paciente, de acuerdo con varias realizaciones.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema para crear un aparato dental subsiguiente para un/a paciente, antes de retirar un aparato dental actual de un conjunto de dientes físicos, de acuerdo con una realización.

La Figura 10 representa un diagrama de flujo de un procedimiento para crear un aparato dental subsiguiente para un/a paciente, antes de retirar un aparato dental actual de un conjunto de dientes físicos, de acuerdo con una realización.

5 Las Figuras 11-15 representan diagramas de flujo de procedimientos para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con varias realizaciones.

La Figura 16 representa un diente digital 1600, que representa uno del conjunto de dientes físicos del/la paciente que pueden moverse desde una posición de tratamiento a otra posición de tratamiento, de acuerdo con una realización

10 Las Figuras 17-19 ilustran una técnica para identificar el margen gingival que define el límite entre el diente y la encía en la dentición del/la paciente, y para simular cambios en la encía, de acuerdo con una realización.

Los dibujos a los que se hace referencia en esta Breve Descripción no deben interpretarse como dibujados a escala, a menos que se indique específicamente.

### **Descripción de realizaciones**

15 La invención es según se define en las reivindicaciones 1 y 19. Otras realizaciones a lo largo de la descripción y las figuras que no estén dentro del ámbito de la invención se presentan simplemente como ejemplos, para una mejor comprensión de la invención.

20 De acuerdo con una realización, se crea un modelo dental digital actual, tal como una imagen digital, de los dientes físicos del/la paciente con uno o más aparatos dentales actuales conectados a los dientes físicos, normalmente justo antes de retirar el aparato dental actual y reemplazar el mismo con un aparato dental subsiguiente. Si el aparato subsiguiente es un retenedor de final de tratamiento, los dientes generalmente presentarán la disposición deseada, o estarán cerca de la misma. Si el aparato subsiguiente es un aparato de tratamiento intermedio, los dientes se presentarán una disposición de tratamiento entre la disposición inicial y la disposición deseada.

25 Para crear el modelo dental digital actual pueden usarse varios tipos directos o indirectos de escaneo o formación de imágenes (tales como escaneo intraoral, CBCT, o varios tipos de escaneo de modelos físicos o impresiones, incluyendo láser y tomografía computarizada). De acuerdo con una realización preferida, el modelo dental digital actual es un escaneo digital directo del conjunto de dientes físicos mientras el aparato dental actual está conectado a uno o más de los dientes físicos. También se pueden utilizar varias realizaciones con un aparato dental actual que esté fijado a la cavidad bucal del/la paciente, por ejemplo al hueso situado debajo de la encía del/la paciente.

30 Algunos ejemplos de un aparato dental actual incluyen cualquier aparato dental adecuado para su fijación a uno o más de los dientes del/la paciente, y un aparato dental adecuado para su fijación al hueso situado debajo de la encía del/la paciente, entre otros. Más específicamente, el aparato dental actual puede consistir en uno o más artículos y puede ser un todo o una parte de un conjunto de corrector (que puede incluir brackets adheridos, botones, bandas cementadas, o una combinación de los mismos), un dispositivo de anclaje temporal (DAT) que se fije a la cavidad oral del/la paciente, o un accesorio dental que sea adecuado para su uso con un aparato dental de posicionamiento removible (también denominado "alineador" en el presente documento), de plástico, un aparato dental adecuado para su fijación al hueso situado debajo de la encía del/la paciente, un aparato de apnea del sueño, una férula, un puente, un implante, una banda de ortodoncia, un retenedor lingual fijo, un conjunto de correctores linguales o cualquier artículo que se haya sujetado de manera fija a cualquier porción de la cavidad oral, por citar algunos ejemplos. Ejemplos de tipos de DAT son un mini tornillo, una mini placa, un tipo de bola, un tipo de soporte y un tipo de gancho. El aparato dental actual puede colocarse sobre la superficie facial/bucal, la superficie lingual de los dientes físicos del/la paciente, la encía o una combinación de los mismos.

35 Se puede crear un nuevo modelo dental digital de los dientes (total o parcialmente) alineados basándose en un modelo de los dientes actuales con el aparato dental actual presente, o basándose en un modelo anterior de los dientes no alineados sin el aparato dental actual presente. Por ejemplo, puede crearse el nuevo modelo dental digital retirando el aparato dental actual del modelo dental digital actual, o moviendo los dientes digitales de un punto temporal anterior (del/la mismo/a paciente), sin el aparato dental presente, a las mismas posiciones que los dientes en el modelo dental digital actual (con el aparato dental presente), entre otras cosas, como se describe en el presente documento. De acuerdo con una realización, la creación del nuevo modelo dental digital se automatiza por ordenador. La creación del nuevo modelo dental digital puede ser completamente automatizada o sustancialmente automatizada.

40 Se puede utilizar un nuevo modelo dental digital para fabricar un aparato dental subsiguiente antes de retirar el aparato dental actual de los dientes físicos del/la paciente. Algunos ejemplos de aparato dental subsiguiente son un retenedor, un alineador (activo), un expansor, una férula o protector de mordida, o un posicionador. El retenedor puede ser de tipo Hawley, de tipo Essix, un alambre adherido, cualquier tipo de stent formado al vacío, un retenedor de resorte, una férula transparente o una combinación de los mismos. Al menos un ejemplo de férula es una férula de cirugía ortognática, entre otras.

De acuerdo con una realización, el modelo dental digital actual y el nuevo modelo dental digital incluyen una porción de la encía del/la paciente. Por ejemplo, el modelo dental digital actual y el nuevo modelo dental digital pueden incluir al menos la porción de la encía del/la paciente que quedará cubierta por un aparato dental subsiguiente, o adyacente al mismo.

5 De acuerdo con una realización, el modelo dental digital actual y un nuevo modelo dental digital pueden incluir dientes digitales que representen todos los dientes físicos del/la paciente clínicamente presentes (es decir, sin incluir los dientes por salir y/o los dientes impactados), ya sean naturales o protésicos (por ejemplo, una corona dental o un puente dental). Sin embargo, en pos de la simplicidad, muchas de las figuras representan un subconjunto de los dientes físicos del/la paciente.

10 La Figura 1a ilustra el conjunto de dientes físicos 100 de un/a paciente, con los respectivos dientes físicos 100a-100d y la encía 102. Las Figuras 1b-1d, 1f y 1g ilustran ejemplos de aparatos dentales 112, 122, 132, 152, 162 unidos al conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente, de acuerdo con diversas realizaciones. En pos de la simplicidad, las Figuras 1a-g representan un subconjunto de los dientes físicos del/la paciente.

15 El ejemplo 110 muestra el conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente con un conjunto de correctores 112 de ortodoncia fijados a los mismos. El conjunto de correctores 112 puede incluir uno o más brackets, arcos de alambre, etc. El ejemplo 120 representa el conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente con unos accesorios dentales 122 que son adecuados para su uso con un aparato dental extraíble de posicionamiento, de plástico, tal como un alineador. El ejemplo 130 representa una banda de ortodoncia fijada al conjunto de dientes físicos 100 del/la  
20 paciente. El ejemplo 140 muestra unos espacios 142, 146 en el lado del diente y un espacio 144 en la parte trasera del diente, tras retirar la banda 132 de ortodoncia. El ejemplo 150 representa un retenedor lingual fijo 152. El ejemplo 160 representa correctores linguales.

Los brackets dentales y los accesorios dentales mostrados en las Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g se consideran algunos ejemplos y podrá hacerse referencia a los mismos como "aparato dental actual", ya que los aparatos  
25 dentales 112, 122, 132, 132, 152, 162 están fijados actualmente a los dientes físicos 100 del/la paciente. Los accesorios dentales 122 pueden ser accesorios de alineación, para su uso con un alineador.

El conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente presenta una disposición de dientes deseada, o una disposición cercana a la deseada, de acuerdo con una realización. De acuerdo con una realización, una disposición de dientes deseada es la disposición de dientes final obtenida como resultado de un tratamiento de ortodoncia. De acuerdo con  
30 una realización, los dientes físicos 100 del/la paciente pueden presentar la disposición deseada como resultado de un tratamiento de ortodoncia. De acuerdo con otra realización, los dientes físicos 100 del/la paciente están cerca de llegar a la disposición de dientes deseada, pero no presentan exactamente la misma. Por ejemplo, debido al aparato dental actual 112, una característica tal como una banda ortodóncica cementada 132 (Figura 1d) puede ocupar un pequeño espacio entre dos dientes físicos mutuamente adyacentes. Un espacio 142, 146 (Figura 1e) entre los  
35 dientes físicos adyacentes también podrá denominarse "espacio interproximal". Cuando se retiran las bandas, se cerrará el espacio interproximal que existía debido a las bandas. Varias realizaciones también son adecuadas para dientes físicos que estén cerca de llegar a la disposición de dientes deseada, pero que no presenten exactamente la disposición de dientes deseada. Otro ejemplo es que un/a profesional que lleve a cabo el tratamiento pueda querer comenzar a crear un aparato subsiguiente antes de que los dientes se hayan movido completamente a la disposición  
40 de dientes deseada.

Aunque se describen muchas realizaciones en el contexto de un conjunto de correctores 112, el aparato dental actual puede ser cualquier tipo de aparato dental que pueda fijarse a uno o más de los dientes físicos 100 del/la paciente, o a los tejidos del/la paciente dentro de la cavidad oral. El aparato dental actual puede ser cualquier tipo de aparato dental que sea adecuado para su uso con un aparato dental de posicionamiento extraíble, de plástico.

45 Las Figuras 2a-c ilustran una técnica para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con una realización. La Figura 2a representa dientes digitales segmentados 200 del/la paciente, la Figura 2b representa un modelo dental digital actual 210, y la Figura 2c representa un nuevo modelo dental digital 220. El modelo dental digital actual 210 es una representación del conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a) y del aparato dental 112 (Figura 1b) que actualmente está fijado a los dientes físicos 100 del/la paciente.

50 De acuerdo con una realización, se efectúa una exploración digital de los dientes físicos 100 del/la paciente sin que éste/a lleve puesto aparato dental alguno en sus dientes físicos 100. Puede procesarse la exploración digital, para crear dientes digitales segmentados 200 del/la paciente. Cada diente 200a-200d de los dientes digitales segmentados 200 representa un diente diferente 100a-100d (Figura 1a) de los dientes físicos del/la paciente 100 (Figura 1a). De acuerdo con una realización, cada uno de los dientes digitales segmentados 200 tiene uno o más ejes propios y coordenadas tridimensionales (3D) de modo que pueda posicionarse libremente cada uno de los  
55 dientes digitales segmentados en el espacio 3D. Por ejemplo, pueden utilizarse solo coordenadas 3D, o pueden utilizarse coordenadas 3D en combinación con uno o más ejes, para posicionar cada uno de los dientes digitales segmentados 200 en función de las posiciones de cada diente digital individual 210a-210d, 220a-220a, asociado con el modelo dental actual 210 o bien con un nuevo modelo dental digital 220, como se describirá con más detalle en el

contexto de la Figura 16.

Cada uno de los dientes digitales segmentados 200a-200d puede superponerse sobre los correspondientes dientes digitales 210a-210d asociados con el modelo dental digital actual 210. Las superficies compartidas en común (es decir, no cubiertas por el aparato dental) pueden usarse como referencias y como la base para la superposición. A continuación, puede asignarse una nueva ubicación para los dientes digitales segmentados 200a-200d a cada diente individual, en función de la posición del diente equivalente en el nuevo modelo dental digital 220 (el nuevo modelo dental digital 220 puede ser segmentado, no segmentado o parcialmente segmentado). La porción no superpuesta incluye cualquier porción del modelo dental digital actual 210 que no sea parte del modelo dental digital original, según lo representan los dientes digitales segmentados 200. Por ejemplo, la porción no superpuesta puede incluir el aparato dental actual 112 y cualquier cantidad de cemento que se use para fijar el mismo a los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1b). La porción no superpuesta también puede incluir cambios en los contornos gingivales (debido a la inflamación, por ejemplo). El nuevo modelo dental digital 220 se puede crear eliminando del modelo dental digital actual 210 la porción no superpuesta, o creando el nuevo modelo dental digital 220 basándose en la porción superpuesta sin la porción no superpuesta.

Las Figuras 3a-3c ilustran una técnica para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con una realización. La Figura 3a muestra una representación 300 del aparato dental actual, la Figura 3b el modelo dental digital actual 210 (Figura 2b), y la Figura 3c representa un nuevo modelo dental digital 320. La representación del aparato dental actual 300 puede ser una imagen captada del mismo aparato dental físico. Por ejemplo, puede haberse captado una imagen digital del aparato dental 112 (Figura 1b) cuando el aparato dental 112 no se estaba aplicado en los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a). La representación del aparato dental actual 300 o la porción 300a, 300b puede ser una imagen obtenida, por ejemplo, de un archivo de aparatos dentales de diferentes tipos. La imagen obtenida puede ser una imagen de un aparato dental físico diferente que sea del mismo tipo, de un tipo o similar, que el aparato dental actual 112 (Figura 1b). Por ejemplo, la imagen obtenida puede ser una imagen de un aparato dental físico diferente que sea de la misma marca o modelo, o una combinación de los mismos, que el aparato dental actual 112 (Figura 1b).

Puede superponerse una representación de la totalidad 300 o de una porción 300a, 300b del aparato dental actual 112 (Figura 1b). Algunos ejemplos de una porción 300a, 300b del aparato dental actual 112 (Figura 1b) son un bracket, un alambre, una banda, un tubo, una abrazadera, un botón, un alambre de ligadura, un gancho, un accesorio de alineación y una junta tórica.

La representación del aparato dental actual 300 puede superponerse sobre el modelo dental digital actual 210 (Figura 2b). Se puede determinar la porción del modelo dental digital actual 210 que está superpuesta mediante la representación del aparato dental actual 300 o la porción 300a, 300b. El nuevo modelo dental digital 320 puede crearse, por ejemplo, eliminando la porción superpuesta del modelo dental digital actual 210 o creando el nuevo modelo dental digital 320 basándose en la porción no superpuesta, sin la porción superpuesta.

De acuerdo con una realización, el nuevo modelo dental digital 320 puede incluir representaciones de una cantidad sobrante de cemento o de resaltos en las superficies de los dientes físicos debido al cemento, o una combinación de los mismos. Por lo tanto, un aparato dental subsiguiente que se cree basándose en el nuevo modelo dental digital 320 se ajustará a los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a), pero podrá ser ligeramente más grande que un aparato dental subsiguiente que se cree usando un nuevo modelo dental digital 220 (Figura 2b), por ejemplo. Pueden usarse diversas realizaciones para eliminar las representaciones de la cantidad sobrante de cemento. Por ejemplo, al menos varias de las realizaciones descritas en el contexto de las Figuras 5a-5c pueden utilizarse para eliminar las representaciones de la cantidad sobrante de cemento.

Las Figuras 4a-4c ilustran una técnica para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con una realización. La Figura 4a muestra una base 400 de bracket, un diente digital 210b que forma parte de un modelo dental digital actual 210, y una representación 420b que forma parte de un nuevo modelo dental digital 420. La base 400 de bracket está asociada con un aparato dental actual 112 (Figura 1b) para el/la paciente, o está asociado con un aparato dental que sea de un tipo similar o del mismo tipo que el aparato dental actual 112 (Figura 1b). La superficie inferior 402 de la base 400 de bracket tiene un contorno 404 que se aproxima al contorno 450 de la porción 440 del diente digital 210b.

Como se muestra en la Figura 4b, la base 400 de bracket se sujeta a una porción 440 de un diente digital 210b con cemento 430. De acuerdo con una realización, el contorno 450 de la porción 440 del diente digital 210b asociado con el modelo dental digital actual 210 (Figura 2b) se estima en base al contorno 404 de la superficie inferior 402 de la base 400 de bracket.

Varias de las realizaciones resultan adecuadas para aproximar el contorno 450 de una porción 440 de un diente digital 440 basándose en otras porciones de un aparato dental, como se analiza en el presente documento, que no sean una base de soporte, como se analiza en el presente documento. Por ejemplo, si una porción de un diente digital está debajo de un alambre lingual enlazado, varias de las realizaciones resultan adecuadas para utilizar un contorno situado debajo del alambre lingual enlazado para estimar el contorno de una porción del diente digital que estaría situada debajo de ese alambre.

Con referencia a la Figura 4c, de acuerdo con una realización, el nuevo diente digital 420b del nuevo modelo dental digital 420 puede incluir representaciones de una cantidad sobrante de cemento 430 o resaltos en las superficies de los dientes físicos debidas al cemento 430, o una combinación de las mismas. Por ejemplo, puede parecer que el cemento 430 es parte del diente digital 210b. Por lo tanto, un aparato dental subsiguiente que se cree basándose en el nuevo modelo dental digital 420 (Figura 4c) encajará en los dientes físicos del/la paciente 100 (Figura 1a), pero podrá ligeramente más grande que un aparato dental subsiguiente que se cree usando un nuevo modelo dental digital 220 (Figura 2b), por ejemplo. Por lo tanto, resulta deseable eliminar tales representaciones de la cantidad sobrante de cemento y/o resaltos. Pueden usarse varias de las realizaciones para eliminar las representaciones de la cantidad sobrante de cemento 430. Por ejemplo, pueden utilizarse al menos varias de las realizaciones descritas en el contexto de las Figuras 5a-5c para eliminar las representaciones de la cantidad sobrante de cemento 430.

Las Figuras 5a-5c ilustran una técnica para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con una realización. La Figura 5a representa unos dientes digitales 500a-500d que son similares a los respectivos dientes digitales 210a-210d (Figura 2b) asociados con un modelo dental digital actual 210. Puede obtenerse un diente digital 500a-500d similar promediando una pluralidad de dientes digitales a partir de una biblioteca de dientes digitales, por ejemplo. Un diente digital 500a-500d similar puede ser una imagen de otro diente físico asociado con el/la paciente. Por ejemplo, debido a la simetría del plano medio de la mayoría de los individuos, los dos dientes frontales 100b, 100c de un/a paciente (Figura 1a) son imágenes especulares aproximadas entre sí. Se puede crear una imagen digital de uno de los dientes frontales 100b de un/a paciente basándose en una imagen especular de una imagen digital del diente frontal contralateral 100c del/la paciente. Los dientes físicos 100a y 100d (Figura 1a) también son ejemplos de dientes que pueden ser similares entre sí. Por ejemplo, podría superponerse una imagen especular del diente físico 100a sobre el diente digital 210d, o podría superponerse una imagen especular del diente físico 100d sobre el diente digital 210a. Los dientes digitales 500 similares pueden ser imágenes de dientes físicos de otra persona que no sea el/la paciente. Por ejemplo, puede seleccionarse la otra persona en función de datos demográficos similares a los del/la paciente. Algunos ejemplos de datos demográficos utilizados para determinar si los dientes digitales son similares entre sí incluyen el sexo, la edad, el origen étnico, el tamaño de los dientes, por ejemplo si son pequeños, medianos o grandes, y la forma de los dientes, por ejemplo si son bulbosos o planos, cuadrados o cónicos.

Un diente digital 500a-500d similar podrá redimensionarse en función del tamaño de un diente digital 210a-210d (Figura 2b) en el actual modelo dental digital 210 (Figura 2b). Por ejemplo, el diente digital 500a-500d similar se puede redimensionar para que coincida o coincida aproximadamente con uno de los dientes digitales 210a-210d del modelo dental digital actual 210. De acuerdo con una realización, el diente digital 500a-500d similar se redimensiona para que sea ligeramente más grande que el diente digital 210a-210d que se superpondrá, para garantizar que el aparato dental subsiguiente se ajuste a los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a).

De acuerdo con una realización, un diente digital 500a-500d similar tiene sus propias coordenadas tridimensionales (3D), como se explica en el presente documento, de modo que un diente digital 500a-500d similar podrá posicionarse, por ejemplo, en función de la posición de un diente digital 210a-210d (Figura 2b) asociado con el modelo dental digital actual 210 o el nuevo modelo dental digital 520.

Cada uno de los dientes digitales 500a-500d similares puede superponerse sobre los correspondientes dientes digitales 210a-210d (Figura 2b) asociados con el modelo dental digital actual 210. Las coordenadas 3D asociadas con cada uno de los dientes digitales 500a-500d similares pueden restablecerse como parte de la superposición. Podrá determinarse entonces la porción no superpuesta. Por ejemplo, la porción no superpuesta incluye el aparato dental actual 112 (Figura 1b). El nuevo modelo dental digital 520 puede crearse eliminando del modelo dental digital actual 210 (Figura 2b) la porción no superpuesta, o creando el nuevo modelo dental digital 520 basándose en la porción superpuesta sin la porción no superpuesta.

Las Figuras 6a-c ilustran una técnica para crear un nuevo modelo dental digital, de acuerdo con una realización. Un área o un subconjunto 630 de un diente digital 210b (Figura 2b) en el actual modelo dental digital 210 (Figura 2b) puede estar debajo de una porción del aparato dental actual 112 (Figura 1b). Algunos ejemplos de una porción del aparato dental actual son un bracket, un alambre, un tubo, una grapa, un botón, un alambre de ligadura, un gancho, una banda, un accesorio de alineación y una junta tórica. De acuerdo con una realización, puede usarse una correspondiente área o subconjunto 610 de un diente digital 600 similar, como se describe en el presente documento, para estimar un contorno del área o subconjunto 630 oculto de un diente digital 210b en el modelo dental digital actual 210. La estimación puede utilizarse para crear un contorno en una correspondiente área del subconjunto 640, para un diente digital 620b del nuevo modelo dental digital 620.

De acuerdo con una realización, cuando se cree el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2a-6c) los dientes físicos 100 (Figura 1a) pueden estar cerca de presentar la disposición de dientes deseada, pero no haber llegado a la misma. Por ejemplo, el aparato dental actual puede tener una característica, tal como una banda ortodóncica 132 (Figura 1d) que evite el cierre completo de un espacio interproximal entre dientes físicos adyacentes. En otro ejemplo, puede ser que el/la paciente no esté disponible cuando sus dientes 100 (Figura 1a) presenten la disposición de dientes deseada, debido por ejemplo a un viaje. Puede crearse el modelo dental digital actual 210 (Figura 2b) antes de que el/la paciente salga de viaje de modo que el aparato dental subsiguiente, tal como un retenedor, esté disponible a su regreso, retirándose en ese momento el uno o más de los aparatos actuales.

Por lo tanto, de acuerdo con una realización, para crear un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) cuando los dientes físicos del/la paciente 100 (Figura 1a) están cerca de presentar la disposición deseada de los dientes, pero no han llegado aún a la misma, pueden ajustarse las posiciones de uno o más dientes digitales en el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) en función de la disposición de dientes deseada. Podrá usarse la información relativa a una o más dimensiones de la característica o descripciones de la característica, para determinar cómo ajustar las posiciones del uno o más dientes digitales en el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c). Por ejemplo, en el caso de una banda ortodóncica 132 (Figura 1d), puede utilizarse el ancho de la banda ortodóncica (ya sea como una dimensión conocida o como una medida derivada de la exploración) para ajustar las posiciones de los dientes digitales para reflejar que el espacio interproximal, al que mantiene físicamente la banda, disminuirá cuando se retire la banda. Un aparato dental subsiguiente que se fabrique basándose en un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) ajustado a la disposición de dientes deseada podrá usarse para mover los dientes físicos a la disposición de dientes deseada. Las coordenadas 3D de un diente digital individual pueden ajustarse como parte de las posiciones de ajuste, como se analiza en el presente documento, lo que significa, por ejemplo, que los dientes digitales segmentados individualmente pueden reubicarse digitalmente dentro del arco.

La Figura 7 ilustra cambios en la encía de un/a paciente, de acuerdo con una realización. La Figura 7 muestra uno de los dientes del/la paciente 700 y la correspondiente encía 710. Con frecuencia, tras usar un aparato dental actual, tal como un conjunto de correctores, la encía del/la paciente 710 podrá estar hinchada o inflamada. Con el tiempo y la higiene adecuada, la hinchazón de la encía del/la paciente 710 tiende a disminuir, lo que hace que disminuyan los contornos gingivales. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 7, la encía del/la paciente 710 está en su línea base en t0 (antes del tratamiento), se inflama y llega a su punto más agrandado en el momento t1, y luego se ve menos agrandada en el momento t2 a medida que la inflamación se reduce, y está en su punto normal o cerca de llegar al mismo en el momento t3.

De acuerdo con una realización, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) incluye la porción de la encía del/la paciente situada cerca del aparato dental subsiguiente o que quedará cubierta por un aparato dental subsiguiente, o una combinación de estas opciones. De acuerdo con una realización, pueden crearse una serie de nuevos modelos dentales digitales, por ejemplo, que tengan en cuenta los cambios en el contorno gingival 730 del/la paciente. Por ejemplo, se puede crear un nuevo modelo dental digital que se adapte a la encía 710 del/la paciente en el momento t1, se puede crear un segundo nuevo modelo dental digital que se adapte a la encía 710 del/la paciente en el momento t2, y se puede crear un tercer nuevo modelo dental digital que se adapte a la encía 710 del/la paciente en el momento t3. Adicionalmente, como se muestra en la Figura 7, el contorno gingival 730 aumenta según lo indicado por la referencia 720, por ejemplo, desde el momento t0 hasta el momento t1. Varias de las realizaciones también resultan adecuadas para la encía inflamada 710, debido a que una porción de un aparato dental actual 112 (Figura 1b) queda situada cerca de la encía del/la paciente.

De acuerdo con una realización, se simulan uno o más cambios en la encía del/la paciente, como se describirá con más detalle en el contexto de las Figuras 17-19. De acuerdo con otra realización, se utiliza el contorno gingival del/la paciente antes del tratamiento para estimar uno o más cambios en la encía del/la paciente. Por ejemplo, puede utilizarse un modelo dental digital captado en el momento t0 (Figura 7) de los dientes y la encía del/la paciente, que se creara antes de los cambios en la encía del/la paciente o antes de aplicar un aparato dental. Para obtener el modelo dental digital puede utilizarse cualquier tipo de formación de imágenes o escaneo, según lo descrito en el presente documento. Adicionalmente, el modelo dental digital actual puede incluir una representación del contorno gingival del/la paciente cuando los dientes físicos del/la paciente estén en una posición de tratamiento, o cuando presenten la disposición de dientes deseada o estén cerca de llegar a la misma. Pueden utilizarse el modelo dental digital anterior y el modelo dental digital actual para estimar cambios en el contorno gingival del/la paciente a lo largo del tiempo. Por ejemplo, puede utilizarse una curva lineal o exponencial, entre otras, para estimar los cambios gingivales previstos en el/la paciente. De acuerdo con una realización, el/la paciente el contorno gingival se modela de modo que el aparato dental subsiguiente se adapte bien y no deje bordes expuestos que puedan irritar la lengua o los tejidos blandos circundantes, y de modo que, al mismo tiempo, se obtenga un aparato que no quede demasiado apretado, lo que podría irritar el tejido inferior debido a la presión ejercida por el aparato. De acuerdo con una realización, la encía del/la paciente se modela selectivamente. Por ejemplo, asumamos, en pos de la ilustración, que una primera porción de la encía del/la paciente está inflamada en el momento t3, y que una segunda porción de la encía del/la paciente ha experimentado una recesión o encogimiento en el momento t3. En este caso, se puede usar una primera técnica de modelado gingival en la primera porción de la encía del/la paciente y una segunda técnica de modelado gingival en la segunda porción de la encía del/la paciente. Por ejemplo, los cambios que se produzcan en la encía del/la paciente tras retirar el aparato dental actual podrán rastrearse usando realizaciones de simulación o de no simulación sobre la primera porción, mientras que el contorno gingival del/la paciente, captado antes del tratamiento, podrá utilizarse para la segunda porción sin hacer uso de las realizaciones de simulación o de no simulación, o haciendo un uso mínimo de las mismas.

Las Figuras 8a y 8b representan ejemplos de dispositivos 800 de anclaje temporal (DAT) sujetos a la cavidad oral del/la paciente, de acuerdo con diversas realizaciones. La Figura 8a muestra los DAT 800 ubicados en el lado labial (o facial) de la cavidad oral 810a, y la Figura 8b muestra un DAT con botones 820 adheridos a los dientes ubicados en el lado lingual de la cavidad bucal 810b. Un dispositivo 800 de anclaje temporal es un ejemplo de un aparato dental actual que podría ser parte de un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b), y varias de las

realizaciones son adecuadas para crear un nuevo modelo dental digital que excluya el dispositivo 800 de anclaje temporal. Ejemplos de porciones de la cavidad bucal 810 que pueden ser parte de un modelo dental digital actual y de un nuevo modelo dental digital, de cara a diversas realizaciones, es cualquier porción de la cavidad bucal 810 que pueda solaparse con un aparato dental subsiguiente, tal como un retenedor. El hueso alveolar situado debajo de la encía es un ejemplo de una porción de la cavidad bucal 810 del/la paciente. Otros ejemplos de aparatos de anclaje son un tornillo óseo y una placa. Un DAT 800 puede contar con una bola, un bracket o un gancho, entre otras cosas, en el extremo que quede expuesto a la cavidad bucal con el fin de fijar, por ejemplo, un alambre, un elemento elástico o una ligadura, entre otras cosas.

Varias de las realizaciones también son adecuadas para los cambios en la encía resultantes de un DAT u otros tipos de aparato que causen cambios en la encía. Por ejemplo, es habitual que una porción de un DAT se incruste en la encía hacia el hueso situado debajo, lo que puede causar hinchazón en una porción de la encía. Varias de las realizaciones, por ejemplo las de simulación, las que no requieren simulación, y las que utilizan el contorno gingival original del/la paciente (representado en el momento t0 en la Figura 7), como se describe en el presente documento, resultan adecuadas para calcular, estimar y determinar los cambios en la encía del/la paciente debido a un aparato dental que esté fijado en la cavidad oral.

Tal como se analizan en el presente documento, por razones de simplicidad muchas de las realizaciones se han descrito en el contexto de un modelo dental digital actual 210, que es una representación que incluye un conjunto de correctores. Sin embargo, tal como se analiza en el presente documento, las realizaciones son adecuadas para retirar un aparato dental actual 122 (Figura 1b) que sea adecuado para su uso con un aparato dental extraíble de posicionamiento, de plástico, tal como un alineador. Por ejemplo, varias de las realizaciones son adecuadas para un modelo dental digital actual que incluya una representación del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) del/la paciente, con el aparato dental actual 122 fijado a los dientes físicos 100. De acuerdo con una realización, la geometría del aparato dental actual 122, en combinación con la geometría de los dientes físicos 100, representados por ejemplo por los dientes digitales segmentados 200, se puede superponer sobre un modelo dental digital actual para determinar las porciones que se mantendrán o eliminarán como parte de la creación de un nuevo modelo dental digital, utilizando diversas realizaciones analizadas en el presente documento. Adicionalmente, las realizaciones resultan adecuadas para usar diferentes realizaciones para diferentes dientes. Por ejemplo, si un diente físico, que no tenga fijado al mismo un aparato dental actual 122, ha sufrido alteraciones debido a causas estéticas o a la eliminación de contactos pesados para ajustar la oclusión, entre otras cosas, puede superponerse sobre sí mismo un diente digital del modelo dental digital actual, que corresponda con ese diente físico. En otro ejemplo, si un diente físico tiene un aparato dental actual 122 fijado al mismo, puede superponerse una imagen digital de ese diente físico captada antes de la aplicación del aparato dental actual 122.

De acuerdo con una realización, la creación de un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) está automatizada por ordenador. Por ejemplo, pueden utilizarse uno o más procesadores de ordenador para crear el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c). De acuerdo con una realización, la creación es completamente automática sin necesidad de intervención humana. De acuerdo con otra realización la creación es sustancialmente automática, habiendo cierta intervención humana de cara a la corrección y la doble verificación. De acuerdo con una realización, el sistema no es simplemente un sistema informático de gráficos que un ser humano utilice para eliminar manualmente porciones digitales, utilizando un borrador digital, o para copiar porciones digitales del modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) como parte de la creación del nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c). La frase "automatizado/a por ordenador" se usará para referirse a un proceso completamente automático o sustancialmente automático. Un ejemplo de proceso sustancialmente automático es aquel en el que un/a usuario/a puede seleccionar un punto, tal como un véxel o triángulo 3D, de un bracket ortodóncico representado de un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b), y el sistema puede detectar las porciones restantes conectadas a la zona seleccionada, que pueden incluir por ejemplo el bracket o el bracket y el cemento. En este caso, el/la usuario/a solo podrá identificar y seleccionar un punto para hasta 32 dientes digitales en un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b).

De acuerdo con diversas realizaciones, un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) y los nuevos modelos dentales digitales 220-620 (Figuras 2c-6c) son modelos tridimensionales. De acuerdo con diversas realizaciones, puede utilizarse un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) para fabricar un aparato dental subsiguiente antes de retirar de los dientes físicos del/la paciente 100 (Figura 1a) el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b). Por ejemplo, el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) puede utilizarse para fabricar un aparato dental subsiguiente, tal como un retenedor, una férula o un posicionador, entre otros, como se analiza en el presente documento. Un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) puede ser segmentado, no segmentado o parcialmente segmentado, entre otras cosas.

De acuerdo con una realización, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) no incluye o no requiere la inclusión de ninguna raíz digital correspondiente a cualquiera de los dientes físicos 100a-100d (Figura 1a) del/la paciente. De acuerdo con una realización, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) no incluye o no requiere la inclusión de ninguna corona digital. De acuerdo con una realización, la disposición actual de los dientes digitales 210a-210d (Figura 2b) del modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) es una disposición actual planificada de los dientes que no se produjo por error o por desviaciones, sino que se produjo debido a un tratamiento planificado. Por lo tanto, de acuerdo con diversas realizaciones, para lograr que los dientes



físicos 100a-100d (Figura 1a) del/la paciente alcancen una disposición precedente a la disposición actual planeada de los dientes, asociada con el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b), no se usa ni es necesario utilizar un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) ni un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c).

5 La Figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema para crear un aparato dental subsiguiente antes de retirar un aparato dental actual de un conjunto de dientes físicos de un/a paciente. Los bloques que representan características en la Figura 9 pueden organizarse de manera diferente a la ilustrada, y pueden implementar características adicionales o menos características de las descritas en el presente documento. Adicionalmente, las características representadas por los bloques en la Figura 9 pueden combinarse de diversas maneras. El sistema 900 puede implementarse utilizando hardware, hardware y software, hardware y firmware, o una combinación de los mismos.

10 El sistema 900 incluye un componente 910 de recepción de modelo digital dental actual y un componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo. El modelo digital dental nuevo puede ser segmentado, parcialmente segmentado o no segmentado. El componente 910 de recepción de modelo digital dental actual es adecuado para recibir un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) que incluye una representación del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) para el/la paciente con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) fijado a los dientes físicos 100 o la cavidad bucal 810a, 810b (Figuras 8a, 8b), estando los dientes físicos 100 (Figura 1a) en una posición de tratamiento cuando se desee retirar de uno o más del conjunto de dientes físicos 100 la totalidad del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 o parte del mismo, y se desee utilizar un aparato subsiguiente. Alternativamente, el modelo dental digital actual recibido 210 incluye la representación del conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 fijado a los dientes físicos 100 que presenten una disposición deseada o estén cerca de llegar a la misma. De acuerdo con una realización, el modelo dental digital actual recibido 210 (Figuras 2b-6b) es un escaneo digital directo del conjunto de dientes físicos 100 y el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820.

25 El componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo resulta adecuado para la creación automatizada por ordenador de un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) que incluya la representación del conjunto de dientes físicos 100, sin incluir el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), incluyendo el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) datos electrónicos adecuados para la fabricación del aparato dental subsiguiente antes de retirar del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) o la cavidad bucal 810a, 810b (Figuras 8a, 8b) el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800.

30 El componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo puede resultar adicionalmente adecuado para superponer un diente digital segmentado 200a-200d (Figura 2a) del/la paciente sobre el correspondiente diente digital individual 210a-210d (Figura 2b) asociado al modelo dental digital actual 210 (Figura 2b), habiéndose obtenido el diente digital segmentado 200a-200d a partir de un modelo dental digital tomado del conjunto de dientes físicos 100 del/la paciente sin estar fijado el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b). El componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo puede resultar adicionalmente adecuado para superponer una segunda representación de la totalidad 300 (Figura 3a) o de una porción 300a, 300b (Figura 3a) del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) sobre el aparato dental actual 122 (Figura 1b) asociado con la primera representación 210, obteniéndose la segunda representación 300, 300a, 300b (Figura 3a) del aparato dental actual a partir de una fuente seleccionada de un grupo que consista en un archivo de aparatos dentales y una imagen del aparato dental actual, mientras no está aplicado en el conjunto de dientes físicos. El componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo puede resultar adicionalmente adecuado para estimar un contorno 450 de un subconjunto 440 de un diente digital 210b incluido en el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b), basándose la estimación en un contorno 404 de la superficie inferior 402 de una base 400 de bracket. El componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo puede resultar adicionalmente adecuado para crear un diente digital 600 similar basándose en un promedio de una pluralidad de dientes físicos, y para determinar el contorno de una porción 630 del diente digital 210b del modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) basándose en una correspondiente porción 610 del diente digital 600 similar.

55 De acuerdo con una realización, el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) es un modelo dental digital intermedio y el componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo también resulta adecuado para crear uno de una serie de modelos dentales digitales intermedios (también denominados en el presente documento "serie de nuevos modelos dentales digitales"). La serie de modelos dentales digitales intermedios puede simular una serie de cambios en el contorno gingival 730 (Figura 7) del/la paciente, como se analiza en el presente documento. Los cambios en el contorno gingival 730 del/la paciente pueden determinarse o estimarse basándose en una simulación, como se analiza en el presente documento. Los cambios en el contorno gingival 730 del/la paciente pueden determinarse o estimarse basándose en un contorno gingival original del/la paciente, sin necesidad de simulación alguna, como se analiza en el presente documento. Los cambios en el contorno gingival 730 del/la paciente pueden deberse al cambio del contorno gingival en varios puntos entre los momentos t0 a t3 (Figura 7).

60 De acuerdo con una realización, el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) es un modelo dental digital

intermedio y el componente 920 de creación de modelo digital dental nuevo también resulta adecuado para crear uno de una serie de modelos dentales digitales intermedios (también denominados en el presente documento “serie de nuevos modelos dentales digitales”), como se analiza en el presente documento.

5 La Figura 10 representa un diagrama de flujo 1000 de un procedimiento para crear un aparato dental subsiguiente antes de retirar un aparato dental actual de un conjunto de dientes físicos de un/a paciente. Se fija un aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) a un conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) o a la cavidad oral 810a, 810b (Figuras 8a, 8b). Puede crearse un modelo dental digital actual 210 (Figura 2b) utilizando varios tipos de escaneo o formación de imágenes. Por ejemplo, puede usarse un escaneo intraoral de los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a) o de los dientes físicos del/la paciente 100 y de la cavidad bucal 810a, 810b (Figuras 8a, 8b) con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162 (Figura 1b, 1c, 1d, 1f, 1g) fijado, para crear un modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b). De acuerdo con una realización, el modelo dental digital actual es un escaneo digital directo del conjunto de dientes físicos y del aparato dental actual.

15 En 1010, comienza el procedimiento. En 1020, se recibe un modelo dental digital actual 210 (Figuras 1b-6b) que incluye una representación del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) del/la paciente, con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) fijado a los dientes físicos 100 (Figura 1a) o a la cavidad oral 810a, 810b (Figuras 8a, 8b), estando los dientes físicos 100 en una posición de tratamiento cuando se desee retirar de uno o más del conjunto de dientes 100 la totalidad del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820, o una porción del mismo, y se desee utilizar un aparato subsiguiente. De acuerdo con otra realización, el modelo dental digital actual recibido 210 incluye la representación del conjunto de dientes físicos 100 para el/la paciente, con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 fijado a los dientes físicos 100 que presentan una disposición deseada o están cerca de llegar a la misma.

El aparato dental actual puede ser cualquier aparato dental que pueda fijarse a uno o más de los dientes físicos 100 del/la paciente (Figura 1a), o en la cavidad oral del/la paciente 810, 810b (Figuras 8a, 8b).

25 En 1030, se crea un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) que incluye la representación del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) sin incluir el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), basándose en el modelo dental digital actual 210 (Figura 2b). Se pueden utilizar varias de las realizaciones para crear un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c), lo que se describirá en el contexto de las Figuras 11-15, entre otras.

30 Con referencia a las Figuras 2a-2c y 11, en 1120 se superpone cada diente 200a-200d de los dientes digitales segmentados 200 del/la paciente sobre los correspondientes dientes digitales 210a-210d asociados con el modelo dental digital actual 210. Los dientes digitales segmentados 200a-200d se derivan a partir del conjunto de dientes físicos 100 sin aparato dental 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) alguno aplicado en el conjunto de dientes físicos 100. En 1130, se determina una porción no superpuesta del modelo dental digital actual 210 en función de la superposición efectuada en 1120. En 1140, se crea el nuevo modelo dental digital 220 eliminando la porción no superpuesta del modelo dental digital actual 210 que se determinó en 1130.

40 Con referencia a las Figuras 3a-3c y 12, en 1220 se superpone una segunda representación 300, 300a, 300b de la totalidad del aparato dental actual, o de una porción del mismo, sobre el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) asociado con la primera representación 210, siendo la primera representación 210 el modelo dental digital actual 210. En 1230, se determina una porción superpuesta de la primera representación 210 (Figura 3b) basándose en la superposición efectuada en 1220. En 1240 se crea el nuevo modelo dental digital 320 (Figura 3c) eliminando de la primera representación 210, que se determinó en 1230, la porción superpuesta asociada con la segunda representación 300, 300a, 300b (Figura 3a).

45 Con referencia a las Figuras 4a-4c y 13, en 1320 se estima un contorno 450 de una porción 440 de un diente digital 210b asociado con el modelo dental digital actual 210, basándose en un contorno 404 de la superficie inferior 402 de una base 400 de bracket asociada con el aparato dental actual 112. En 1330, se elimina el aparato dental actual 112 de la representación 210, por ejemplo como se describe en el contexto de las Figuras 3a-c y 12.

50 Con referencia a las Figuras 5a-5c y 14, en 1420 se superpone un segundo diente digital 500b sobre un primer diente digital 210b del modelo dental digital actual 210, siendo similares el primer diente digital 210b y el segundo diente digital 500b. En un primer ejemplo, el segundo diente digital 500b que se superpone al primer diente digital 210b puede ser un promedio de una pluralidad de dientes digitales que no se deriven de los dientes físicos 100 del/la paciente. En un segundo ejemplo, el primer y segundo dientes digitales 210b, 500b pueden representar diferentes dientes físicos del/la paciente. En un tercer ejemplo, el segundo diente digital 500b puede representar un diente físico de una persona que no sea el/la paciente. El tamaño del segundo diente digital 500b puede escalarse basándose en el tamaño del primer diente digital 210b, cuyo tamaño resulta adecuado para la superposición. Por ejemplo, el segundo diente digital 500b puede dimensionarse para que coincida con el tamaño del primer diente digital 210b, o para que lo exceda ligeramente. En 1430, se crea el nuevo modelo dental digital 520 eliminando una porción no superpuesta de la representación.

Con referencia a las Figuras 6a-6c y 15, en 1520 se elimina digitalmente el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) de la representación 210. En 1530, se determina un área 630 de un primer diente digital 210b debajo de una porción virtual del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), estando asociado el primer diente digital 210b con el modelo dental digital actual 210 y estando asociada la porción virtual con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b). Algunos ejemplos de la porción virtual son un bracket, un alambre, un botón, una grapa, un tubo, un gancho, una banda, un alambre de ligadura, un accesorio de alineación y una junta tórica.

El siguiente ejemplo es una combinación de varias realizaciones para crear un nuevo modelo dental digital. El aparato dental actual 300 puede eliminarse de la representación 210, como se ilustra en las Figuras 3a-3c, por ejemplo. Puede determinarse un área 440 de un primer diente digital 210b debajo de una porción virtual 400 del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), estando asociado el primer diente digital 210b con el modelo dental digital actual 210 y estando asociada la porción virtual 400 con el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), como se ilustra en las Figuras 4a-4c, por ejemplo. Se recibe un área 610 de un segundo diente digital 600, que es similar al primer diente digital 210b, y se reconstruye un contorno del área del primer diente digital 630 basándose en el área 610 del segundo diente digital 600, como se ilustra en las Figuras 6a-6c, por ejemplo.

El siguiente ejemplo es otra combinación de varias realizaciones para crear un nuevo modelo dental digital. Puede superponerse un diente digital segmentado 200a-200d del/la paciente en un primer diente digital 210a asociado con el modelo dental digital actual 210, como se ilustra en las Figuras 2a-2c. Puede superponerse una segunda representación 300, 300a, 300b de la totalidad del aparato dental actual, o de una porción del mismo, sobre el aparato dental actual asociado con el modelo dental digital actual 210 tal como se analiza en el contexto de las Figuras 3a-3c. Puede estimarse un contorno de una porción de un segundo diente digital 210b del modelo dental digital actual 210 basándose en un contorno 404 de la superficie inferior 402 de una porción 400 del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), como se ilustra en la Figura 4b. Puede superponerse la totalidad de un diente digital 500c, 600 similar, o una porción del mismo, sobre un tercer diente digital 210c del modelo dental digital actual 210 como se analiza en el contexto de las Figuras 5a, 5b y 6a. De acuerdo con una realización, el primer diente digital 210a, el segundo diente digital 210b y el tercer diente digital 210c corresponden a diferentes dientes físicos del/la paciente 100a-100c.

Varias de las realizaciones para crear un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) también son adecuadas para incluir la encía 710 (Figura 7) en un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c), o cambios en la encía 710, tal como indica la referencia 720 (Figura 7), en una serie de nuevos modelos dentales digitales 220-620 (Figuras 2c-6c) tal como se analiza en el presente documento. Varias realizaciones resultan adecuadas para los cambios en la encía producidos por un DAT 800 (Figuras 8a, 8b), o por cualquier otro tipo de aparato dental que pueda causar cambios gingivales, como se analiza en el presente documento.

De acuerdo con una realización, cuando se crea el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) los dientes físicos 100 (Figura 1a) están cerca de presentar la disposición deseada, pero no han llegado a la misma. Por lo tanto, de acuerdo con una realización, cuando se crea el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) y los dientes físicos del/la paciente 100 están cerca de presentar la disposición deseada, pero no han llegado a la misma, se ajustan las posiciones de uno o más dientes digitales en el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) a la disposición deseada de los dientes. De acuerdo con una realización, puede haber un espacio interproximal entre dos dientes físicos 100 debido a una característica del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b), tal como una banda ortodóncica 132 (Figura 1d). Puede usarse la información relativa a una o más dimensiones de la característica o descripciones de la característica para determinar cómo ajustar las posiciones de uno o más dientes digitales en el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c). Un subsiguiente aparato dental que se fabrique basándose en un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) ajustado a la disposición deseada de los dientes podrá utilizarse para mover los dientes físicos 100 (Figura 1a) a la disposición deseada de los dientes. Las coordenadas 3D de un diente digital pueden usarse como parte del ajuste de las posiciones, como se analiza en el presente documento. De acuerdo con una realización, el modelo dental digital actual 210 (Figuras 2b-6b) y el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) incluyen dientes digitales cada uno de los cuales corresponde a uno de los dientes físicos del/la paciente 100a-100b (Figura 1a).

En 1040, se proporcionan datos digitales adecuados para su uso en la fabricación del aparato dental subsiguiente basándose en datos electrónicos incluidos en el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c), antes de retirar del conjunto de dientes físicos 100 o de la cavidad bucal 810a, 810b (Figuras 1a, 8a, 8b) el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b). Ejemplos de un aparato dental subsiguiente son un retenedor, un alineador (activo), una férula, un expansor o un posicionador. El retenedor puede ser de tipo Hawley, un retenedor de tipo Essix, un alambre ligado, un stent formado al vacío, un retenedor de resorte, una férula de tipo transparente, o una combinación de los mismos. En el caso de que el tratamiento sea una combinación entre correctores y alineadores removibles, el aparato subsiguiente puede ser un alineador removible o una serie de alineadores similares a un retenedor, pero diseñado para continuar con el movimiento ortodóncico de los dientes. Al menos un ejemplo de una férula es una férula de cirugía ortognática, entre otras. De acuerdo con una realización, el paso 1040 es opcional.

En 1050, el procedimiento termina. La recepción en 1020 y la creación en 1030 se llevan a cabo mediante uno o más procesadores informáticos, de acuerdo con una realización. Aunque en el diagrama de flujo 1000 se desvelan operaciones específicas, tales operaciones son ejemplares. Es decir, las realizaciones de la presente divulgación son adecuadas para llevar a cabo diversas otras operaciones o variaciones de las operaciones enumeradas en el diagrama de flujo 1000. Cabe observar que las operaciones del diagrama de flujo 1000 pueden llevarse a cabo en un orden diferente al presentado, y que no es necesario llevar a cabo todas las operaciones del diagrama de flujo 1000.

De acuerdo con una realización, puede fabricarse un aparato dental subsiguiente basándose en los datos digitales proporcionados, tales como los datos electrónicos incluidos en el nuevo modelo dental digital, antes de retirar del conjunto de dientes físicos la totalidad del aparato dental actual, o una porción del mismo. Por ejemplo, los datos electrónicos incluidos en el nuevo modelo dental digital pueden usarse para fabricar un molde utilizando una máquina de creación rápida de prototipos o una máquina de fresado, y formando el aparato dental subsiguiente sobre el molde.

La Figura 16 representa un diente digital 1600 que representa uno de los dientes físicos del/la paciente, que pueden moverse desde una posición de tratamiento a otra posición de tratamiento. De acuerdo con una realización, el diente digital 1600 representa un diente digital segmentado o parcialmente segmentado, que tiene uno o más ejes y coordenadas tridimensionales (3D) de modo que pueda posicionarse libremente el diente digital 1600 en el espacio 3D. Por ejemplo, para posicionar el diente digital 1600 pueden usarse solo las coordenadas 3D x, y, y z, o las coordenadas 3D x, y, y z en combinación con uno o más ejes 1604, 1606, 1608.

A modo de marco de referencia, que describe cómo puede moverse un diente digital 1600, puede dibujarse una línea central (CL) arbitraria a través del diente digital 1600. Con referencia a esta línea central (CL), puede moverse un diente 1600 en direcciones ortogonales representadas por los ejes 1604, 1606 y 1608 (siendo 1604 la línea central). La línea central puede girarse alrededor del eje 1608 (angulación de la raíz) y el eje 1604 (par), como indican las flechas 1610 y 1612, respectivamente. Adicionalmente, puede girarse el diente 1600 alrededor de la línea central, como representa la flecha 1612. Por lo tanto, pueden llevarse a cabo todos los posibles movimientos de forma libre del diente 1600.

Las Figuras 17-19 ilustran una técnica para identificar el margen gingival que define el límite entre el diente y la encía en la dentición del/la paciente, y para simular cambios en la encía, de acuerdo con una realización. Esta técnica implica la creación de una serie de planos horizontales 1780 en 2D, o cortes, que intersecan el modelo dental de manera aproximadamente perpendicular al plano oclusal. La superficie 1782 de sección transversal del modelo dental en cada uno de estos planos 1780 incluye unas cúspides 1784, 1786, que representan el margen gingival. El ordenador identifica el margen gingival aplicando una o más de las técnicas de detección de cúspides anteriormente descritas.

Una técnica es muy similar a la técnica de detección de cúspides por filtración de entornos anteriormente descrita, ya que se definen unos entornos 1788, 1790 de vóxel en uno de los planos 2D para enfocar la búsqueda informática de cúspides en el plano 2D adyacente. Al detectar un par de cúspides 1784, 1786 en un plano 2D, el ordenador define uno o más entornos 1788, 1790 para incluir un número predeterminado de vóxeles que rodeen el par. El ordenador proyecta los entornos en un plano 2D adyacente mediante la identificación de los vóxeles, en el plano adyacente, que correspondan al vóxel en los entornos 1788, 1790 en el plano original. A continuación, el ordenador identifica el par de vóxeles negros que se encuentren más próximos entre sí en los dos entornos en el plano adyacente, etiquetando estos vóxeles como ubicados en la cúspide. El ordenador repite este proceso para todos los planos restantes.

Muchas de estas técnicas automatizadas de segmentación son incluso más útiles y eficientes cuando se usan junto con técnicas asistidas por personas. Por ejemplo, las técnicas que se basan en la identificación de los márgenes interproximales o gingivales funcionan más rápida y eficazmente cuando una persona resalta primero las cúspides interproximales o gingivales en una representación gráfica del modelo dental. Una técnica para recibir desde un/a usuario/a este tipo de información es mostrar una representación 2D o 3D y permitir que el/la usuario/a resalte vóxeles individuales en la pantalla. Otra técnica permite al/la usuario/a desplazarse a través de una serie de cortes transversales 2D, identificando aquellos vóxeles que representen características clave, tales como cúspides interproximales o gingivales. Algunas de estas técnicas se basan en herramientas de interfaz de usuario/a, tales como cursores y marcadores de recuadro de límites.

En muchos casos, el ordenador crea propuestas para segmentar el modelo dental y luego permite al/la usuario/a seleccionar la mejor alternativa. Por ejemplo, una versión de la técnica de ajuste de curva de arco requiere que el ordenador cree una curva candidata de tipo catenaria o spline, que el/la usuario/a podrá modificar manipulando los parámetros de control matemáticos. Una técnica consiste en mostrar varias superficies de corte candidatas y permitir que el/la usuario/a seleccione las superficies apropiadas.

De acuerdo con una realización, se proporciona un medio de almacenamiento tangible legible por ordenador que tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo, para hacer que un sistema informático lleve a cabo un procedimiento para crear un aparato dental subsiguiente antes de retirar un aparato dental

actual 112, 122, 132, 152, 162, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8b) de un conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) para un/a paciente. De acuerdo con una realización, el medio de almacenamiento tangible legible por ordenador permite recibir, en 1020, un modelo dental digital actual 210 (Figura 2b-6b) que incluye una representación del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) para el/la paciente estando el aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) fijado a los dientes físicos 100 o a la cavidad bucal 810a, 810b (Figuras 8a, 8b), siendo el modelo dental digital actual 210 un escaneo digital directo del conjunto de dientes físicos 100 y del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820, y en el que los dientes físicos 100 están en una posición en tratamiento cuando se desea retirar de uno o más del conjunto de dientes físicos 100 la totalidad del aparato dental actual 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820, o una porción del mismo, y se desea usar un aparato subsiguiente.

De acuerdo con una realización la creación, en 1030 (Figura 10), está automatizada por ordenador. De acuerdo con una realización, el nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) incluye datos electrónicos adecuados para la fabricación del aparato dental subsiguiente antes de retirar el actual aparato dental 112, 122, 132, 152, 162, 800, 820 (Figuras 1b, 1c, 1d, 1f, 1g, 8a, 8b) del conjunto de dientes físicos 100 (Figura 1a) o de la cavidad oral 810a, 810b (Figuras 8a, 8b).

De acuerdo con varias realizaciones, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) proporciona aparatos dentales subsiguientes de fabricación más rápida y más fácil, que se ajustan mejor a los dientes físicos y a la encía del/la paciente. De acuerdo con diversas realizaciones, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) conlleva un mayor cumplimiento por parte del/la paciente (debido a una mayor comodidad a la hora de usar el aparato, por ejemplo) y, como resultado, una menor probabilidad de recaídas. De acuerdo con varias realizaciones, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) reduce significativamente la posibilidad de recaídas debido a que el aparato digital subsiguiente se fabrica a partir del nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) mientras que el aparato dental actual todavía está fijado a los dientes físicos del/la paciente. Adicionalmente, el aparato digital subsiguiente puede aplicarse inmediatamente después de retirar el aparato dental actual. Adicionalmente, puede crearse un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) sin utilizar impresiones físicas o sin necesidad de usar impresiones físicas y procesos asociados, tales como bloquear los dientes con cera, por ejemplo, antes de tomar la impresión. De acuerdo con varias realizaciones, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) reduce el número de citas de los/as pacientes y/o de aparatos adicionales necesarios, o una combinación de los mismos, en comparación con los procedimientos que involucran impresiones físicas, ya que la retirada del aparato y el suministro del aparato subsiguiente pueden combinarse en una sola cita. Adicionalmente, un nuevo modelo dental digital 220-620 (Figuras 2c-6c) no está sujeto a las distorsiones que pueden producirse mientras se fabrica una impresión manual, por lo que se reduce el riesgo de tener rehacer el aparato, y el tiempo y esfuerzo adicionales asociados a un mal ajuste del aparato subsiguiente. Resulta menos probable que los dientes pasen por una fase sin restricción ortodóncica, como sería el caso si se retiraran los correctores y se dejara pasar un período de tiempo antes de suministrar el retenedor. Ya no resultará necesario un aparato dental de transición para evitar los movimientos durante este período intermedio, ya que el/la médico/a podrá lograr una transición exenta de complicaciones entre los correctores y el aparato dental subsiguiente.

Así, se describen realizaciones ejemplares del objeto. Aunque el objeto se ha descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, debe comprenderse que el objeto definido en las reivindicaciones adjuntas no se limita necesariamente a las características o actos específicos anteriormente descritos. Más bien, las características y los actos específicos anteriormente descritos se desvelan como formas ejemplares de implementación de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento que puede utilizarse para crear un aparato dental subsiguiente, que comprende:

5 recibir un modelo dental digital actual que incluya una primera representación del conjunto de dientes físicos para el/la paciente, con un aparato dental actual fijado a los dientes físicos o a la cavidad oral, en el que el modelo dental digital actual es un escaneo digital directo del conjunto de dientes y el aparato dental actual antes de retirar la totalidad del aparato dental actual, o una porción del mismo;  
crear, basándose en el modelo dental digital actual, un nuevo modelo dental digital que incluya la primera representación del conjunto de dientes físicos sin el aparato dental actual, bien:

10 i) Superponiendo cada uno de los dientes digitales segmentados del/la paciente sobre los correspondientes dientes digitales asociados con el modelo dental digital actual, en el que los dientes digitales segmentados se derivan del conjunto de dientes físicos sin ningún aparato dental aplicado en el conjunto de dientes físicos, determinando una porción no superpuesta del modelo dental digital actual basándose en la superposición, y creando el nuevo modelo dental digital mediante la eliminación de la porción no superpuesta del modelo dental digital actual; o

15 ii) Superponiendo una segunda representación de la totalidad del aparato dental actual, o de una porción del mismo, sobre el aparato dental actual asociado con la primera representación, determinando una porción superpuesta de la primera representación basándose en la superposición, y creando el nuevo modelo dental digital mediante la eliminación de la porción superpuesta de la primera representación; y

20 proporcionar datos digitales adecuados para su uso en la fabricación del aparato dental subsiguiente, basándose en datos electrónicos incluidos en el nuevo modelo dental digital;  
en el que la recepción y la creación se llevan a cabo mediante uno o más procesadores de ordenador

2. El procedimiento según se reivindica, en el que la recepción del modelo dental digital actual comprende adicionalmente:

25 recibir el modelo dental digital actual captado cuando los dientes presentan una disposición deseada, o cuando están cerca de llegar a la misma, o  
recibir el modelo dental digital actual que incluya la representación del conjunto de dientes físicos para el/la paciente, con el aparato dental actual fijado a los dientes físicos cuando presentan una disposición deseada, o cuando están cerca de llegar a la misma.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la fabricación del aparato dental subsiguiente comprende adicionalmente:

30 fabricar un aparato retenedor basándose en los datos electrónicos del nuevo modelo dental digital antes de retirar el aparato dental actual del conjunto de dientes físicos.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la recepción del modelo dental digital actual comprende adicionalmente:

35 recibir el modelo dental digital actual que incluya la representación del conjunto de dientes físicos para el/la paciente, y el aparato dental actual se selecciona de un grupo que consiste en un conjunto de corrector, un accesorio adecuado para su uso con un aparato dental removible de posicionamiento, de plástico, y un aparato dental adecuado para su fijación al hueso debajo de la encía del/la paciente, un aparato de apnea del sueño, una férula, un puente, un implante, un banda ortodóncica, un retenedor lingual fijo y un conjunto de correctores linguales, en el que el aparato dental adecuado para la fijación al hueso se selecciona de un grupo que consiste en un dispositivo de anclaje temporal, un mini tornillo, una mini placa, un tipo de bola, un tipo de bracket y un tipo de gancho.

5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la recepción del modelo dental digital actual comprende adicionalmente:

45 recibir el modelo dental digital actual que incluya la representación del conjunto de dientes físicos para el/la paciente, y el aparato dental actual es un aparato dental fijado a uno o más de los dientes físicos.

6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que los dientes físicos están cerca de presentar una disposición deseada pero no han llegado a la misma, y en el que el procedimiento comprende adicionalmente:

ajustar a la disposición de dientes deseada las posiciones de uno o más de los dientes en el nuevo modelo dental digital.

7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que el aparato dental actual incluye una banda ortodóncica que provoca una distancia interproximal entre dos de los dientes físicos y en el que el procedimiento comprende adicionalmente:

ajustar a la disposición de dientes deseada una posición de al menos uno de los dos dientes físicos, en el nuevo modelo dental digital, separados por la distancia interproximal.

8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la superposición de la segunda representación de la totalidad o la porción del aparato dental actual comprende adicionalmente:

superponer la segunda representación de la porción seleccionada de un grupo que consiste en un bracket, un alambre, un botón, una grapa, un tubo, un gancho, una banda, una ligadura, un accesorio de alineación y una junta tórica.

9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende adicionalmente:

- 5 recibir una imagen del aparato dental actual cuando no está aplicado a uno o más de los dientes físicos del/la paciente, o recibir una imagen de un aparato dental que sea del mismo tipo o de un tipo similar de aparato dental que el aparato dental actual; y  
 utilizar la imagen como la segunda representación;  
 y, opcionalmente  
 10 recibir la imagen desde un archivo de aparatos dentales.

10. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la creación del nuevo modelo dental digital comprende adicionalmente:

- 15 estimar el contorno de una porción de un diente digital asociado con el modelo dental digital actual, basándose en un contorno de la superficie inferior de una base de bracket asociada con el aparato dental actual; y  
 retirar el aparato dental actual de la representación.

11. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la creación del nuevo modelo dental digital de acuerdo con la reivindicación 1 comprende adicionalmente:

- 20 eliminar digitalmente el aparato dental actual del modelo dental digital actual;  
 determinar un área de un primer diente digital debajo de una porción virtual del aparato dental actual, en el que el primer diente digital está asociado con el modelo dental digital actual y la porción virtual está asociada con el aparato dental actual;  
 recibir un área de un segundo diente digital que sea similar al primer diente digital; y  
 reconstruir un contorno del área del primer diente digital basándose en el área del segundo diente digital.

12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que la determinación del área del primer diente digital debajo de una porción virtual del aparato dental actual comprende adicionalmente:

- 25 determinar el área del primer diente digital debajo de una porción virtual seleccionada de un grupo que consiste en un bracket, un alambre, un botón, una grapa, un tubo, un gancho, una banda, un alambre de ligadura, un accesorio y una junta tórica.

13. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la creación del nuevo modelo dental digital comprende adicionalmente:

- 30 crear el nuevo modelo dental digital utilizando una o más de las siguientes operaciones,  
 superponer un diente digital segmentado del/la paciente sobre un primer diente digital asociado con el modelo dental digital actual,  
 superponer una segunda representación de la totalidad del aparato dental actual, o de una porción del mismo,  
 35 sobre el aparato dental actual asociado con el modelo dental digital actual,  
 estimar el contorno de una porción de un segundo diente digital asociado con el modelo dental digital actual, basándose en un contorno de la superficie inferior de una base de bracket asociada con el aparato dental actual,  
 y  
 superponer un diente digital similar sobre un tercer diente digital del modelo dental digital actual.

14. El procedimiento según la reivindicación 13, en el que el primer diente digital, el segundo diente digital y el tercer diente digital corresponden a diferentes dientes físicos del/la paciente.

15. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que, para la etapa de creación en (i), la creación del nuevo modelo dental digital comprende adicionalmente:

- 45 superponer un segundo diente digital sobre un primer diente digital del modelo dental digital actual, en el que el primer y segundo dientes digitales son similares; y  
 crear el nuevo modelo dental digital eliminando de la representación una porción no superpuesta.

16. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que la superposición del segundo diente digital sobre el primer diente digital comprende adicionalmente:

- 50 superponer el segundo diente digital sobre el primer diente digital del modelo dental digital actual, en el que el segundo diente digital es un promedio de una pluralidad de dientes digitales que no se derivan de los dientes físicos del/la paciente, o  
 superponer un segundo diente digital sobre un primer diente digital del modelo dental digital actual, en el que tanto el primer diente digital como el segundo representan dientes físicos diferentes del/la paciente, o  
 superponer el segundo diente digital sobre el primer diente digital del modelo dental digital actual, en el que el

segundo diente digital representa un diente físico de una persona que no es el/la paciente.

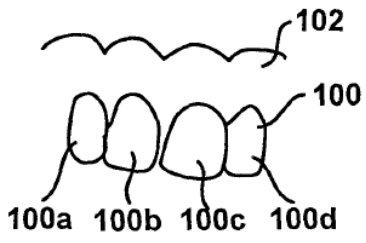
17. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que el procedimiento comprende adicionalmente: escalar un tamaño del segundo diente digital basándose en un tamaño del primer diente digital.

5 18. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende adicionalmente: fabricar el aparato dental subsiguiente basándose en los datos digitales proporcionados antes de retirar del conjunto de dientes físicos la totalidad del aparato dental actual, o una porción del mismo.

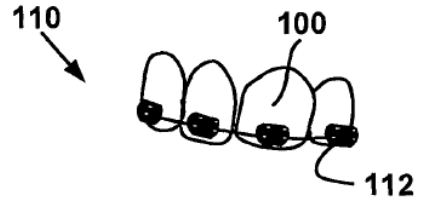
19. Un medio de almacenamiento tangible y legible por ordenador, que tiene instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo para hacer que un sistema informático lleve a cabo el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

10

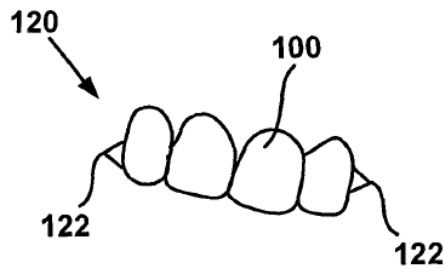




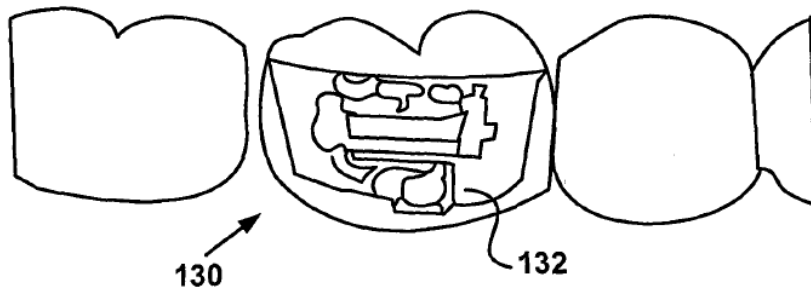
**FIG. 1A**



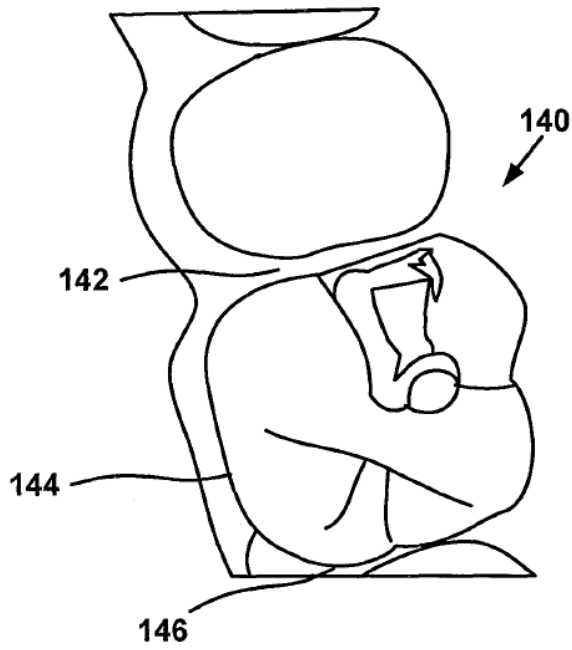
**FIG. 1B**



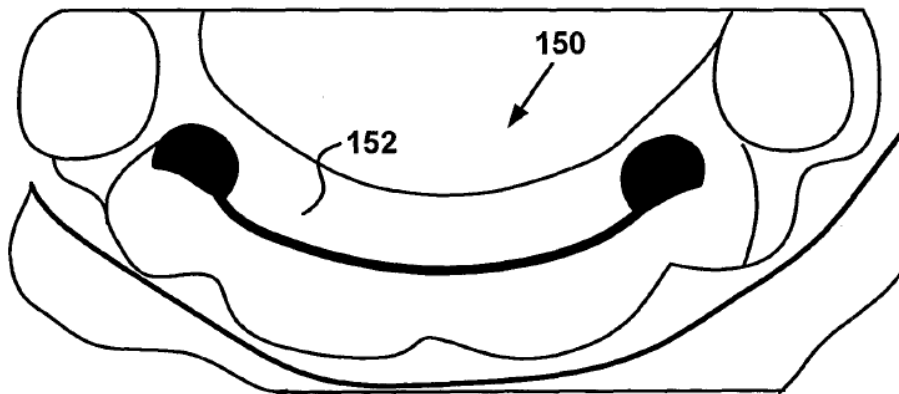
**FIG. 1C**



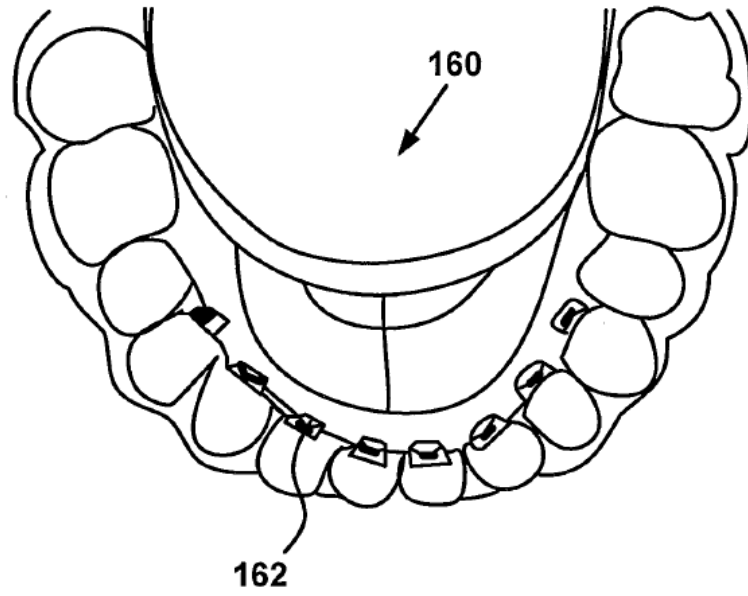
**FIG. 1D**



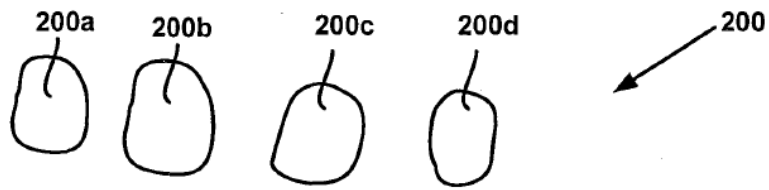
**FIG. 1E**



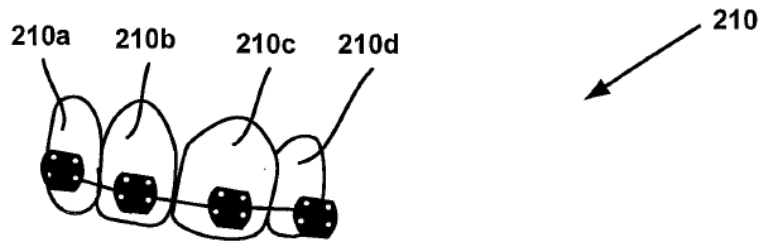
**FIG. 1F**



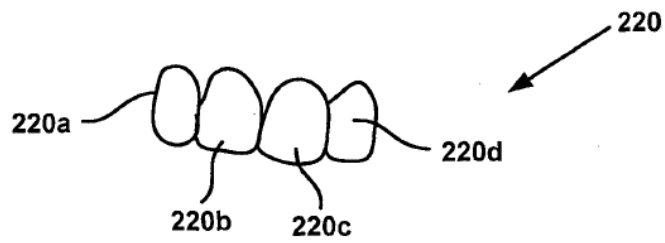
**FIG. 1G**



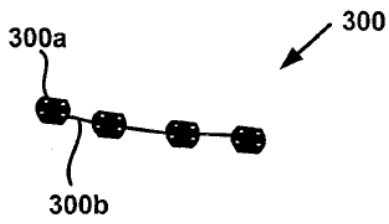
**FIG. 2A**



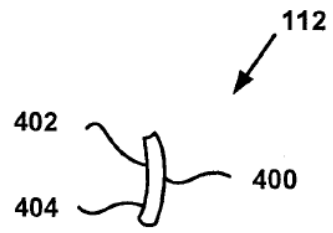
**FIG. 2B**



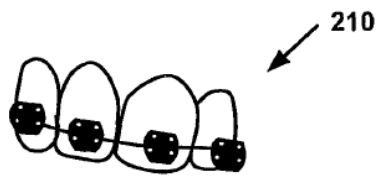
**FIG. 2C**



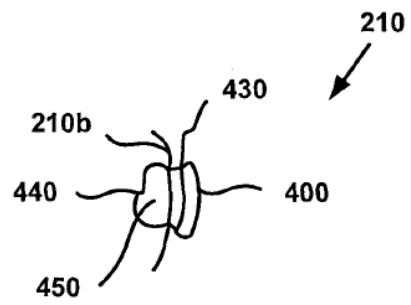
**FIG. 3A**



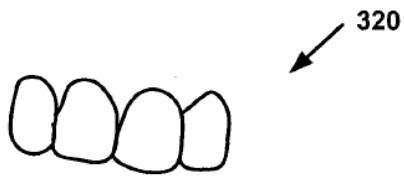
**FIG. 4A**



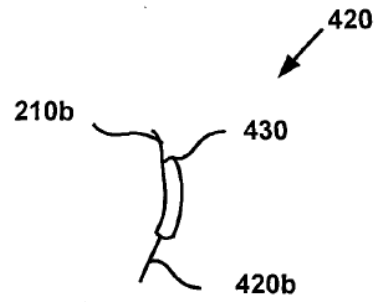
**FIG. 3B**



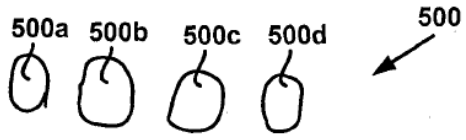
**FIG. 4B**



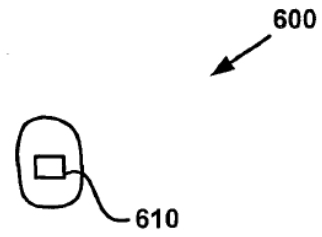
**FIG. 3C**



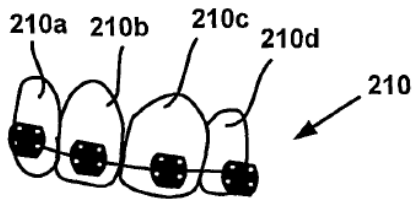
**FIG. 4C**



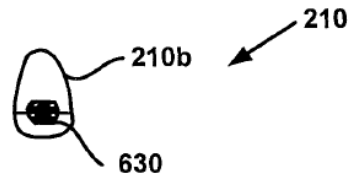
**FIG. 5A**



**FIG. 6A**



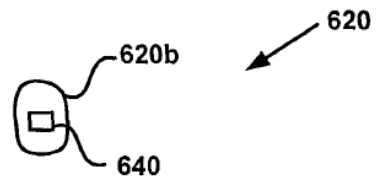
**FIG. 5B**



**FIG. 6B**



**FIG. 5C**



**FIG. 6C**

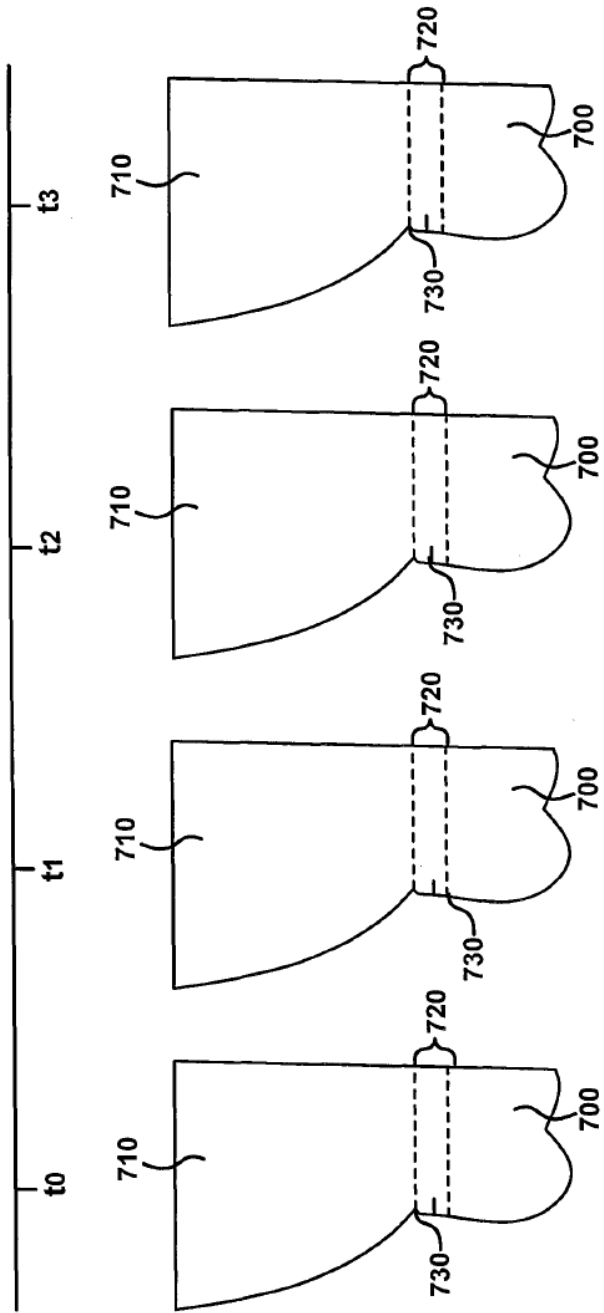
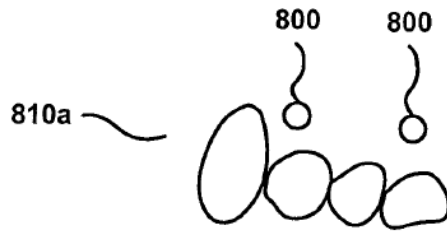
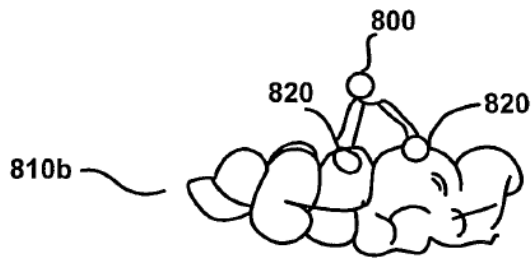


FIG. 7

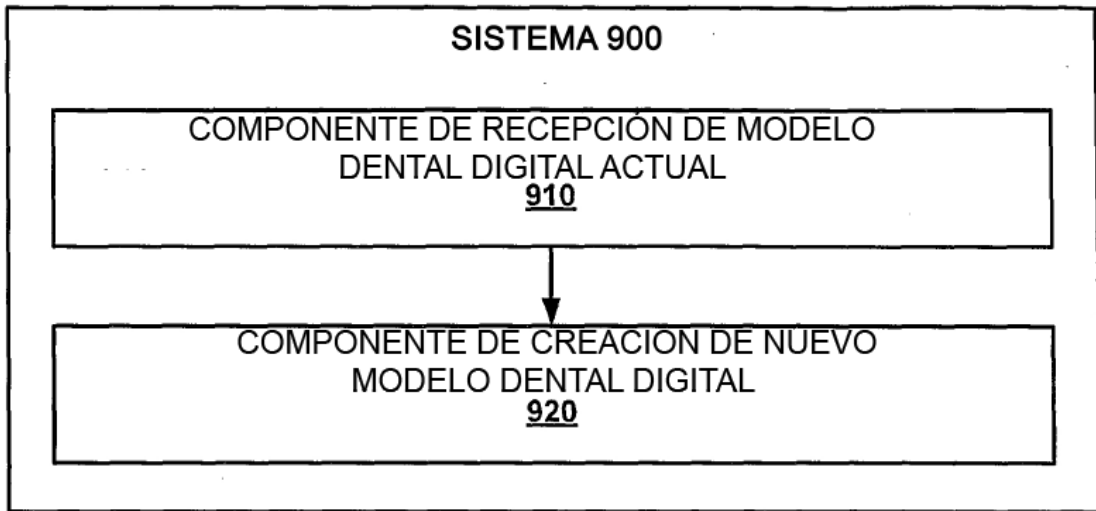


**FIG. 8A**

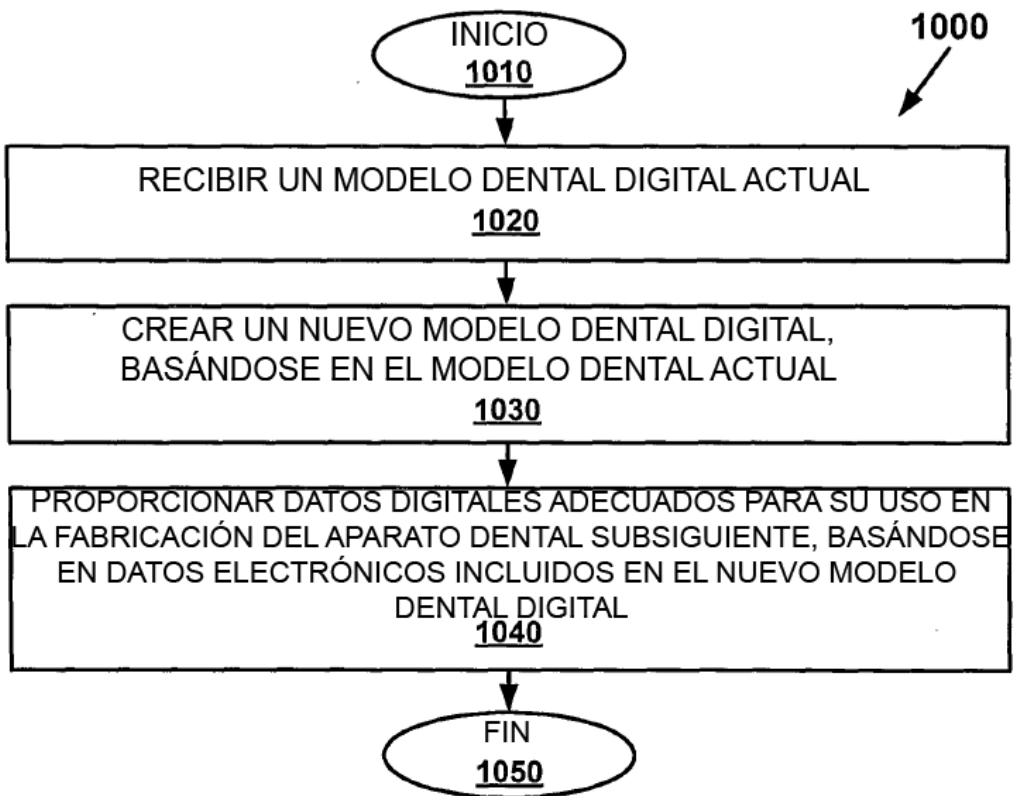


**FIG. 8B**

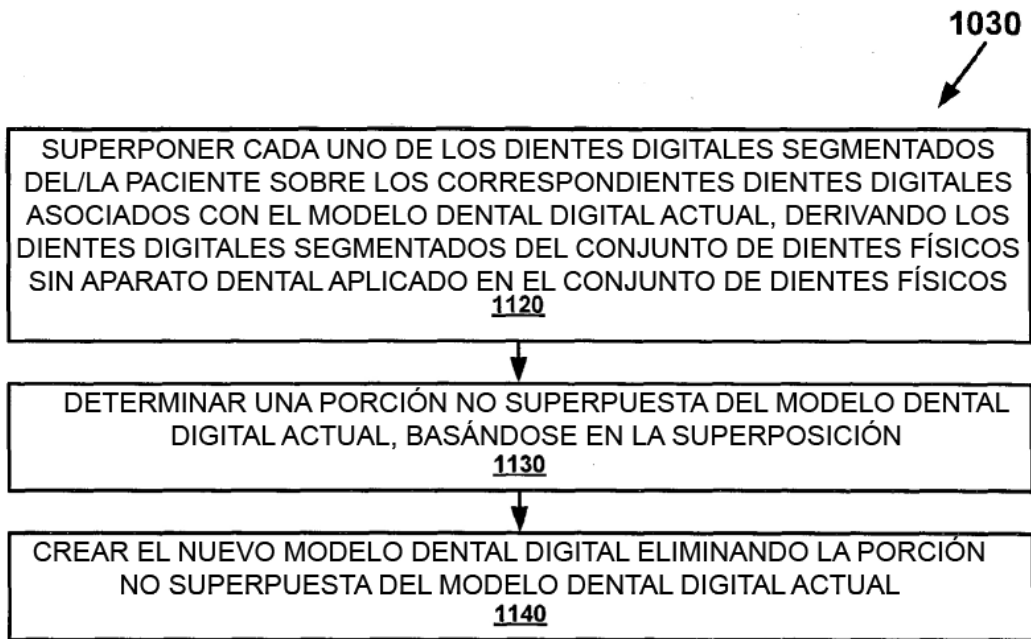




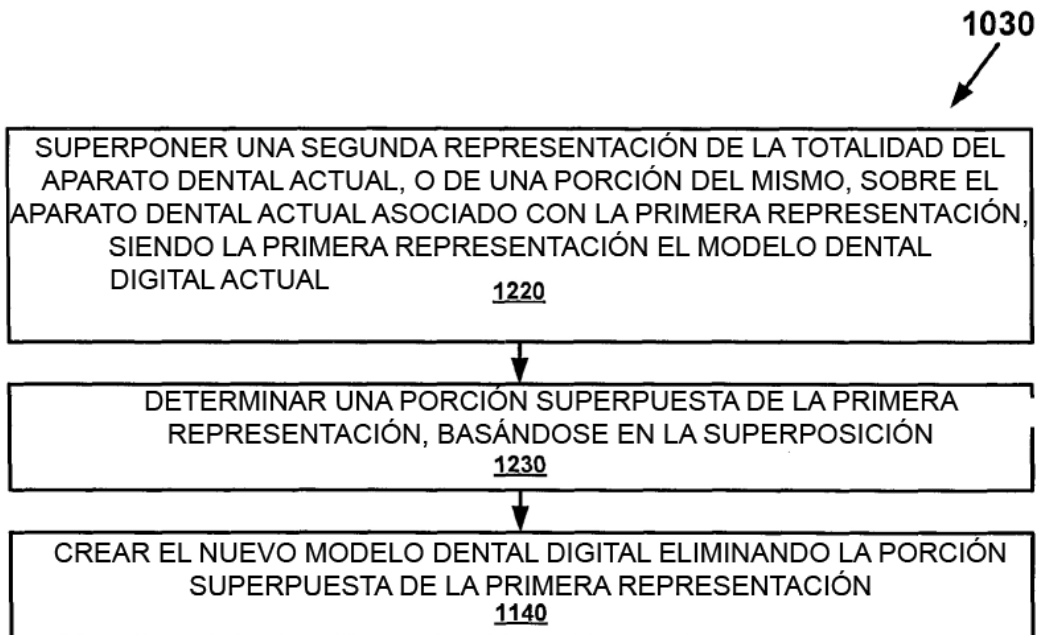
**FIG. 9**



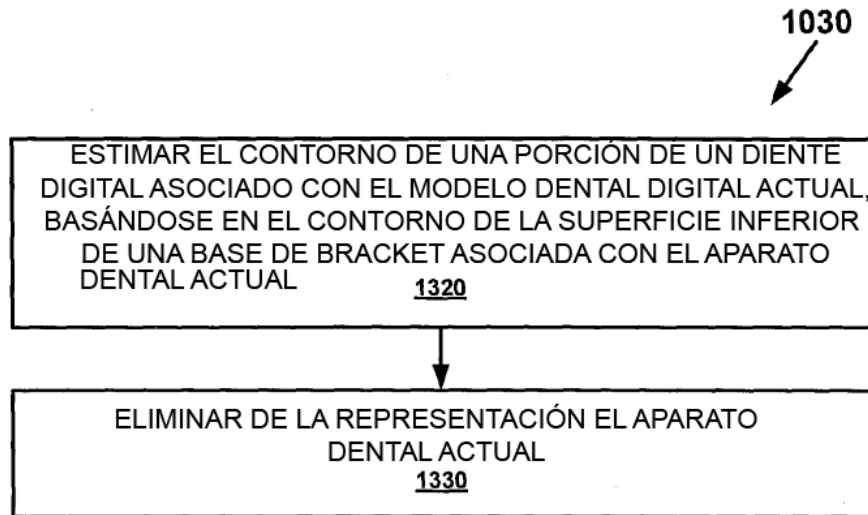
**FIG. 10**



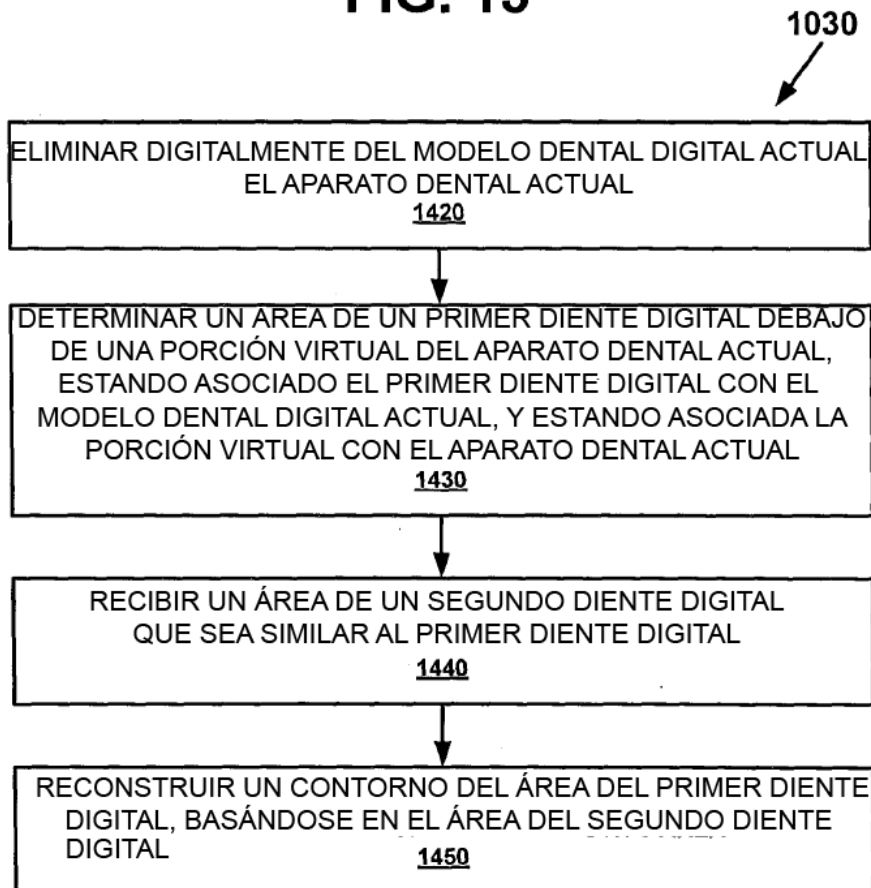
**FIG. 11**



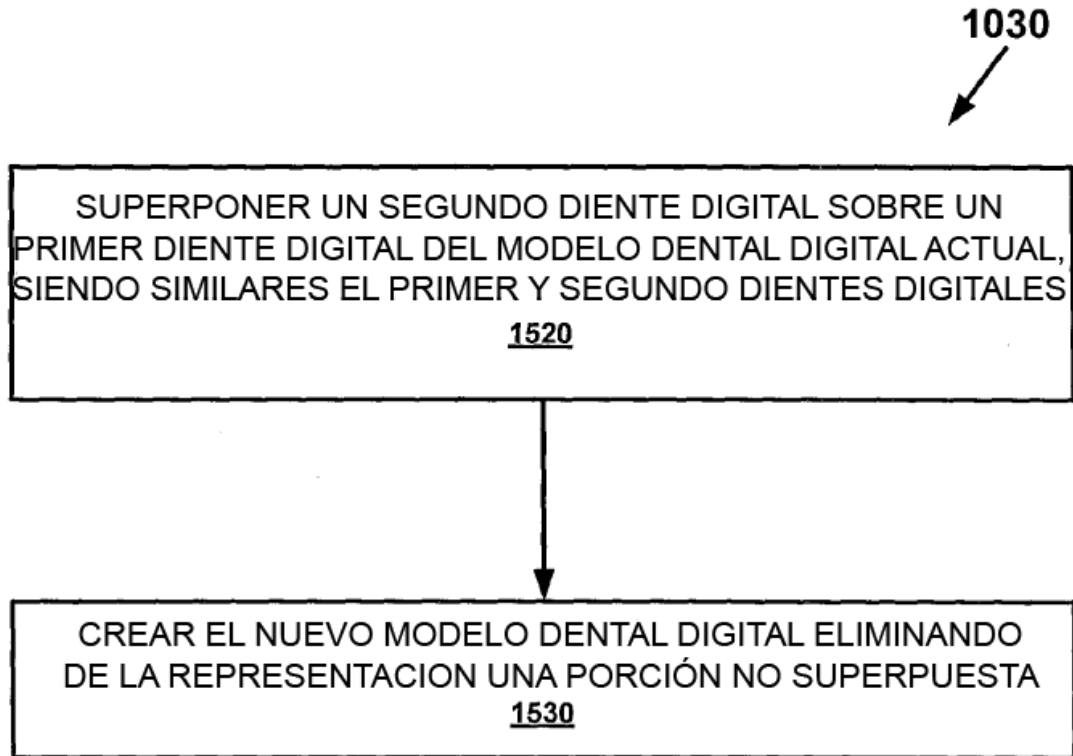
**FIG. 12**



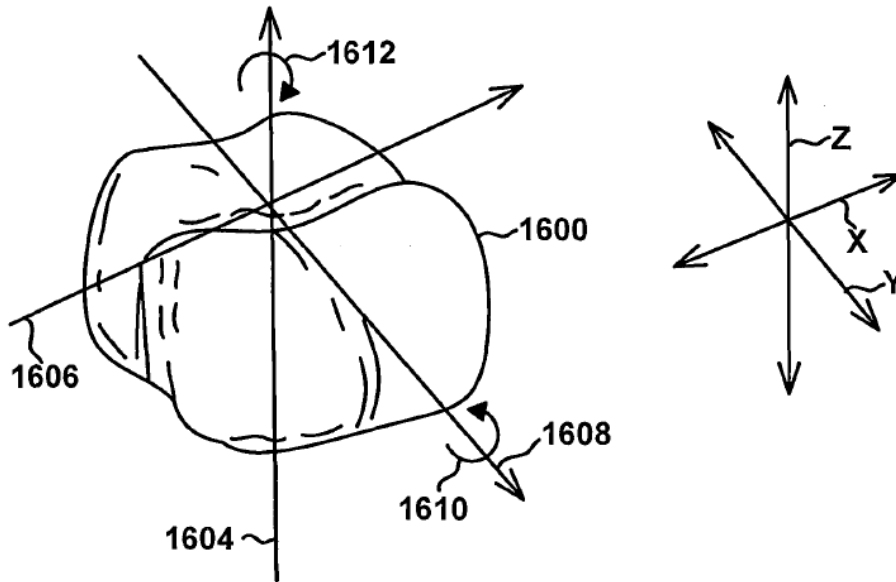
**FIG. 13**



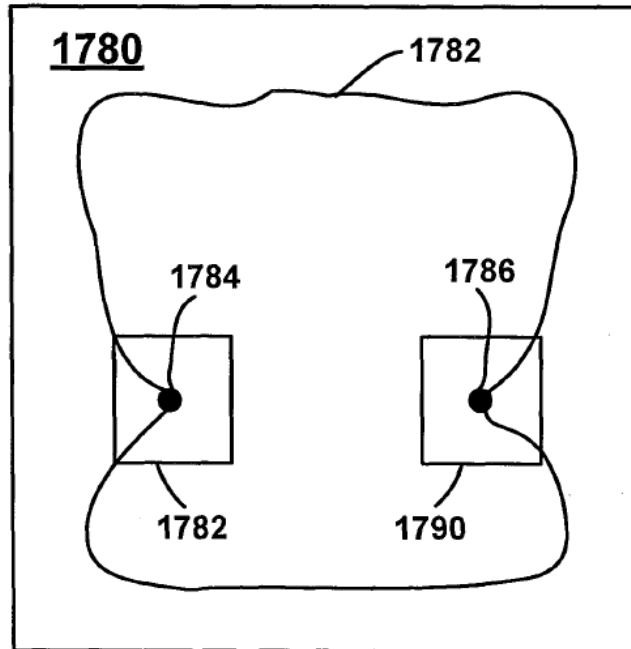
**FIG. 14**



**FIG. 15**



**FIG. 16**



**FIG. 17**

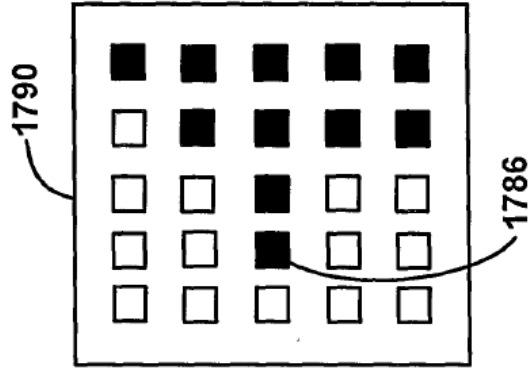


FIG. 19

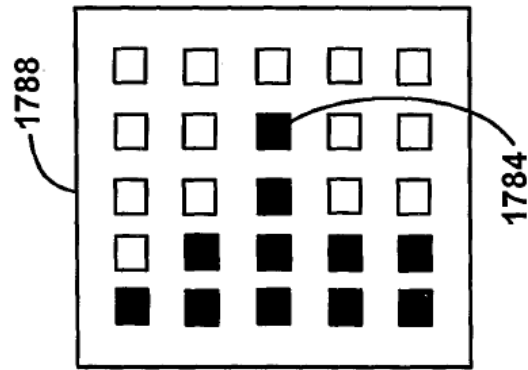


FIG. 18