

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 432**

51 Int. Cl.:

A61C 19/045 (2006.01)

A61C 13/00 (2006.01)

A61C 11/00 (2006.01)

A61C 13/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2021 PCT/IB2021/050758**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2021 WO21152552**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2021 E 21707013 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2024 EP 4096570**

54 Título: **Método para la prueba dinámica de prótesis dentales y sistema para realizar dicho método**

30 Prioridad:

31.01.2020 IT 202000001981

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.10.2024

73 Titular/es:

RAMPULLA, GIUSEPPE (50.0%)
Strada Verzume 21
43028 Tizzano Val Parma (PR), IT y
PIGHIN, LUCA (50.0%)

72 Inventor/es:

RAMPULLA, GIUSEPPE y
PIGHIN, LUCA

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 984 432 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

Método para la prueba dinámica de prótesis dentales y sistema para realizar dicho método

5 **Campo técnico**

La presente invención pertenece al sector técnico relacionado con la tecnología dental y la odontología, y más precisamente con la construcción y prueba de prótesis dentales.

- 10 En particular, la presente invención consiste en un método, y un sistema correspondiente, para detectar la dinámica masticatoria de un sujeto que necesita una prótesis dental, y para la verificación de la prótesis realizada para ese sujeto basada en la dinámica masticatoria detectada.

Antecedentes de la técnica

- 15 En tecnología dental, los procedimientos para realizar una prótesis dental para un sujeto están casi estandarizados, a menudo involucrando, como primera etapa, la toma de un molde negativo de una o ambas arcadas dentales de este último.

- 20 De los moldes negativos, se obtienen a continuación modelos relativamente positivos utilizando resinas o yeso, en los que se encuentra/n el/los espacio/s en los que insertar la prótesis.

- La prótesis creada de este modo suele reproducir la forma y dimensiones deseadas con buena aproximación para que encaje perfectamente en el espacio que queda libre en la arcada dental del sujeto al que está destinada, pero necesita ajustes para poder reemplazar adecuadamente la porción de dientes faltante.

- Estos ajustes, todavía hoy, a menudo se llevan a cabo mediante pruebas directas repetidas en el destinatario de la prótesis en la consulta del dentista, con la colaboración del protésico dental presente, quien realiza los ajustes hasta obtener una prótesis con el buen tamaño y posición, y que el sujeto sienta como correcta.

- 30 Una metodología más moderna prevé el montaje de la prótesis y del modelo reproducido a partir del modelo en un llamado "articulador mecánico", el cual consiste en una estructura articulada capaz de albergar las arcadas inferior y superior del modelo; uno de los soportes de las arcadas, generalmente el superior, se hace móvil con respecto al inferior, y en particular articulado al mismo, según una dirección de mutuo acercamiento y alejamiento, para simular los movimientos relativos de una arcada dental con respecto a la otra.

- El movimiento se realiza manualmente para comprobar la correcta oclusión de las dos arcadas dentales con la prótesis insertada, y realizar los necesarios, y progresivos, ajustes.

40 **Problema técnico**

- Aunque la fidelidad de las formas de los modelos de arcadas dentales se ha vuelto alta, los controles y simulaciones que se pueden realizar con el articulador mecánico se basan necesariamente en movimientos faciales estándar, limitados por la cinemática de la articulación de bisagra del articulador.

- 45 Básicamente, en las pruebas mencionadas no hay correspondencia con los movimientos reales de masticación del receptor de la prótesis, que siempre son diferentes de los de todos los demás, debido a las morfologías siempre diferentes del cráneo y la mandíbula, la estructura (y posibles asimetrías u otros defectos) de las articulaciones mandibulares del individuo, la consistencia y simetría de los haces musculares que los controlan, etc.

- 50 Para superar estos límites, que hacen que las pruebas de las prótesis no respondan perfectamente a la situación real de cuando las mismas se encontrarán en la boca del sujeto, el mismo Solicitante presentó la solicitud de patente de invención industrial N.º 102017000110539 el 03/10/2017, titulada "Método para la prueba dinámica de prótesis dentales, y sistema para realizar dicho método".

- 55 En el documento que se acaba de mencionar, se protege un método para verificar las prótesis dentales, que prevé la utilización de un robot articulador para simular fielmente los movimientos de masticación personales de cada sujeto al que está destinada la prótesis, después de que dichos movimientos de masticación hayan sido detectados mediante la toma de imágenes, procesados electrónicamente para crear un programa adecuado para conducir adecuadamente el robot articulador antes mencionado, sobre el cual se monta un modelo de la dentición de ese sujeto y la prótesis realizada para ello.

- 60 Con la implementación del método antes mencionado, se han logrado avances considerables en términos de correspondencia entre las condiciones de ensayo de la prótesis en el robot articulador y las condiciones reales en la boca del paciente, en comparación con cuando sólo se utiliza un articulador mecánico manual.

- 65

Sin embargo, en situaciones prácticas de uso, con diferentes sujetos, han surgido algunas limitaciones en cuanto a las fases de detección de los movimientos de masticación, los cuales son complejos y combinados y por lo tanto requieren de un mejor procedimiento para obtener mayor precisión e integridad de los datos adquiridos.

- 5 Estos últimos, entonces, representan la base esencial para poder replicar posteriormente los movimientos mediante comandos adecuados del robot articulador.

10 El documento EP 0 910 997 A2 divulga un sistema (robot articulado) y el método para la simulación del movimiento de masticación basado en los datos tridimensionales adquiridos del paciente, pero no divulga cómo se ajusta el robot con relación al articulador mecánico de modo que el modelo producido y montado en el articulador mecánico quede correctamente fijado en el robot, y que la simulación del modelo corresponda realmente al movimiento masticatorio del paciente.

Objetos de la invención

15 El propósito de la presente invención es por lo tanto proponer un método para la prueba dinámica de prótesis dentales que permita detectar de una manera muy precisa la relación posicional entre las arcadas dentales del sujeto, para después reportar dicha relación posicional exactamente entre los modelos de las mismas arcadas dentales, con la prótesis, en la fase de montaje en un robot articulador, a continuación adquirir parámetros tridimensionales relacionados con todos los posibles movimientos de masticación del mismo sujeto, para poder ordenar a dicho robot articulador que replique fielmente dichos movimientos de masticación y verificar el comportamiento de la propia prótesis dental.

20 Otro objeto de la invención es proporcionar herramientas necesarias o útiles para llevar a cabo la detección de la relación posicional antes mencionada entre las arcadas dentales del sujeto.

Otro objetivo de la invención es proporcionar herramientas adecuadas para la adquisición de los parámetros tridimensionales antes mencionados relacionados con los movimientos de masticación personales del receptor de la prótesis.

Sumario de la invención

30 Los propósitos antes mencionados se logran en su totalidad mediante un método para la prueba dinámica de prótesis dentales, y mediante un sistema que lo implementa, cuando una de dichas prótesis dentales esté destinada a ser implantada en un sujeto receptor, para el cual se ha realizado un modelo de dentición que comprende un modelo de arcada dental superior y un modelo de arcada dental inferior, obteniéndose cada uno de dichos modelos a partir de respectivos moldes negativos de dichas arcadas dentales superior e inferior.

El método implica las siguientes etapas operativas:

- 40 1) aplicación a dichos moldes negativos de las arcadas dentales superior e inferior de bases relativas provistas de una horquilla de fijación externa predeterminada;
- 2) montaje de la base con un molde negativo de la arcada dental superior, usando la horquilla relativa, en un dispositivo de detección de la disposición;
- 45 3) introducción de dicha base con un molde negativo de la arcada dental superior en la cavidad bucal del sujeto antes mencionado, con la cabeza de este último colocada en una posición predeterminada y con dicho dispositivo para detectar la estructura que sobresale del exterior de la boca;
- 4) adquisición, mediante dicho dispositivo de detección de la disposición, de los valores angulares de inclinación del mencionado molde negativo de la arcada dental superior y por tanto de la propia arcada dental superior, o de la mandíbula, del mencionado sujeto;
- 50 5) extracción de la cavidad bucal del sujeto antes mencionado de dicha base con molde negativo de la arcada dental superior con dispositivo contiguo para detectar la disposición;
- 6) montaje del complejo base con un molde negativo de la arcada dental superior y un dispositivo de detección de la disposición en un articulador manual;
- 55 7) acoplamiento del mencionado molde negativo de la arcada dental superior con el respectivo modelo de la arcada dental superior y la adición del material de relleno necesario para cerrar el espacio entre el mismo modelo de la arcada dental superior y una abrazadera correspondiente de dicho articulador manual;
- 8) extracción de este último del complejo base con un molde negativo de la arcada dental superior y un dispositivo de detección de la disposición y desmontaje de la misma base con un molde negativo de la arcada dental superior;
- 60 9) repetición de las etapas 2) al 8) utilizando la base antes mencionada con un molde negativo de la arcada dental inferior;
- 10) montaje sobre dicho articulador manual de una plantilla de columna extensible para detectar la configuración asumida como consecuencia del montaje posterior de los mencionados moldes negativos y modelos de dichas arcadas dentales superior e inferior;
- 65 11) uso de la plantilla de columna extensible antes mencionada para registrar la configuración de un robot articulador de la misma forma que la configuración del articulador manual antes mencionada;

12) montaje sobre dicho robot articulador, así registrado, de los modelos antes mencionados de dichas arcadas dentales superior e inferior, con al menos una prótesis dental aplicada que se va a probar;

13) adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación, en al menos tres ejes de referencia, mediante imágenes de vídeo del sujeto realizadas con un escáner 3D adecuado, llevando el mismo sujeto medios de referencia posicional de las arcadas dentales superior e inferior, provistos de respectivos marcadores superior e inferior con al menos tres puntos de detección, ubicados fuera de la boca;

14) procesamiento digital de estas tomas con un generador de programas, para crear una secuencia de comandos adecuada para replicar los movimientos mandibulares personalizados de dicho sujeto;

15) accionamiento del mencionado robot articulador con dicha secuencia de comandos, para mover los modelos antes mencionados de dichas arcadas dentales superior e inferior, habiendo aplicado al menos una prótesis dental que se va a probar, en perfecta replicación de los movimientos mandibulares del sujeto destinado a recibir la misma prótesis, para poder evaluar la corrección de la forma de la propia prótesis dental, y eventualmente modificarla.

Breve descripción de los dibujos

Las características de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de un método para la prueba dinámica de prótesis dentales, y un sistema para implementar este método, de acuerdo con lo propuesto en las reivindicaciones y con la ayuda de las tablas de dibujo adjuntas, en las cuales:

- La figura 1 ilustra, con un diagrama de bloques, las fases significativas del método y su correlación con las fases accesorias;
- la figura 2 muestra un molde negativo de una arcada dental montada sobre una base con una horquilla de fijación externa;
- la figura 3 ilustra la fase del método relativa a la adquisición de la posición del molde de la figura 2 introducido en la cavidad bucal del interesado, mediante un dispositivo de detección de empuje aplicado externamente utilizando dicha horquilla de fijación;
- Las figuras 4A, 4B, 4C, 4C ilustran las etapas posteriores para montar los modelos de las arcadas superior e inferior en un articulador manual con las posiciones medidas por el dispositivo de detección de la disposición;
- la figura 5 ilustra la fase de captura de imágenes de vídeo relacionadas con los movimientos de masticación del sujeto;
- la figura 6 ilustra la fase de detección de la configuración final asumida por el articulador manual utilizando una plantilla de columna;
- la figura 7 ilustra la colocación inicial de un robot articulador utilizando la plantilla de columna tomada del articulador manual;
- Las figuras 8A, 8B ilustran dos posiciones del robot articulador, con los modelos de las arcadas dentales y al menos una prótesis montada, durante la replicación de los movimientos de masticación del sujeto.

Descripción de realizaciones preferidas de la invención

En las figuras anteriores, la referencia 100 indica, como un todo, un sistema para la prueba dinámica de una prótesis dental 1 destinada a ser implantada en un sujeto receptor S, para el cual se ha realizado un modelo de dentición que incluye un modelo de arcada dental superior 20 y un modelo de arcada dental inferior 30, obteniéndose cada uno de dichos modelos 20, 30 a partir de los respectivos moldes negativos 2, 3 de dichas arcadas dentales superior e inferior.

El sistema 100 se ilustra en el diagrama de bloques de la figura 1 y comprende, entre otras cosas, un dispositivo de detección de la disposición 40 en el que están previstas: al menos dos bases 41, cada una provista de una horquilla de fijación externa 42, destinadas a soportar dichos moldes negativos 2, 3 (figura 2) de las arcadas dentales superior e inferior.

Cada base 41, con su molde relativo negativo 2, 3 está adaptada para ser introducida, de una en una, en la cavidad bucal del sujeto S antes mencionado, con la cabeza T de este último dispuesta en una posición predeterminada y con dicho dispositivo para detectar la estructura 40 sobresaliendo en forma de voladizo fuera de la boca (figura 3).

Cada base 41 está asociada de forma desmontable, por medio de la relativa horquilla 42, a un bloque 43 al cual, por medio de una articulación esférica bloqueable 44, una tableta de referencia 45 sobre la que están dispuestos dos niveles de burbuja 46, 47, uno perpendicular al otro, destinados a mostrar la posición horizontal alcanzada de la misma tableta de referencia 45.

Cuando esta última está correctamente dispuesta horizontalmente, según los dos planos ortogonales controlados por los niveles de burbuja 46, 47, su posición, con respecto a la del respectivo molde negativo 2, 3, se estabiliza bloqueando dicha articulación esférica 44.

El bloque 43 que lleva fijada una base 41, con el molde relativo negativo 2, 3, es adecuado para ser montado en un articulador manual 50, que consiste en una plataforma inferior fija 51, sustancialmente horizontal, al que está articulado un brazo superior de manera bloqueable 52, dispuesto a una distancia predeterminada de dicha plataforma inferior 51, y también prácticamente horizontal.

Para el mencionado montaje, la articulación esférica 44 está acoplada a una varilla 48 interpuesta entre la plataforma inferior fija 51 y el brazo superior 52, en posición vertical, orientando la base 41 y el molde relativo en negativo 2, 3, hacia el interior del articulador manual 50.

5 En particular, en primer lugar se prevé el montaje de la base 41 con el molde negativo 2 de la arcada dental superior (figura 4A), sobre el que se coloca el modelo correspondiente de la arcada dental superior 20 (figura 4B) para construir, entre la plataforma inferior fija 51 y el brazo superior 52, un soporte 21 del mismo modelo 20, con la aplicación de material de relleno 22 necesario para cerrar el espacio entre el mismo modelo 20 de la arcada dental superior y una abrazadera correspondiente 53 de dicho brazo superior 52 (figura 4C).

10 Con el mismo procedimiento, repetido con el molde negativo 3 de la arcada dental inferior y a continuación con el modelo relativo 30 del mismo, se obtiene un soporte 31 para este último y se reconstruye en el articulador manual 50 la posición recíproca entre los modelos de las mencionadas arcadas dentales superior 20 e inferior 30, que reproduce la posición en la que las respectivas arcadas dentales reales del mencionado sujeto S se encuentran en contacto mutuo (figura 4D).

15 Se detecta la distancia y orientación asumidas por el brazo superior 52 con respecto a la plataforma fija inferior 51, después del desmontaje de los modelos 20, 30 con sus respectivos soportes 21, 31, mediante una plantilla de columna extensible 6 (figura 6).

En el sistema 100 también hay medios 70 para la adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación del sujeto S antes mencionado, en al menos tres ejes de referencia.

25 Dichos medios 70 comprenden un escáner 3D (de tipo conocido no mostrado), miembros 71 para la filmación de vídeo del sujeto S y medios de referencia posicional de las arcadas dentales superior e inferior; estas últimas, no visibles en la figura 5, son capaces de introducirse en la cavidad bucal del sujeto S y de acoplarse con sus arcadas dentales, para asumir posiciones estables respecto de estas.

30 Los medios de referencia posicional están provistos de respectivos marcadores superior 72 e inferior 73 dispuestos externamente a dicha cavidad bucal y cada uno tiene al menos tres puntos de detección 72R, 73R (véase nuevamente la figura 5).

35 Dichos medios 70 están interconectados con un generador de programas 80, proporcionado para el procesamiento digital de dichas grabaciones de vídeo de los movimientos de masticación, y para crear una secuencia de comandos adecuados para replicar los movimientos mandibulares personalizados de dicho sujeto S (figura 1).

40 La plantilla de columna extensible 6 antes mencionada, desmontada del articulador manual 50, se utiliza a continuación para registrar estáticamente la posición inicial de un robot articulador 90 controlado por ordenador (figura 7).

En el robot articulador 90 hay un marco 91 del que sobresale una viga superior 92, capaz de soportar, en una posición fija colgante, dicho modelo 20 de la arcada dental superior, con el relativo soporte 21, y una plataforma inferior 93 sobre la cual se fija dicho modelo 30 de la arcada dental inferior con el respectivo soporte 31.

45 En dichos modelos 20, 30 se aplica al menos una prótesis dental 1 que se va a probar (figuras 8A, 8B).

50 La plataforma inferior 93 está asociada con una pluralidad de actuadores lineales 94, adecuadamente dispuestos y orientados, capaces de mover la misma plataforma inferior 93, así como el modelo 30 de arcada dental inferior con múltiples trayectorias según diferentes planos (véase en particular la figura 8B), estando accionados dichos actuadores lineales 94 por una secuencia de comandos suministrados por el generador de programas 80 antes mencionado, para simular movimientos de masticación predeterminados de dichos modelos 20, 30 de arcadas dentales superiores e inferiores, y de al menos una prótesis dental 1 que se va a probar, en perfecta replicación de los movimientos mandibulares del sujeto S destinado a recibir la misma al menos una prótesis dental 1.

55 Por lo tanto, la prótesis dental 1 se puede verificar exactamente como si se hubiera aplicado directamente en la boca del sujeto S, y por lo tanto se pueden realizar sobre esta todos los ajustes, medidas y modificaciones necesarios para obtener un producto directamente aplicable al sujeto S, sin que sean necesarias pruebas directas sobre este último, evitando mayores modificaciones.

60 El sistema 100 que se acaba de describir implementa efectivamente el método objeto de la presente invención, para la prueba dinámica de prótesis dentales 1, de las cuales al menos una está destinada a ser implantada en un receptor S.

65 Las principales etapas del método, descrito a continuación y también esquematizado en el diagrama de la figura 1, están precedidas de operaciones conocidas con las que, para dicho sujeto S, se obtiene un modelo de dentición completa formado por un modelo 20 de arcada dental superior y un modelo 30 de arcada dental inferior, obteniéndose

cada uno de dichos modelos 20, 30 a partir de los respectivos moldes negativos 2, 3 de dichas arcadas dentales superior e inferior.

También se fabrica previamente una primera versión de la mencionada al menos una prótesis dental 1, para ser aplicada a dichos modelos 20, 30 para realizar las pruebas y, después de las pruebas y cualquier modificación, implantarse en el sujeto S.

En una primera etapa del método, dichos moldes negativos 2, 3 de las arcadas dentales superior e inferior se aplican sobre bases relativas 41, provistas de una horquilla de fijación externa predeterminada 42 (figura 2).

La segunda fase implica el montaje de la base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior, utilizando la relativa horquilla 42, en el dispositivo de detección de la disposición 40 presente en el sistema 100 descrito anteriormente.

La tercera fase prevé la introducción de dicha base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior en la cavidad bucal del sujeto S antes mencionado, con la cabeza T de este último dispuesta en una posición predeterminada y con dicho dispositivo de detección de la disposición 40 sobresaliendo en forma de voladizo fuera de la boca (figura 3).

La cabeza T del sujeto S se coloca preferentemente recta con la mirada dirigida hacia la línea del horizonte.

La cuarta fase implica la adquisición, por medio de dicho dispositivo de detección de la disposición 40, de los valores angulares de inclinación del mencionado molde negativo 2 de la arcada dental superior y por tanto de la propia arcada dental superior, o de la mandíbula, del mencionado sujeto S (véase nuevamente la figura 3).

Para la adquisición de los valores angulares de inclinación de las arcadas dentales del sujeto S, primero de la superior, o del maxilar, después de la inferior, o de la mandíbula, con una fase similar mencionada a continuación, se proporciona una tableta de referencia 45 en dicho dispositivo de detección de la disposición 40 que está dispuesta horizontalmente, con la ayuda de los niveles de burbuja 46, 47.

La posición horizontal alcanzada se bloquea y estabiliza apretando una articulación esférica 44, también prevista en dicho dispositivo de detección de la disposición 40.

La quinta fase implica la extracción de la cavidad bucal del sujeto S antes mencionado de dicha base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior con el dispositivo de detección de la disposición 40 contiguo.

La sexta fase implica el montaje del complejo base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior y el dispositivo de detección de la disposición 40 en un articulador manual 50, presente en el sistema 100 descrito previamente (figura 4A).

La séptima fase implica el acoplamiento del mencionado molde negativo 2 de la arcada dental superior con el respectivo modelo 20 de la arcada dental superior (figura 4B) y la construcción de un soporte 21 del mismo modelo 20, con la aplicación de material de relleno 22 necesario para cerrar el espacio entre el mismo modelo de arcada dental superior 20 y una abrazadera correspondiente 53 de dicho articulador manual 50 (figura 4C).

La octava fase implica la retirada del articulador manual 50 del complejo base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior y un dispositivo de detección de la disposición 40 y el desmontaje de la misma base 41 con un molde negativo 2 de la arcada dental superior.

Se repiten las fases de la segunda a la octava utilizando la base restante 41 con un molde negativo 3 de la arcada dental inferior, para obtener, en dicho articulador manual 50, también un soporte 31 para el modelo 30 de la arcada dental inferior.

De esta forma, en el articulador manual 50, se reconstruye la posición recíproca en la que los modelos 20, 30 de las mencionadas arcadas dentales superior e inferior están mutuamente en contacto, para reproducir la misma posición en la que se encuentran las respectivas arcadas dentales reales del sujeto mencionado S (figura 4D).

Dichos modelos 20, 30 de las arcadas dentales, con los relativos soportes 21, 31, a continuación se desmontan del articulador manual 50 y, sin mover nada en este último, en su lugar se monta una plantilla con una columna extensible 6, para la detección de la configuración asumida como consecuencia del montaje anterior (figura 6).

Una fase posterior implica el uso de la plantilla de columna extensible 6 antes mencionada para registrar la configuración estática de un robot articulador 90 de la misma manera que la configuración antes mencionada asumida por el articulador manual 50 (figura 7).

Una etapa adicional prevé el montaje en dicho robot articulador 90, así registrado, de los mencionados modelos 20,

30 de dichas arcadas dentales superior e inferior, habiéndose aplicado al menos una prótesis dental 1 que se va a probar (figura 8A).

Una fase llevada a cabo en paralelo, prevé la adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación, en al menos tres ejes de referencia, mediante imágenes de vídeo del sujeto S realizadas con un escáner 3D adecuado, llevando el mismo sujeto S medios de referencia posicional de las arcadas dentales superior e inferior, provistos de respectivos marcadores superior 72 e inferior 73 con al menos tres puntos de detección cada uno 72R, 73R, dispuestos externamente a la boca (figura 5).

Más precisamente, los marcadores superiores antes mencionados 72, asociados con el maxilar, se consideran las referencias fijas, mientras que los inferiores 73, asociados con la mandíbula, se consideran las referencias móviles cuyos desplazamientos se detectan con relación a las posiciones de dichas referencias fijas.

A continuación de la fase que acabamos de describir, está prevista otra que implica el procesamiento digital de dichas tomas con un generador de programas 80, para crear una secuencia de comandos adecuada para replicar los movimientos mandibulares personalizados de dicho sujeto S.

Como última etapa del método, el robot articulador 90 antes mencionado se acciona con dicha secuencia de comandos, para mover los mencionados modelos 20, 30 de dichas arcadas dentales superior e inferior, con al menos una prótesis dental 1 que se va a probar aplicada, en perfecta réplica de los movimientos mandibulares del sujeto S destinado a recibir la misma prótesis 1, para poder evaluar la corrección de la forma de la misma prótesis dental 1, y eventualmente modificarla.

Una fase opcional del método, incluso si es conocida y no es relevante para los fines de las fases peculiares antes mencionadas, prevé detectar las matemáticas tridimensionales de dichos modelos de arcada dental superior e inferior 20, 30, incluyendo al menos una prótesis dental 1, y cargarlas en un programa de software de un CAD dental 10.

Los datos digitalizados de dicha secuencia predeterminada de movimientos de masticación, en al menos tres ejes de referencia, adquiridos por medio de dichas grabaciones de vídeo del sujeto S que lleva medios de referencia posicional, también se carga en el mismo programa de software del CAD 10 dental.

Por último, se procede a interconectar, mediante dicho programa de software, dichas matemáticas tridimensionales con los datos digitalizados antes mencionados de la secuencia de movimientos de masticación, para obtener una video-simulación de la misma secuencia para ser utilizada como prueba virtual preliminar o paralela de dicha al menos una prótesis 1 con respecto a la prueba realizada con el mencionado robot articulador 90 con los modelos 20, 30 montados de dicha parte superior y arcadas dentales inferiores.

Con el método descrito, por tanto, y en correspondencia con lo ya mencionado al final de la descripción del sistema 100, la prótesis dental 1 se puede comprobar exactamente como si se hubiera aplicado directamente en la boca del sujeto S, para que puedan realizarse en ella los ajustes, mediciones y modificaciones necesarias para obtener un producto directamente aplicable al sujeto S, sin requerir una o más pruebas directas sobre este último, evitando mayores modificaciones.

De la descripción anterior, los aspectos ventajosos que ofrece el método en cuestión son absolutamente evidentes, en particular para los expertos del sector, tales como técnicos dentales y dentistas, trasladados eficazmente a nivel práctico mediante el sistema de prueba dinámica de prótesis dentales que, preliminarmente, permite detectar de forma muy precisa la relación posicional entre las arcadas dentales del sujeto, para luego reportarlas exactamente entre los modelos de las mismas arcadas dentales; estas últimas, dispuestas de esta manera, se montan en un robot articulado, al que se le ordena replicar fielmente todos los posibles movimientos de masticación del mismo sujeto, para poder verificar el comportamiento de la/s prótesis dental/es así como de la prótesis como si estuvieran instaladas en la boca del sujeto.

Para este fin, las herramientas para detectar la relación posicional entre las arcadas dentales del sujeto, proporcionadas en el sistema, han sido creadas con características originales e innovadoras para proporcionar los datos esperados con la precisión necesaria.

Otro requisito fundamental, que se soluciona con las herramientas del sistema anterior, se refiere a la adquisición de los parámetros tridimensionales relacionados con los movimientos de masticación personales del receptor de la prótesis, sin los cuales sería imposible controlar el mencionado robot articulador para replicarlos fielmente.

Sin embargo, se entiende que lo descrito anteriormente tiene un valor de ejemplo y no limitativo, por lo tanto, cualquier variación detallada que pueda ser necesaria por razones técnicas y/o funcionales, se considera en adelante dentro del mismo ámbito de protección definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para la prueba dinámica de prótesis dentales, una prótesis dental (1) entre estas destinada a ser implantada en un sujeto receptor (S), para el cual se ha realizado un modelo de dentición que incluye un modelo (20) de una arcada dental superior y un modelo (30) de una arcada dental inferior, con cada uno de dichos modelos (20, 30) obtenidos a partir de respectivos moldes negativos (2, 3) de dichas arcadas dentales superior e inferior, estando dicho método **caracterizado por** proporcionar las siguientes etapas operativas:

- a) aplicación a dichos moldes negativos (2, 3) de las arcadas dentales superior e inferior de bases relativas (41) provistas de una horquilla de fijación externa predeterminada (42);
- b) montaje de dicha base (41) con un molde negativo (2) de la arcada dental superior, mediante la relativa horquilla de fijación (42), en un dispositivo de detección de la disposición (40);
- c) introducción de dicha base (41) con molde negativo (2) de la arcada dental superior en la cavidad bucal del mencionado sujeto (S), con la cabeza (T) de este último dispuesta en una posición predeterminada y con dicho dispositivo de detección de la disposición (40) sobresaliendo en voladizo fuera de la boca;
- d) adquisición, por medio de dicho dispositivo de detección de la disposición (40), de los valores angulares de inclinación del mencionado molde negativo (2) de la arcada dental superior y por tanto de la propia arcada dental superior, o de la mandíbula, del mencionado sujeto (S);
- e) extracción de la cavidad bucal del sujeto antes mencionado de dicha base (41) con un molde negativo (2) de la arcada dental superior con un dispositivo de detección de la disposición (40) contiguo;
- f) montaje del complejo base (41) con un molde negativo (2) de la arcada dental superior y un dispositivo de detección de la disposición (40) en un articulador manual (50);
- g) acoplamiento del mencionado molde negativo (2) de la arcada dental superior con el respectivo modelo (20) de la arcada dental superior y construcción de un soporte (21) del mismo modelo (20), con la aplicación de material de relleno (22) entre el mismo modelo (20) de la arcada dental superior y una abrazadera correspondiente (53) de dicho articulador manual (50);
- h) retirada de este último del conjunto base (41) con un molde negativo (2) de la arcada dental superior y un dispositivo de detección de la disposición (40) y desmontaje de la misma base (41) con un molde negativo (2) de la arcada dental superior;
- i) repetición de las etapas b) al h) utilizando la mencionada base (41) con un molde negativo (3) de la arcada dental inferior, para obtener, en dicho articulador manual (50), también un soporte (31) para el modelo de arcada dental inferior (30);
- j) montaje sobre dicho articulador manual (50) de una plantilla de columna extensible (6) para detectar la configuración asumida como consecuencia del posterior montaje de los mencionados moldes negativos (2, 3) y modelos (20, 30) de dichas arcadas dentales superiores e inferiores;
- k) uso de la mencionada plantilla de columna extensible (6) para registrar la configuración de un robot articulador (90) de la misma forma que la mencionada configuración del articulador manual (50);
- l) montaje sobre dicho robot articulador (90), así registrado, de los modelos (20, 30) antes mencionados de dichas arcadas dentales superior e inferior, habiendo aplicado al menos una prótesis dental (1) que se va a probar;
- m) adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación, en al menos tres ejes de referencia, mediante imágenes de vídeo del sujeto (S) realizadas con un escáner 3D adecuado, llevando el mismo sujeto (S) medios de referencia posicional de las arcadas dentales superiores e inferiores, equipados con respectivos marcadores superior (72) e inferior (73) con al menos tres puntos de detección (72R, 73R), dispuestos fuera de la boca;
- n) procesamiento digital de dichas tomas con un generador de programas (80), para crear una secuencia de comandos adecuada para replicar los movimientos mandibulares personalizados de dicho sujeto (S);
- o) accionamiento del mencionado robot articulador (90) con dicha secuencia de comandos, para mover los mencionados modelos (20, 30) de dichas arcadas dentales superior e inferior, habiendo aplicado al menos una prótesis dental (1) que se va a probar, en perfecta replicación de los movimientos mandibulares del sujeto (S) destinado a recibir la misma al menos una prótesis dental (1), para poder evaluar la corrección de la forma de la misma prótesis dental (1), y eventualmente modificarla.

2. Método según la reivindicación 1 **caracterizado por que** en las distintas fases antes mencionadas en las que dichos moldes negativos (2, 3) de las arcadas dentales superior e inferior se introducen en la cavidad bucal del mencionado sujeto (S), la cabeza (T) de este último se coloca recta con la mirada dirigida hacia la línea del horizonte, y por el hecho de que en las fases relativas posteriores para la adquisición de los valores angulares de la inclinación de las arcadas dentales superior e inferior, o del maxilar y la mandíbula del mencionado sujeto (S), horizontal, con la ayuda de niveles de burbuja (46, 47), una tableta de referencia (45) proporcionada en dicho dispositivo de detección de la disposición (40), y a continuación una articulación esférica (44) se bloquea, también prevista en este último, para estabilizar la posición relativa de la mencionada tableta de referencia (45) con respecto a la de dichos moldes negativos (2, 3).

3. Método según la reivindicación 1 **caracterizado por que** para la mencionada fase de adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación, los puntos de detección (72R) antes mencionados de los marcadores superiores (72), asociados con el maxilar, se consideran las referencias fijas mientras que la detección (73R) de los inferiores (73), asociados con la mandíbula, se consideran las referencias móviles cuyos desplazamientos se detectan con relación a las posiciones de dichas referencias fijas.

4. Método según la reivindicación 1 **caracterizado por que** se prevé: detectar las matemáticas tridimensionales de dichos modelos de arcada dental superior e inferior (20, 30), incluyendo al menos una prótesis dental (1), y cargarlas en un programa de software de un CAD dental; cargar en el mismo programa de software del CAD dental los datos digitalizados de dicha secuencia predeterminada de movimientos de masticación, en al menos tres ejes de referencia, adquiridos a través de grabaciones de vídeo del sujeto (S) realizadas con un escáner 3D; interconectar, mediante dicho programa de software, dichas matemáticas tridimensionales con los datos digitalizados antes mencionados de la secuencia de movimientos de masticación, obtener una video-simulación de la misma secuencia para ser utilizada como prueba virtual preliminar, o paralela, de dicha al menos una prótesis dental (1) en comparación con la prueba realizada con el mencionado robot articulador (90) con los mencionados modelos (20, 30) de dichas arcadas dentales superior e inferior montados.

5. Sistema para la prueba dinámica de prótesis dentales, una prótesis dental (1) entre estas destinada a ser implantada en un sujeto receptor (S), para el cual se ha realizado un modelo de dentición que incluye un modelo (20) de una arcada dental superior y un modelo (30) de la arcada dental inferior, con cada uno de dichos modelos (20, 30) obtenidos a partir de respectivos moldes negativos (2, 3) de dichas arcadas dentales superior e inferior, estando dicho sistema (100) **caracterizado por que** comprende:

- un dispositivo de detección de la disposición (40) en el que están previstas: al menos dos bases (41), cada una provista de una horquilla de fijación externa (42), destinadas a soportar dichos moldes negativos (2, 3) de las arcadas dentales superiores e inferiores y a ser introducidas, de una en una, en la cavidad bucal del sujeto antes mencionado (S), con la cabeza (T) de este último dispuesta en una posición predeterminada y con dicho dispositivo de detección de la disposición (40) sobresaliendo fuera de la boca; un bloque (43), asociable de forma desmontable con una de dichas bases (41) por medio de la correspondiente horquilla (42), a dicho bloque (43) estando articulada, mediante una articulación esférica bloqueable (44), una tableta de referencia (45) sobre la cual están dispuestos, uno ortogonal al otro, dos niveles de burbujas de aire (46, 47) destinados a mostrar la posición horizontal alcanzada de la misma tableta de referencia (45), bloqueado a continuación por medio de dicha articulación esférica (44), para estabilizar la posición relativa de la mencionada tableta de referencia (45) con respecto a la de dichos moldes negativos (2, 3);

- un articulador manual (50), que consiste en una plataforma inferior fija (51) a la que se articula de forma bloqueable un brazo superior (52), dispuesto a una distancia predeterminada de dicha plataforma inferior fija (51), en dicho articulador manual (50) estando previsto el posterior montaje de las bases (41), con los moldes negativos (2, 3) de las arcadas dentales, y del bloque asociado (43) con articulación esférica (44), para reconstruir, entre dicha plataforma inferior fija (51) y dicho brazo superior (52) la posición recíproca entre los modelos (20, 30) de las arcadas dentales superior e inferior antes mencionadas que reproduce la posición de las respectivas arcadas dentales reales del sujeto antes mencionado (S);

- una plantilla de columna extensible (6) para adquirir la distancia y la orientación resultante entre la plataforma inferior fija (51) y el brazo superior (52) de dicho articulador manual (50), correspondiente a una condición inicial en la que dichos modelos (20, 30) de las arcadas dentales están en contacto mutuo;

- medios (70) para la adquisición y digitalización de una secuencia predeterminada de movimientos de masticación del sujeto (S) antes mencionado, en al menos tres ejes de referencia, comprendiendo dichos medios un escáner 3D, miembros (71) para la filmación de vídeo del sujeto (S) y medios de referencia posicional de las arcadas dentales superior e inferior, provistos de respectivos marcadores superior (72) e inferior (73) con al menos tres puntos de detección, con dichos medios de referencia posicionales proporcionados para ser introducidos en la cavidad bucal del sujeto, y con dichos marcadores (72, 73) dispuestos externamente;

- un generador de programas (80), previsto para el procesamiento digital de dichas imágenes de vídeo de los movimientos de masticación, y para crear una secuencia de comandos adecuados para replicar los movimientos mandibulares personalizados de dicho sujeto (S);

- un robot articulador (90) controlado por ordenador, diseñado para soportar dicho modelo (20) de la arcada dental superior en una posición fija y para mover dicho modelo (30) de la arcada dental inferior, estando destinado el mencionado robot articulador (90) a ser registrado estáticamente, mediante dicha plantilla de columna extensible (6), según dichos modelos (20, 30) de las arcadas dentales, así como siendo apto para ser pilotado por una secuencia de comandos proporcionados por el mencionado generador de programas (80), para simular movimientos de masticación predeterminados de dichos modelos (20, 30) de arcadas dentales superiores e inferiores, habiendo aplicado al menos una prótesis dental (1) que se va a probar, en perfecta replicación de los movimientos mandibulares del sujeto (S) destinado a recibir la misma al menos una prótesis dental (1).

6. Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado por que** proporciona una varilla (48) destinada a acoplarse a dicha articulación esférica (44) y a interponerse de manera estable, verticalmente, entre dicha plataforma inferior fija (51) y el mencionado brazo superior (52), de modo que la base correspondiente (41) y el correspondiente molde negativo (2, 3) queden orientados hacia el interior de dicho articulador manual (50).

7. Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho robot articulador (90) comprende un marco (91) del que sobresale una viga superior (92), capaz de soportar en una posición fija dicho modelo (20) de la arcada dental superior con el relativo soporte (21), y una plataforma inferior (93) a la que se fija dicho modelo (30) de la arcada dental inferior, con el respectivo soporte (31), y por el hecho de que dicha plataforma inferior (93) está asociada con una

pluralidad de actuadores lineales (94), adecuadamente dispuestos y orientados, capaces de mover la misma plataforma inferior (93), así como el modelo asociado (30) de la arcada dental inferior, con múltiples trayectorias según diferentes planos, siendo pilotados dichos actuadores lineales (94) a partir de dicha secuencia de comandos suministrados por el generador de programas (80) antes mencionado.

5

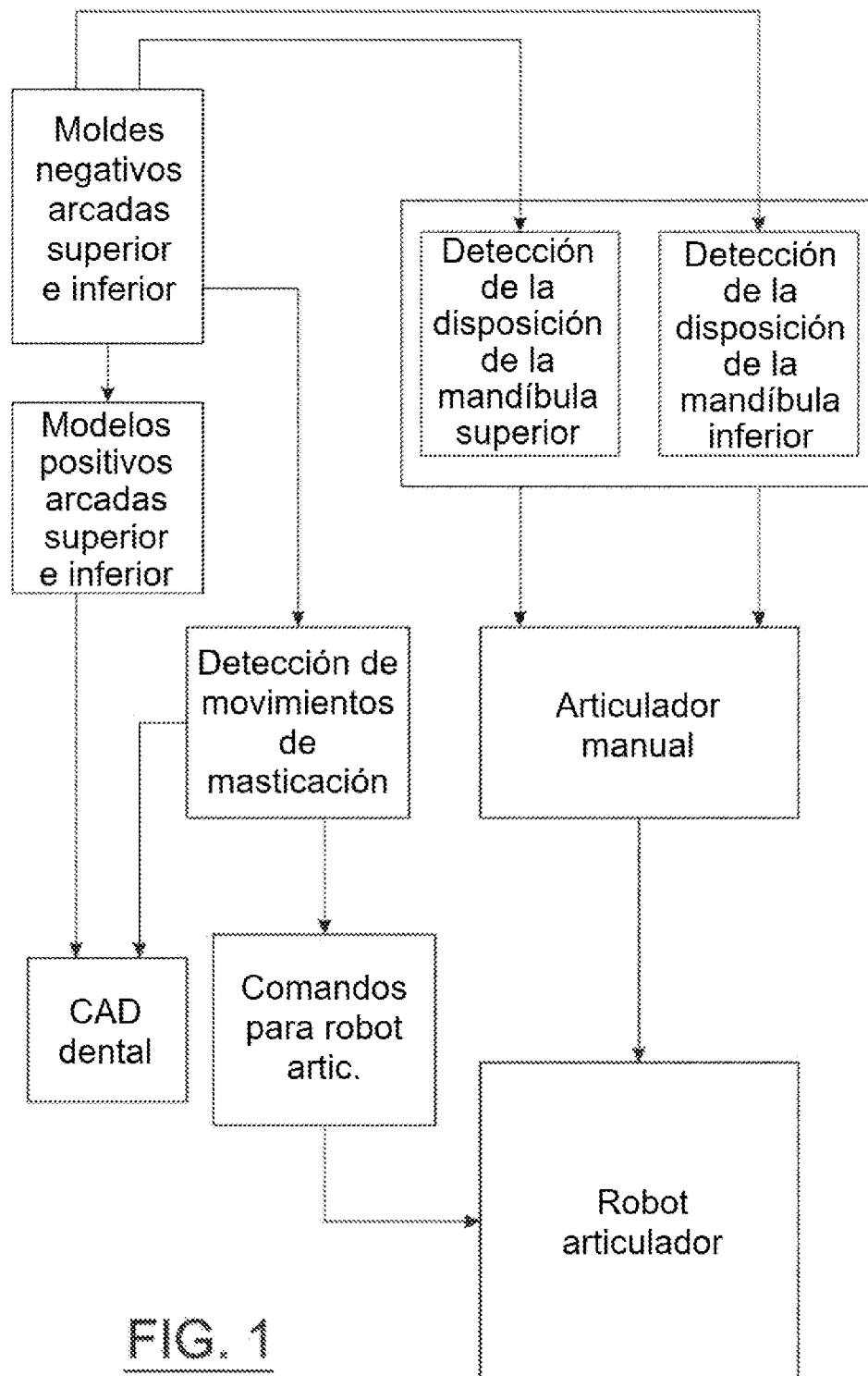
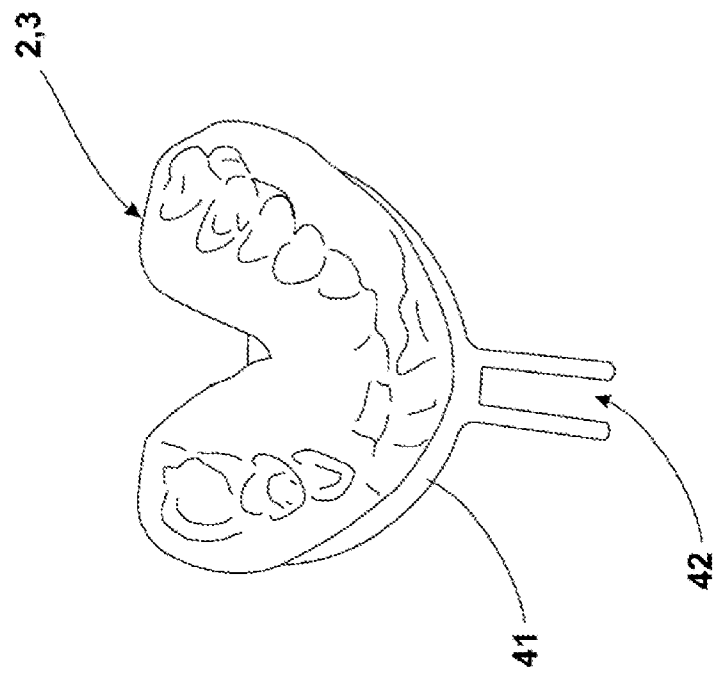
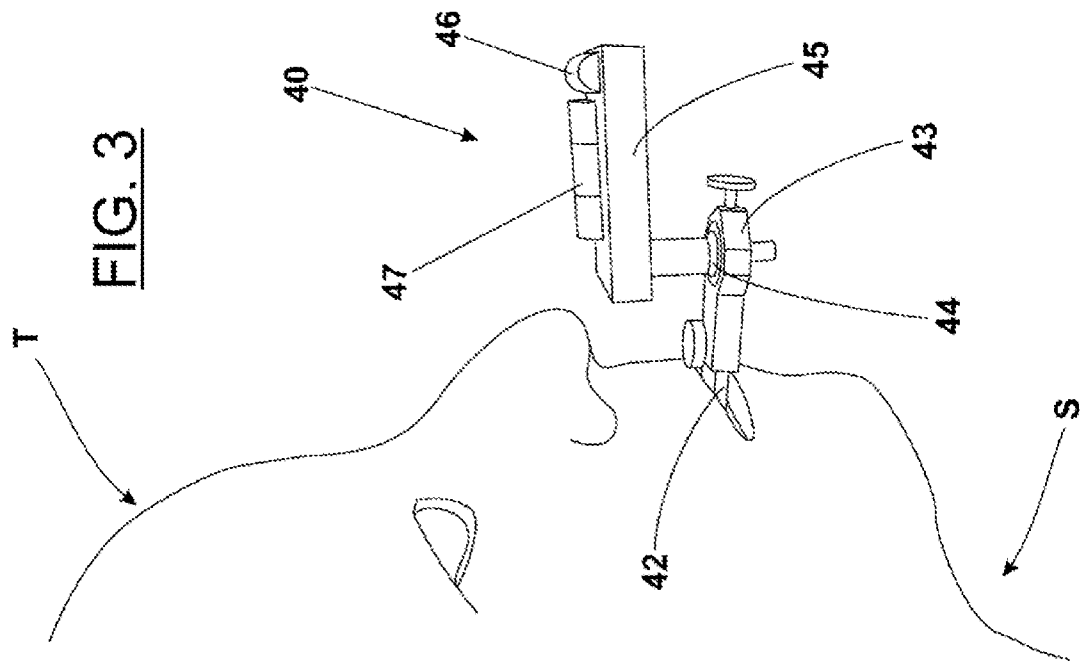
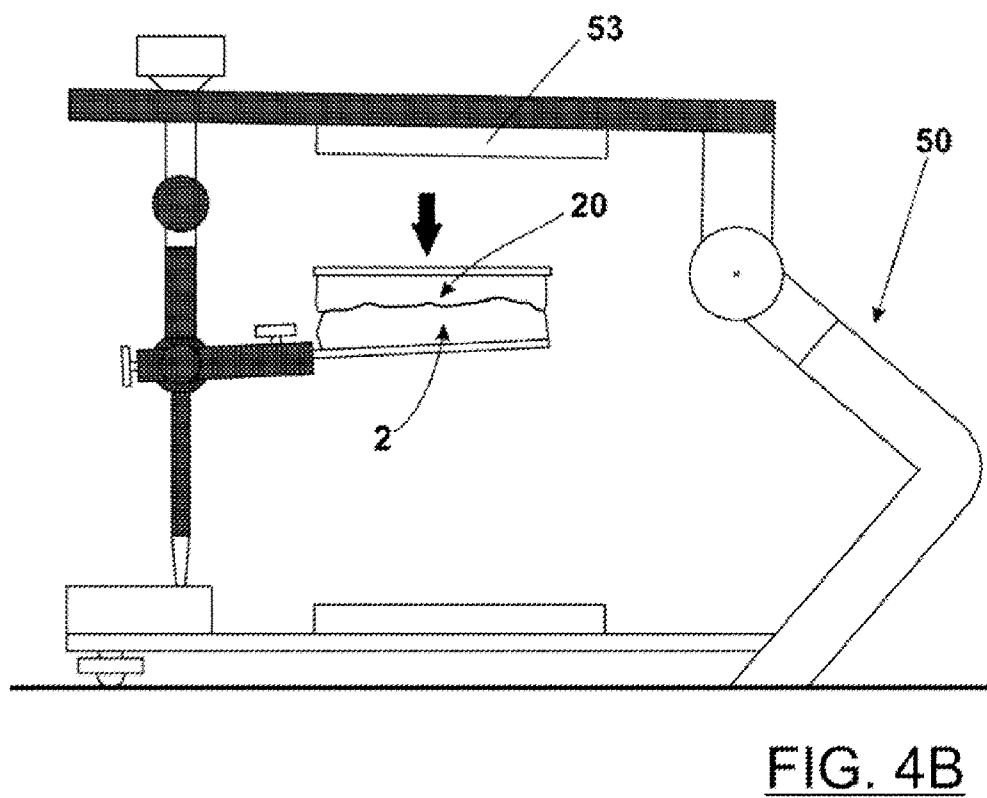
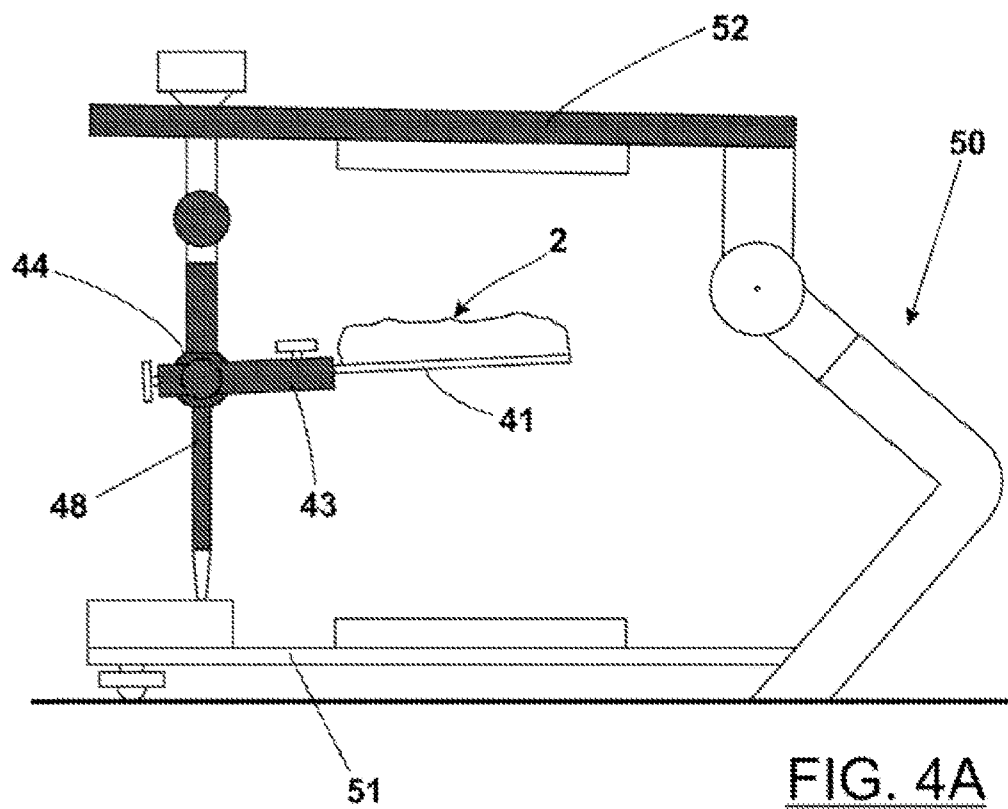


FIG. 1





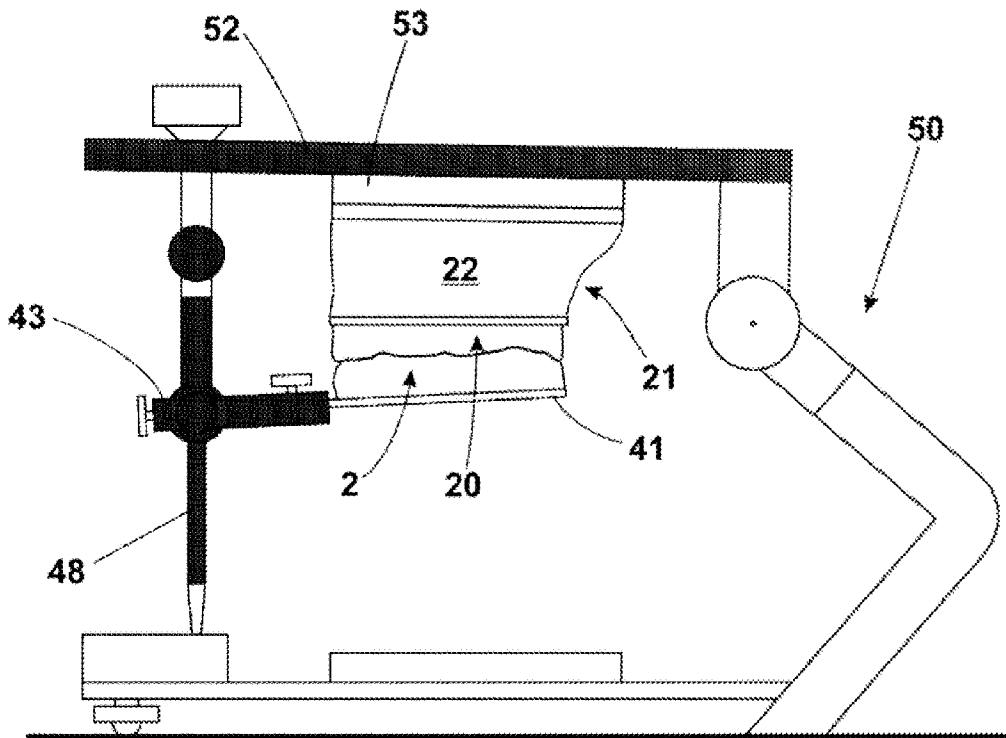


FIG. 4C

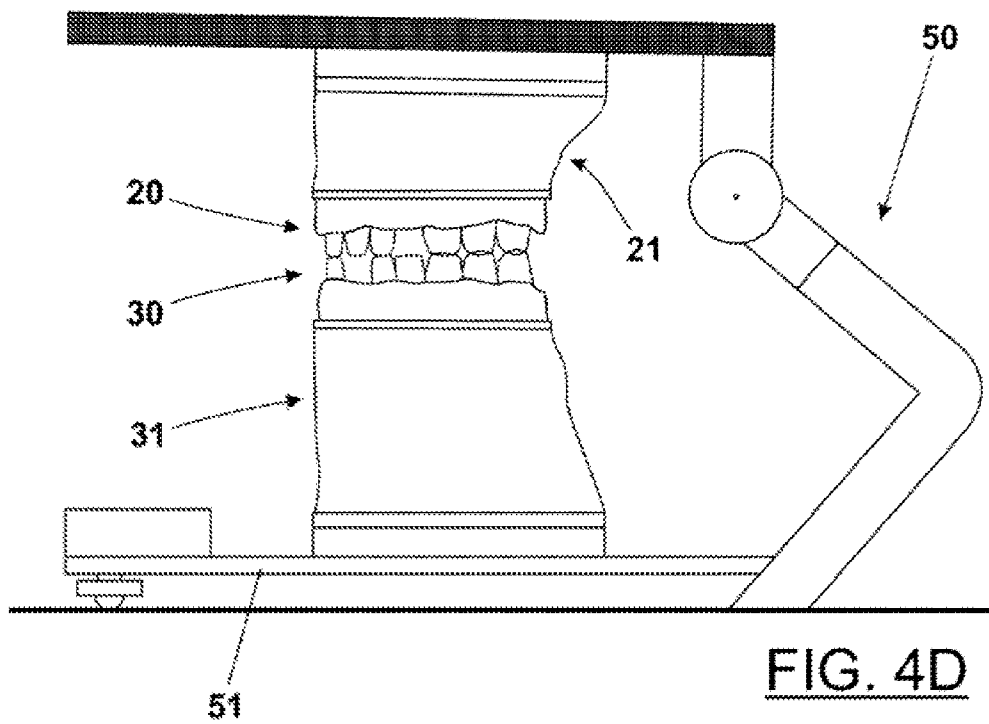
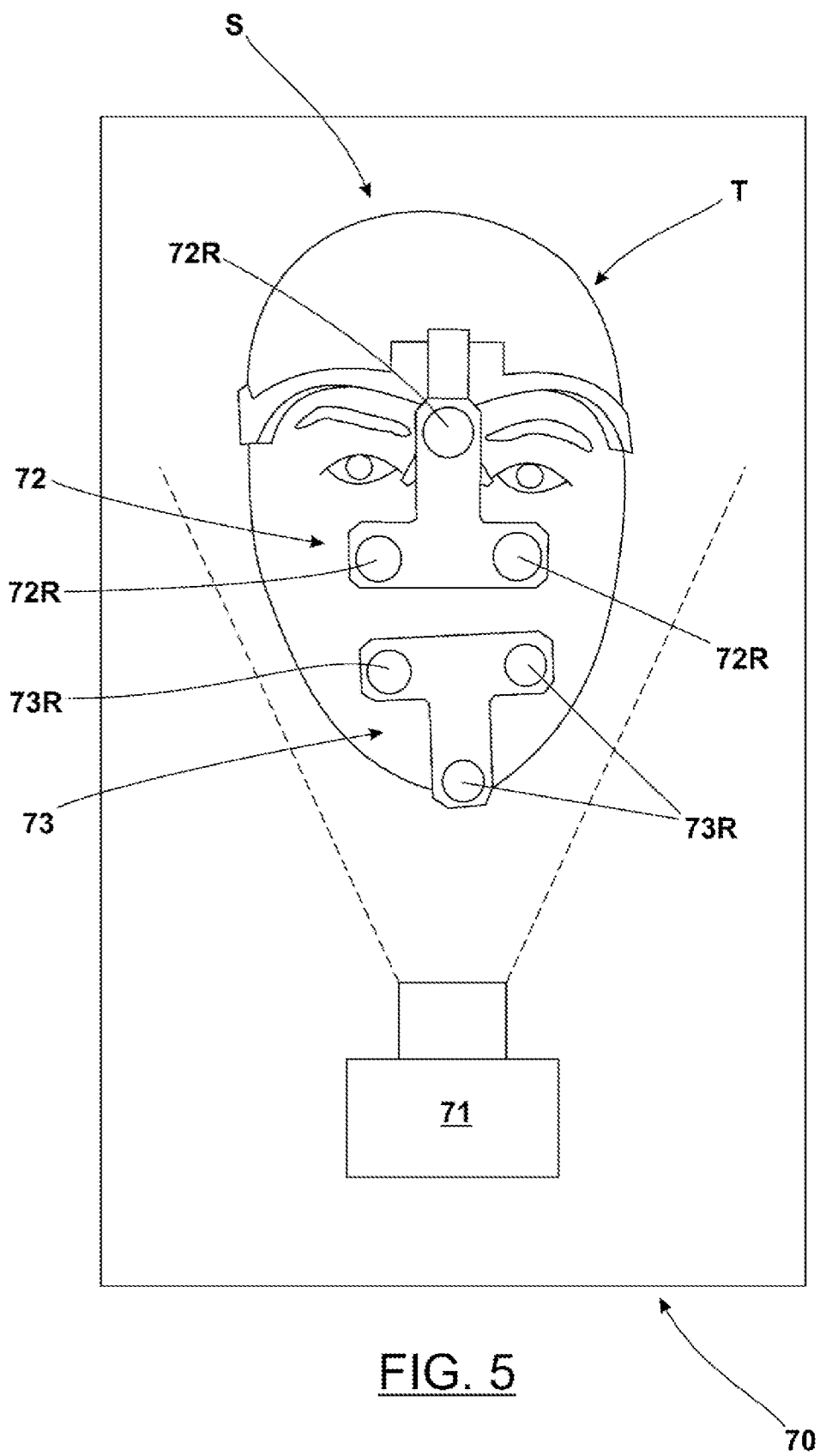
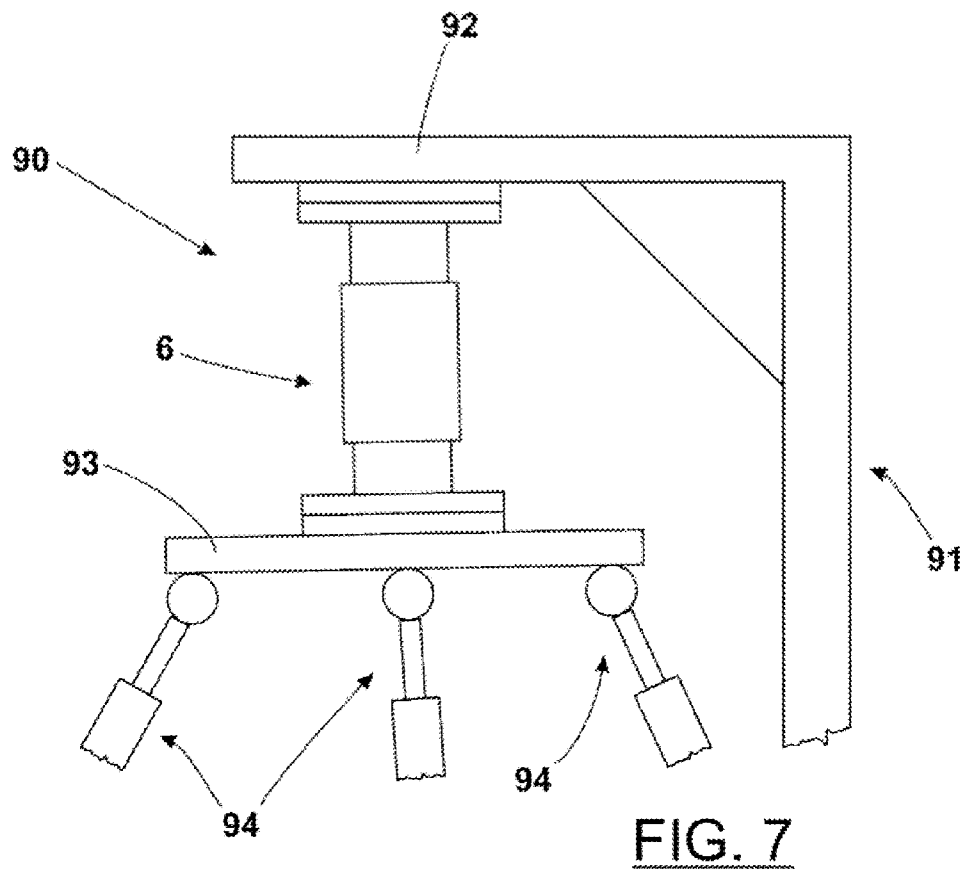
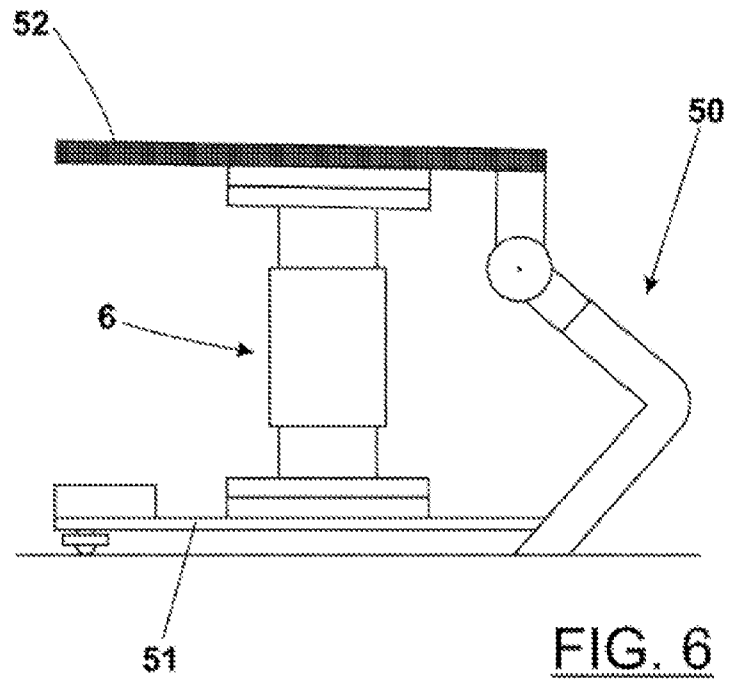


FIG. 4D





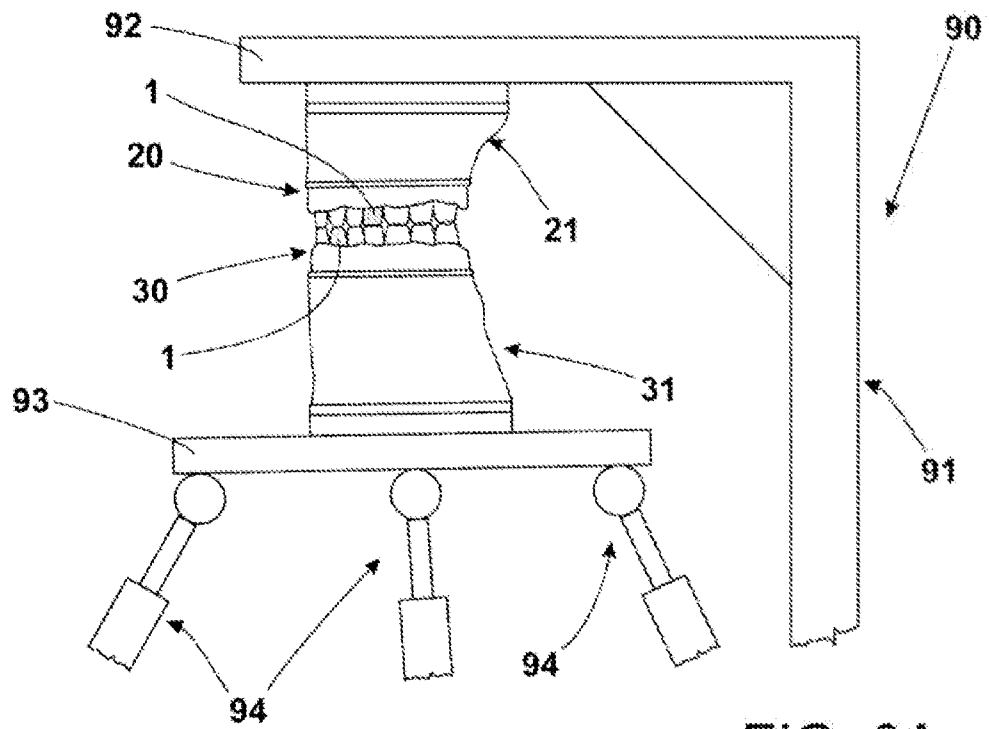


FIG. 8A

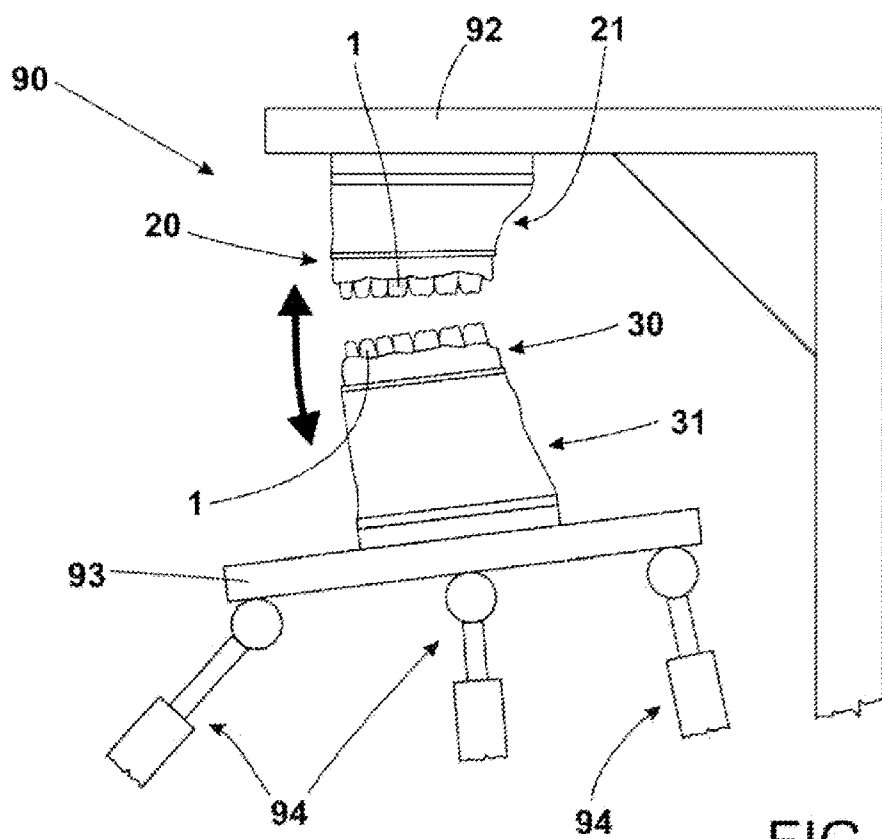


FIG. 8B