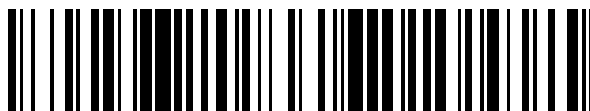


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 749**

51 Int. Cl.:

A61C 7/28 (2006.01)

A61C 7/14 (2006.01)

A61C 19/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2008 E 08872537 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2229123**

54 Título: **Procedimiento de diseño optimizado de un aparato de ortodoncia personalizado con elementos de sujeción estándares**

30 Prioridad:

13.12.2007 FR 0708683

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

15.04.2016

73 Titular/es:

**DENTSPLY INTERNATIONAL (100.0%)
Susquehanna Commerce Center, 211 West
Philadelphia Street
York PA 17405-0872, US**

72 Inventor/es:

JULIE, DANIEL

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 566 749 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).

Procedimiento de diseño optimizado de un aparato de ortodoncia personalizado con elementos de sujeción estándares

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención tiene como objetivo el diseño de un aparato de ortodoncia. Aquí, el término diseño debe tomarse en su acepción estricta, es decir como referencia a la formación de un nuevo objeto, tanto in abstracto como materialmente.
- 10 Con el objeto de situar la invención, cabe recordar que la ortodoncia u ortopedia dentofacial es una especialidad dental que tiene como objetivo corregir las malas posiciones de los dientes y de las mandíbulas con el fin de optimizar la oclusión dental.
- 15 Esta mala posición de origen y que hay que corregir se denomina malposición. El posicionamiento corregido de estos dientes se llama normocclusión.
- 20 Para obtener esta corrección con fines funcionales o estéticos, se ejercen fuerzas por el aparato sobre los dientes que provocan a la larga el desplazamiento de estos hacia la normocclusión. Aunque la misma sea más fácil en un paciente joven, la ortodoncia conoce un éxito creciente en los adultos.
- 25 Se obtienen las fuerzas que provocan la corrección de la malposición por aparatos o amovibles (el paciente puede quitar su aparato durante el día por ejemplo), o bien fijados permanentemente mientras dure el tratamiento.
- 30 La invención se refiere a los aparatos de ortodoncia fijos. Los aparatos mencionados relacionados con la invención son intrabucales.
- 35 Para cada mandíbula o arcada que hay que corregir, se prevé un aparato distinto (a veces, los aparatos de la arcada superior e inferior están conectados mecánicamente con fines terapéuticos). Por simplificación, se debate a continuación sobre la corrección de una sola arcada, aunque la invención se aplique de manera indiferente a la ortodoncia de una sola o de las dos mandíbulas de un paciente.
- 40 Generalmente, los aparatos de los que se trata aquí constan de uno o varios elementos de sujeción, comúnmente llamados "*brackets*" en inglés.
- 45 En el caso de la invención, estos elementos de sujeción están diseñados para fijarse rígidamente a los dientes que hay que corregir del paciente. Si se efectúa esta fijación por adhesión (por ejemplo, por cementado) a los dientes de un conjunto de elementos de sujeción preposicionados, se habla entonces de cementado indirecto o "*indirect bonding*" en inglés. Este es el caso de la invención.
- 50 Dentro del tipo de aparato mencionado ahora, los elementos de sujeción están conectados entre sí por uno o varios dispositivos, en general en forma alámbrica. Estos dispositivos se llaman aquí arcos, cualesquiera que sean su estructura y formas efectivas. Los mismos recurren a las propiedades de memoria de forma de los materiales que los constituyen, ya que están en el origen de las fuerzas correctoras aplicadas a los dientes por medio de los elementos de sujeción.
- 55 Según si se efectúa la ubicación de fijación de los elementos de sujeción en la cara externa o interna de los dientes del paciente, se habla respectivamente de aparato vestibular o lingual. Los ejemplos mencionados aquí están diseñados para la ortodoncia lingual.
- 60 En general, el tratamiento de un paciente por ortodoncia implica dos categorías de profesionales. Primero, el especialista (en general un cirujano dental) que examina al paciente, establece un diagnóstico y un tratamiento de corrección. Después, el especialista recoge la información y los materiales útiles, tales como un moldeado de huella de la mandíbula en malposición.
- 65 Según lo prescrito por el especialista, el aparato se diseña en general (todo o en parte al menos) por un protésico de laboratorio. Luego, se entrega el aparato realizado por el protésico según la prescripción al especialista prescriptor, que se encarga en caso necesario de la realización de los últimos constituyentes del aparato, tales como los arcos. Después, el mismo procede a la colocación del aparato terminado en el paciente.
- 70 En la actualidad, la técnica lingual más conocida se nombra C.L.A.S.S. System. Los fundamentos de esta técnica se describen, por ejemplo, en el documento "*Lingual orthodontics - Course syllabus* (Ortodoncia lingual - soporte de clase)" del doctor Craven Kurz, y publicado por Ormco Corporation en 1989 (con la referencia: Ormco Part N°. 070-5069).

Cabe citar a esta altura otros documentos de la técnica anterior, relativos al campo de la ortodoncia.

5 El documento de los Estados Unidos US4337037 describe un aparato fijo de ortodoncia lingual para la arcada maxilar. Una pluralidad de tubos y elementos de sujeción de metal o plástico que están previstos para cementarse a las superficies linguales de los dientes cuya posición hay que corregir. Estos elementos de sujeción están conectados por un arco (en inglés "arch wire"). Poseen cada uno una garganta apta para recibir el arco de tratamiento.

10 El documento de los Estados Unidos US6612143 describe un robot de plegado automatizado de arcos de aparatos de ortodoncia. Se pilotan herramientas de plegado y de enganche en función de datos digitales. Unas modelizaciones digitales matriciales definen a partir de modelos digitales de la dentición equipada con elementos de sujeción, las formas que hay que dar al arco.

15 El documento de los Estados Unidos US6776614 describe un sistema modular para aparato de ortodoncia a medida. En vez de emplear elementos de sujeción existentes, este documento propone la elaboración industrial de elementos de sujeción y de un arco, realizándose completamente los primeros por unidades, por prototipado, después por moldeado en función de las necesidades del paciente, tales como las traduce un programa de ordenador. En caso necesario, unos amolados o cortes con láser complementarios del moldeado permiten ajustar las formas de los elementos de sujeción y arcos realizados de este modo.

20 El documento WO2007120920 describe la producción de modelos digitales de dientes de pacientes para fabricar férulas finales sin arco, que corresponden a la posición corregida y férulas sin arco de tratamiento intermedio.

25 Se ve que los documentos recientes tienden a encontrar alternativas a la técnica C.L.A.S.S. System, o con aparatos amovibles de tipos férulas termoconformadas, o bien con implantes de metal. O bien también realizando por unidades y a medida el conjunto del aparato de ortodoncia, incluidos los elementos de sujeción y arcos.

30 El documento WO2009056776 describe una técnica de ortodoncia tal como un arco de ortodoncia permite proporcionar una posición corregida a unos dientes. Para llevar cada diente a su posición corregida, se transmite un esfuerzo por medio de un elemento de sujeción, de una pieza intermedia y de una base. Este documento prevé la formación por un método digital, individualmente, de un conjunto formado por una base, un elemento de sujeción y por una parte intermedia.

35 El documento FAFI ROMANO, SCOTT A. HUGE et al.: "*Lingal orthodontics*" 1 de enero de 1998 (1998-01-01), B.C. DECKER INC, Canadá, XP009104763 describe un procedimiento de diseño de un aparato de ortodoncia con al menos dos elementos de sujeción diseñados para las caras linguales de dientes anteriores, y un arco de conexión de estos elementos de sujeción. Este documento no describe ninguna representación digital de una maqueta, ni la localización desde esta representación, de un plano de paso de gargantas. Este documento tampoco describe elementos de sujeción producidos por homotecia, ni ningún modelo de galga anterior fabricada por ordenador.

40 El documento DICK WEICHMANN et al.: "*Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment*" describe el empleo de la fusión informática de dos procedimientos de fabricación y posicionamiento de elementos de sujeción de ortodoncia, para su adaptación al paciente.

45 El documento de los Estados Unidos US2004219473 describe un aparato de ortodoncia con superficies de conexión perfiladas. El posicionamiento en la boca del paciente de este aparato de ortodoncia puede calcularse por ordenador. Pueden emplearse programas de análisis del aparato de ortodoncia y de la dentición del paciente. Se describen unas líneas de lápiz 32 en una maqueta física.

50 El documento de los Estados Unidos US2003152884 describe la producción asistida por ordenador de un aparato de ortodoncia a medida, cuyo cada elemento de sujeción posee una forma definida en función de la dentición del paciente. Se forma un arco a medida, y se ilustra con diversas curvaturas variadas.

55 Por su parte, la invención tiene como objetivo preservar en la medida de lo posible los conocimientos de los especialistas, en concreto recurriendo a elementos de sujeción usuales, mejorando al mismo tiempo, por una parte, el trabajo en laboratorio y, por otra parte, las prestaciones suministradas al especialista, en concreto en términos de precisión de los aparatos y de plazo de entrega.

60 Con la técnica C.L.A.S.S. System en la que se basa la invención, se fabrica una maqueta de simulación de tratamiento llamada "Set up" en lengua inglesa, con dientes en la normoclusión prevista al final del tratamiento.

Se eligen galgas de sostén provisional de elementos de sujeción de entre una colección de galgas disponibles, luego se unen a un paralelizador.

Se verá que la elección de estas galgas es primordial. En laboratorio, la colección de entre la que se efectúa esta elección solo consta de algunas galgas, de las que cada una corresponde a una curvatura común de una implantación local de dientes.

- 5 En concreto, para la galga anterior, la elección supone seleccionar la que mejor se ciñe al perfil de las caras linguales de los incisivos.

Este es, por otra parte, uno de los principales inconvenientes de la técnica actual, que la invención palió.

- 10 En efecto, no solo se efectúa esta elección visualmente por el técnico protésico, lo que puede ser fuente de imprecisiones diversas. Si no que, además, la gama que ofrece la colección es, en general, bastante limitada.

- 15 De hecho, durante el montaje de los elementos de sujeción en las caras linguales de la malposición, es común que se mantenga un espacio que puede alcanzar más de 2 mm entre el elemento de sujeción y la cara lingual correspondiente. Ahora bien, se busca en la práctica que este espacio sea lo más pequeño posible, con el objeto de limitar las imprecisiones.

- 20 En laboratorio, este espacio se llena con un tapón de calce, a menudo en forma de una aportación de cemento. El objetivo es permitir al especialista trabajar con un arco cuya curvatura es uniformemente curvilínea.

Además, al constar esta elección de fases visuales y manuales, puede generar errores de posicionamiento.

- 25 Ya se entiende que el trazado del arco que hay que obtener debe corresponder lo mejor posible al recorrido lineal mencionado anteriormente.

- 30 Para ello, se realiza en laboratorio una fotocopia de la maqueta de simulación equipada con los elementos de sujeción, después se traspone el trazado visible sobre la fotocopia para dibujar el arco diseñado para el paciente. El dibujo obtenido servirá de modelo al especialista ortodoncista para confeccionar físicamente el arco diseñado para el paciente a partir de un hilo que posee las propiedades necesarias.

Esto puede ser igualmente fuente de errores y de imprecisiones no deseables.

- 35 Además, los tiempos de realización de las diferentes etapas que desembocan en un aparato listo para la colocación, son relativamente largos debido a su complejidad. Mientras que implican el recurso a un técnico protésico altamente cualificado para su realización, lo que una vez más aumenta los costes.

La invención tiene como objetivo por tanto paliar estos inconvenientes en concreto.

- 40 Para ello, un primer objeto de la invención tiene como objetivo un procedimiento de diseño de un aparato de ortodoncia definido por la reivindicación 1, en concreto. El aparato es del tipo que consta de al menos dos elementos de sujeción previstos para fijarse rígidamente a caras linguales de dientes anteriores cuya posición hay que corregir, y de un arco al que están conectados estos elementos de sujeción; comprendiendo este procedimiento las etapas que prevén realizar una cartografía de la dentición que hay que corregir, después a partir de esta cartografía, producir una maqueta de simulación de una posición corregida de la dentición; eligiéndose los elementos de sujeción dentro de un catálogo de elementos de sujeción listos para colocarse, y que poseen cada uno una garganta de anclaje diseñada para recibir el arco.

- 50 Según un ejemplo, tras la realización de la cartografía así como la maqueta de simulación, se operan a partir de una representación digital de la maqueta, la localización en alzado de un plano de paso de las gargantas de anclaje, plano cuya orientación se prescribe, así como la búsqueda de una curvatura optimizada; se montan entonces los elementos de sujeción virtualmente con sus gargantas de acuerdo con la curvatura optimizada; se produce entonces un perfil del arco por homotecia de la curvatura en el plano de paso localizado, en función de un espesor útil de los elementos de sujeción en el fondo de garganta; después, se diseña un modelo de galga anterior con el perfil de arco producido por homotecia, antes de que se fabrique físicamente esta galga anterior por producción asistida por ordenador, a partir de este modelo.

Según realizaciones de la invención, la cartografía así como la maqueta de simulación son virtuales, es decir, realizadas de manera digital.

- 60 El procedimiento en cuestión es tal que a veces la etapa de realización de la cartografía consta de una fase de captura in vivo y/o a partir de un modelo físico, tal como moldeado, de la o de las arcadas que hay que tratar, por ejemplo, con la ayuda de una estación de radiografía y/o de un digitalizador 3D controlado por un programa de diseño asistido por ordenador.

Este procedimiento es a veces tal que la etapa de realización de la cartografía consta de una fase de individualización de los dientes de la arcada, por ejemplo, con la atribución de un punto de referencia propio para cada diente implicado en el tratamiento.

5 Según una realización de este procedimiento, se opera la fase de localización del plano de paso de las gargantas en alzado en la representación digital de la maqueta, primero por determinación de tres puntos de cruce de las caras linguales de los dientes en función del espacio necesario de los elementos de sujeción, así como de los esfuerzos que estos elementos de sujeción están llamados a ejercer sobre estos dientes, después por construcción de un plano de paso secante a estos puntos de cruce.

10 Según unas implementaciones de este procedimiento, se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura optimizada en el plano de paso, a partir de una biblioteca de curvas con simetría anteroposterior y según las que puede conformarse uniformemente el material del arco del aparato, por ejemplo, siendo estas curvas arcos de funciones del segundo grado, tales como círculo, elipse, cadeneta, es decir, velar o análogos; llegando a contactar la curvatura elegida con las caras linguales de la representación de la maqueta por al menos tres puntos medianeros a estas caras.

15 En una implementación del procedimiento, se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura optimizada a partir de la exportación de datos, por ejemplo, en forma de fichero que corresponde a la representación digital de la maqueta hacia un sistema de diseño asistido por ordenador, después por el anclaje en modo proyección en el plano de paso, primero de dos puntos de extremo de la curvatura optimizada, por ejemplo, próximos a dientes anteriores, tales como los colmillos, después, de un punto de cúspide próximo a -incluso sobre- el eje de simetría anteroposterior de la arcada.

20 Según una realización de este procedimiento, la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción se efectúa a partir de datos propios de cada elemento de sujeción que definen al menos la disposición relativa del fondo de garganta de anclaje y de la cara anterior de montaje de este elemento de sujeción en su cara lingual de destino; permitiendo este montaje definir la orientación alrededor de un segmento de recepción de la curvatura del elemento de sujeción colocado y, por tanto, el espesor útil de este elemento de sujeción.

25 En una realización, se opera la etapa de producción del perfil de arco a partir de la elección de un tipo de hilo de tratamiento en términos de propiedades de su material constitutivo, de sus dimensiones y de su modo de configuración, por homotecia de relación de reducción con la construcción de un punto apartado posteriormente según el eje de simetría anteroposterior a una distancia sustancialmente igual al espesor útil de un elemento de sujeción anterior. Esta etapa se opera con la ayuda de un sistema de diseño asistido por ordenador.

30 Según un modo de realización, la etapa de producción del perfil de arco consta de la integración posteriormente a la ubicación de elementos de sujeción anteriores, de uno a tres sectores lineales empalmados con el arco, a ambos lados del plano de simetría anteroposterior. Por ejemplo, se extienden estos sectores lineales enfrentados y en contacto con representaciones digitales de dientes anteriores.

35 Según unas realizaciones, este procedimiento consta tras la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción de acuerdo con la curvatura optimizada, de una fase de unión estática de los datos propios de estos elementos de sujeción con los que se determinan la etapa de producción para el perfil de arco, después, una fase de ajuste fino, eventualmente incremental, de su situación con relación a la representación digital de la maqueta, en concreto por desplazamiento en alzado principalmente por subida, incluso en ingresión según el eje de simetría anteroposterior. Por ejemplo, la fase de ajuste fino opera un desplazamiento del orden de 0,3 a 0,4 mm.

40 Según un ejemplo de la invención, se obtiene la etapa de diseño de la galga frontal reproduciendo la parte anterior del perfil de arco con una dimensión radial próxima en sus extremos distales que es sustancialmente idéntica a la dimensión equivalente de las gargantas de los elementos de sujeción correspondientes. Por ejemplo, esta dimensión es del orden de 0,18 a 0,22 pulgadas, es decir, 0,045 a 0,055 mm. Además, se conectan unos medios de fijación compatibles con un paralelizador o análogos al perfil de arco.

45 Según una implementación, la etapa de diseño de galga consta de la inserción de un marcado, tal como orificio pasante y/o de un orientador, tal como saliente complementario, enfrentado a la ubicación de al menos uno, incluso de cada elemento de sujeción que hay que montar en una galga determinada; en concreto, en una galga fabricada por mecanizado, se realiza un orientador en saliente complementario por sobremoldeado apto para ceñirse a unas formas del elemento de sujeción, por ejemplo, este orientador sobremoldeado se extiende a ambos lados del plano de paso, incluso atraviesa un orificio de la galga procedente de mecanizado.

50 En una realización, se opera la etapa de fabricación de la galga frontal por moldeado y/o mecanizado asistido por ordenador, por ejemplo, reproduciendo el perfil de arco con la ayuda de una estación de prototipado 3D por moldeado y/o de un centro de mecanizado con control digital.

Otro objeto de la invención es un equipo apto para implementar el procedimiento expuesto anteriormente, definido por la reivindicación 15.

5 La invención se expone en detalle en la descripción que sigue, y se refiere a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un paciente del que se determina una cartografía de la dentición para un tratamiento de ortodoncia;
- 10 - la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva que muestra una huella o moldeado de cartografía de una arcada dental que debe ser objeto de un tratamiento de ortodoncia, estando un punto de referencia unitario acoplado en el moldeado de dientes, con el objeto de permitir su individualización y ulteriormente su recolocación dentro de una maqueta de simulación o "set up";
- 15 - la figura 3 es una vista esquemática de un detalle de una maqueta de simulación, a partir de la que se extrae una representación digital de la arcada en cuestión después de que los dientes que lo necesitan se hayan recolocado en la posición que la ortodoncia tiene como objetivo;
- la figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de una representación digital según la invención de cartografía de una arcada dental, en la que puede apreciarse en trazo doble grueso y discontinuo, un plano de paso en curso de localización previa;
- 20 - la figura 5 es una vista en plano desde arriba de una representación digital de arcada en la que puede apreciarse una curvatura optimizada de construcción, así como un trazado homotético que definen conjuntamente un hilo de tratamiento simétrico con respecto a un eje anteroposterior de esta arcada, poseyendo este hilo posteriormente a un perfil de arco conforme a la invención, unos sectores posteriores rectilíneos enfrentados a los premolares y molares;
- 25 - la figura 6 es una vista lateral de alzado de un diente equipado con un aparato de ortodoncia con elemento de sujeción fijado por un calzo de cemento, y que ilustra los fondos de garganta, la intersección con el plano de paso y, por tanto, el espesor útil del elemento de sujeción;
- 30 - la figura 7 es una semivista similar a la figura 5 que muestra el montaje virtual de los elementos de sujeción de un aparato en curso de diseño según la invención, durante una fase de ajuste fino por desplazamiento del conjunto elementos de sujeción-hilo de tratamiento con respecto a la representación digital de la arcada;
- 35 - la figura 8 es una vista esquemática en plano desde arriba de un juego de galgas fabricadas según la invención para una arcada superior, con una galga anterior compatible con un paralelizador y cuatro galgas posterolaterales estándar; constando la galga anterior de unos orificios y orientadores de colocación de los elementos de sujeción correspondientes;
- 40 - la figura 9 es una vista esquemática en perspectiva que ilustra un moldeado de diente revestido con una carcasa de toma de sujeción para la trasposición conjunta (elemento de sujeción y carcasa) en un moldeado de malposición;
- 45 - la figura 10 es similar a la figura 7, y muestra un juego de elementos de sujeción traspuestos en un moldeado en malposición y eliminación de las carcasas de toma de resina; y
- 50 - la figura 11 es una vista esquemática en plano desde abajo de una férula de trasposición de silicona, diseñada para permitir a un especialista el cementado indirecto del conjunto de los elementos de sujeción que agrupa en las caras linguales de dientes de un paciente.

En algunas de las figuras, se aprecian unos ejes de referencia X, Y y Z. Estos ejes definen un punto de referencia ortonormalizado en función del que se describen los diferentes constituyentes de la invención en su contexto.

55 De este modo, el eje X se denomina anteroposterior. Coincide a menudo con un eje de simetría de las arcadas dentales o conjuntos de ortodoncia.

A partir de este eje anteroposterior X, una dirección Y transversal alcanza dientes similares, por ejemplo, los dos colmillos superiores a ambos lados de una arcada determinada.

60 Finalmente, el eje Z se denomina de alzado, y es perpendicular a los dos ejes X e Y anteriores. Este eje Z define las partes superior e inferior de los objetos mencionados aquí.

Con referencia a estas figuras, y con el fin de aclarar lo anterior, cabe volver brevemente a la técnica C.L.A.S.S.

System en la que se basa la invención.

Según esta técnica, las etapas clásicas que desembocan en la colocación de un aparato 1 (representado sucintamente en las figuras 6 o 7) de ortodoncia lingual fijo por cementado indirecto, se desarrollan sintéticamente como sigue. Como se ha visto, un aparato 1 de este tipo consta de una pluralidad de elementos de sujeción o "brackets" 2, y de un arco 3 de forma alámbrica que conecta entre sí los elementos de sujeción 2.

Previamente, un especialista establece el diagnóstico de una ortodoncia para un paciente 4, tal como el que puede apreciarse en la figura 1.

Entonces, se toma por el especialista un moldeado de cada arcada 5 (superior) y 6 (inferior) que hay que corregir, tal como el que se representa con 7 en la figura 2. Igualmente, este mismo obtiene, en general, una radiografía, y cada vez más a menudo una reproducción digital de esta arcada 5 o 6.

Cabe destacar que en la actualidad, estos clichés o reproducciones se usan exclusivamente por los especialistas, con fines diagnósticos. En cuanto a su uso por los protésicos de laboratorio, se limita muy a menudo a un complemento de visualización. Se ha visto que unas industrias fabrican elementos de sujeción y arcos completamente a medida a partir de reproducciones similares.

Por simplificación, se habla aquí de cartografía ya sea una huella material generalmente de yeso (moldeado 7), o una reproducción en forma de imagen digital de una arcada 5 o 6. Una cartografía inicial representa, por tanto, la malposición de los dientes del paciente 4.

Como se ha visto anteriormente, el especialista transmite al laboratorio la prescripción y la cartografía para la fabricación del aparato 1.

En el laboratorio, se realizan dos moldeados 7 de la arcada en caso necesario, en general, de yeso. Uno de estos moldeados 7 se acopla a continuación con un paralelizador 8 (representado sucintamente en la figura 2), que sirve de zócalo de referencia.

Con referencia a las figuras 2 y 3, se aprecia que cada diente 9 que debe estar implicado en el tratamiento está dotado entonces de un punto de referencia 10 propio (con respecto al paralelizador 8), apto para definir en las tres dimensiones X, Y y Z del espacio su posición inicial (después, en caso necesario, una posición postratamiento).

Igualmente, se elige un elemento de sujeción 2 apropiado por catálogo (y según los hábitos del especialista) para cada diente 9 cuya posición hay que corregir.

Como se ilustra en la figura 3, se realiza físicamente una maqueta 11 de simulación de tratamiento (o al menos de una etapa próxima del mismo) en una etapa posterior.

Como se ha visto, esta maqueta 11 es la que se llama "Set Up". En ella los dientes 9 cuya posición hay que corregir están en posición procedente del tratamiento (p. ej., normoclusión).

Clásicamente, esta maqueta 11 consta de un soporte 12 (aquí una parte inferior del moldeado 7 de yeso), los dientes 9 cuya posición hay que corregir (en general, también procedentes del mismo moldeado 7). Se interpone una capa 13 de material con propiedades plásticas, tal como cera dental (por ejemplo, una cera que hay que modelar, como la propuesta por Prodont-Holliger con la denominación SV Prima-Hiver) entre soporte 12 y los dientes 9.

Interviene en este momento una etapa de elección de una primera galga de sostén de elementos de sujeción de entre una colección de galgas disponibles. Se eligen también otras galgas denominadas secundarias antes de unirse al paralelizador. Solo se representan en la figura 8, unas galgas 14, 15, 16 conformes a la invención.

Independientemente de que se trate de la invención o de las técnicas clásicas, la primera galga 14 es importante, ya que se trata de la galga anterior diseñada para el sostén de los elementos de sujeción 2 de ortodoncia de los dientes anteriores del paciente 4, es decir, de los incisivos y/o colmillos.

Las galgas 15 y 16 secundarias están dedicadas a los premolares y/o molares. Según los casos, una galga secundaria está dedicada exclusivamente a un premolar o a los molares. A veces, una misma galga secundaria está dedicada conjuntamente a dos (incluso tres) grupos de dientes, por ejemplo, colmillo y premolar (más molares).

De este modo, según el aparato 1 que hay que realizar, están implicadas de tres a siete galgas. Además de la primera galga 14, son casi sistemáticamente necesarias dos galgas 15 laterales o secundarias.

Sea cual sea su posición, cada galga 14-16 consta, por una parte, de una ranura exterior 17, de forma

complementaria de una garganta de anclaje 180 de cada elemento de sujeción 2.

Es esta misma garganta 180 de anclaje la que recibirá el arco 3 que ejercerá las fuerzas transmitidas a los dientes 9 por los elementos de sujeción 2 en el aparato 1 finalizado.

5 En el lado opuesto de la ranura 17, es decir, en la parte anterior o interior de una galga 14-16, esta última (14-16) consta de unos medios 19 de fijación al paralelizador 8.

10 Para la primera galga 14, por ejemplo, la ranura 17 es anterior y los medios 19 de fijación posteriores. Estos medios 19 son frecuentemente unos simples taladros (como en la figura 8) a través de los que pasarán conjuntos (esquematizados con 20) de apriete, por ejemplo, por tornillo-tuerca.

15 Como aparte, cabe recordar para la buena forma que las caras linguales (designadas con 21 en la figura 2), están opuestas a las caras vestibulares (designadas con 22 en la figura 2).

Cabe volver ahora a la elección de la primera galga 14, que es primordial En la práctica, la colección de entre la que se efectúa esta elección solo consta de algunas galgas (14) de las que cada una corresponde a una curvatura común de la implantación de los incisivos de pacientes 4.

20 Por perspectivas sucesivas y en función de su experiencia, el protésico de laboratorio busca entre la colección limitada de la que dispone, la galga 14 que le parece mejor adaptada.

25 Más precisamente, esta elección consiste en la selección visual de la galga 14 cuya curvatura de la ranura 17 externa cumple el número más elevado de puntos de contacto con la cara anterior (lingual) de los incisivos en cuestión. Dicho de otra manera, se elige como primera galga 14 la que se ciñe mejor al perfil de las caras linguales de los incisivos. Esto puede ser fuente de imprecisiones diversas.

30 De hecho, es común que se mantenga un espacio que puede alcanzar más de 2 mm entre la cara anterior de montaje (designada con 423 en las figuras 6 y 9) del elemento de sujeción 2 y la cara 21 lingual del incisivo correspondiente.

Ahora bien, en la práctica se busca que este espacio sea lo más pequeño posible, con el objeto de limitar las imprecisiones o los errores de posicionamiento.

35 Una vez efectuada la elección de la primera galga 14, se eligen a su vez las otras galgas (15-16 por ejemplo) en función del aparato 1 que hay que realizar.

40 Cuando están elegidas todas las galgas (14-16), estas se fijan sobre el paralelizador 8. Después de lo cual se montan físicamente el conjunto de los elementos de sujeción 2 necesarios en las galgas 14-16 correspondientes y se aproximan a la maqueta 11 de simulación. Esto hace que aparezca el espacio mencionado anteriormente.

45 En este momento, se revisten en particular las caras linguales 21 de los moldeados de dientes 9 de la maqueta 11 de simulación con una fina capa de producto antiadhesivo. Este producto es a menudo hidrosoluble, con el objeto de facilitar la separación ulterior, y se emplea, por ejemplo, un barniz de la marca Ivoclar.

Entonces, se llena el espacio entre la cara lingual 21 y la cara anterior 423 de montaje del elemento de sujeción 2 enfrentado en su galga 14 con un tapón 23 de calce (que puede apreciarse en la figura 6).

50 Este tapón 23 es a menudo en forma de una aportación de cementado. El objetivo es permitir al especialista trabajar durante la colocación del aparato 1, con un arco 3 cuya curvatura es uniforme.

Comúnmente, se trata de un adhesivo en forma de resina polimerizable a los UV (Ultra-violetas) y que contiene monómeros acrilatos, como por ejemplo el cemento 3M Unitek Transbond TX. A veces, se emplean otros cementos, por ejemplo, polimerizables sin exposición a los UV.

55 Se procede de la misma manera para el conjunto de las galgas 14-16 del aparato 1.

60 Por consiguiente, los fondos de cada una de las gargantas 180 de anclaje de los elementos de sujeción 2 deberían definir un recorrido lineal. Debido a espacios entre caras linguales 21 y caras anteriores de montaje en concreto, este trazado no siempre es suficientemente regular con la técnica clásica.

Este recorrido lineal consta de un tramo central curvilíneo enfrentado a los incisivos, y de uno o varios tramos contiguos a ambos lados posteriormente del tramo curvilíneo. Dibuja un recorrido unitario, siendo de una sola pieza en general el propio arco 3 final que resulta de ello.

Aunque la figura 5 muestre los trazados de estos diferentes tramos tales como se definen según la invención y no según las técnicas convencionales, esta figura permite representarse su configuración y forma.

- 5 En la figura 5, el arco 3 procedente del recorrido lineal consta por ambos lados de un tramo 24 curvilíneo anterior, de dos tramos posteriores 25 y 26. El primer tramo 25 se extiende contra las caras linguales (21) de los premolares y primeros molares, y (hacia atrás) el segundo tramo 26 enfrenteado a las caras linguales de molares anteriores. Por ambos lados transversalmente del eje de simetría anteroposterior (en general coincidente con el eje X en las figuras), el arco 3 posee por tanto una parte lateral del tramo anterior 24, empalmado sucesivamente con un tramo posterior 25 intermedio y un tramo posterior 26 de extremo.

Entre los tramos 24 y 25, así como entre los tramos 25 y 26, el arco presenta un desnivel 27 y 28 (respectivamente) en cada lado del eje X. En cada uno de estos desniveles 27 y 28, el arco dibuja una forma en "Z" que puede apreciarse bien en la figura 5.

- 15 Independientemente de que se trate de arcos 3 convencionales o conformes a la invención, se encuentran sustancialmente estas formas, aunque varíen según las prescripciones. Y también según las necesidades de apoyos, ya que los elementos de sujeción 2 fijados a los dientes 9 posteriores tienen a veces como función servir de apoyo estable, siendo entonces solo unos dientes 9 anteriores los que hay que desplazar gracias al aparato 1.

- 20 En este momento, la técnica convencional desemboca entonces en las etapas siguientes. Una vez unidos los elementos de sujeción 2 a la maqueta de simulación, se desmontan las galgas 14-16.

- 25 Ya se entiende que el trazado convencional del arco 3 que hay que obtener debe corresponder lo mejor posible al recorrido lineal mencionado anteriormente. Para ello, se realiza en la práctica una fotocopia de la maqueta 11 de simulación equipada con los elementos de sujeción 2, después se traspone el trazado convencional visible en esta fotocopia para dibujar el arco 3 diseñado para el paciente.

- 30 El dibujo obtenido servirá de modelo al especialista para confeccionar físicamente el arco 3 diseñado para el paciente 4, a partir de un hilo que posee las propiedades (memoria de forma en concreto) necesarias.

Con el objeto de facilitar el traslado de los elementos de sujeción 2 desde la maqueta 1 (*Set Up*) hacia los dientes 9 del moldeado 7 de malposición, pero igualmente para proteger estos conjuntos dientes 9/elementos de sujeción 2, se recubre -en parte- este conjunto con una carcasa 29 de protección ilustrada en la figura 9.

- 35 Estas carcasas 29 son aquí de resina. Se disponen inicialmente para recubrir por unidad cada diente 9 de la maqueta 11 que está provisto de un elemento de sujeción 2. Asimismo, se envuelven parcialmente la parte de estos elementos de sujeción 2 en contacto con la cara lingual 21 de los dientes 9, así como el tapón 23 de calce, con estas carcasas 29 de traslado.

- 40 En los ejemplos ilustrados, se emplean para estas carcasas 29 resinas de metacrilato de metilo fotopolimerizables o acrílico químicamente polimerizables. Este es el caso del producto Pattern Resin LS, de la compañía GC Dental.

- 45 Gracias al revestimiento antiadhesivo previamente depositado sobre los dientes 9 de la maqueta 11 antes de que se cementen en ellos elementos de sujeción 2, estos últimos (2) se desunen a continuación de la maqueta 11 conjuntamente con sus carcasas 29 de traslado.

- 50 Una vez liberados de la maqueta 11 de normoclusión, se disponen respectivamente los elementos de sujeción 2 recubiertos con las carcasas 29 sobre el diente 9 correspondiente de un moldeado 7 físico que representa la malposición (es decir, de la arcada 5 o 6 que hay que tratar del paciente 4 en su estado actual).

Aquí una vez más, convencionalmente se ha depositado con anterioridad un revestimiento antiadhesivo sobre el moldeado 7 de malposición, después en el cementado de los elementos de sujeción 2 con un producto adecuado, tal como los que se han mencionado.

- 55 Evidentemente, este cementado a la malposición se efectúa respetando el posicionamiento inicial de los elementos de sujeción 2 definido en la maqueta 11 de normoclusión, gracias a estas carcasas 29 de traslado.

Es en este momento cuando se procede al desmontaje de las carcasas 29 de los elementos de sujeción 2 dispuestas en el moldeado 7 de malposición.

- 60 Luego, convencionalmente, se produce luego una férula 30 de traslado (tal como la de la figura 11). La (30) de la figura 11 es de silicona (tal como Xantoprene y Optosil) y agrupa el conjunto de los elementos de sujeción 2. Consta igualmente de una huella 31 cóncava complementaria de la dentición actual (malposición) de la arcada (5 o 6) del paciente 4 en la que deben instalarse estos elementos de sujeción 2.

Es entonces cuando se procede a la limpieza de las carcasas 29, en general por microarenado. Se representa el resultado, por ejemplo, en la figura 10.

5 Se reconoce en este momento la técnica del cementado indirecto. La utilidad de esta férula 30 es, en efecto, permitir al especialista la trasposición y el cementado en una sola operación, de los elementos de sujeción 2 en los dientes de su paciente 4.

10 En paralelo, se confecciona el arco 3 correspondiente a partir de la fotocopia del trazado obtenido en la maqueta 11 en normoclusión de los dientes 9. En el momento del montaje en el paciente, el arco 3 está alejado de este trazado, lo que genera las fuerzas que tenderán a desplazar los dientes auténticos hacia la normoclusión.

15 Estando expuesta la técnica convencional, cabe describir ahora la invención. En lo que sigue, se designan los elementos equivalentes a los -convencionales- ya expuestos, con las mismas referencias.

20 Por tanto, la invención tiene como objetivo, al igual que la técnica C.L.A.S.S. system, en concreto un procedimiento de diseño de un aparato 1 de ortodoncia, del tipo que consta (al menos de dos, pero más a menudo de 10 a 14) de elementos de sujeción 2 previstos para fijarse rígidamente a unas caras 21 linguales de dientes 9 -en concreto anteriores- cuya malposición hay que corregir.

25 El aparato 1 obtenido con la invención posee igualmente un arco 3 al que están conectados estos elementos de sujeción 2.

30 Al igual que en las técnicas usuales, este procedimiento comprende las etapas que prevén realizar una cartografía 32 de la dentición que hay que corregir, como se ilustra en las figuras 1 a 4 en concreto.

Después, a partir de esta cartografía 32, producir una maqueta 11 de simulación de la normoclusión (posición corregida) de la dentición.

35 A diferencia de las alternativas recientes que proponen elementos de sujeción y arcos a medida producidos industrialmente, se eligen aquí los elementos de sujeción 2 dentro de un catálogo de elementos de sujeción 2 listos para colocarse, es decir, comunes. Pero es fácil con la invención integrar nuevos tipos de elementos de sujeción 2.

40 Evidentemente, cada uno de los elementos de sujeción 2 posee una garganta 180 de anclaje diseñada para recibir el arco 3, como se aprecia bien en las figuras 6 a 9.

45 Según la invención, tras la realización de la cartografía 32, así como de la maqueta 11 (*Set Up*), se operan a partir de una representación 33 (figura 4) digital de la maqueta 11, la localización en alzado (X) de un plano de paso 34 (figuras 4, 6 u 8) de las gargantas 180 de anclaje. Estas gargantas 180 tienen una orientación prescrita.

50 Esta localización del plano 34 tiene como objetivo colocar el mismo enfrente a partes de las caras linguales 21 que ofrecen las mejores condiciones de alojamiento para los elementos de sujeción 2 diseñados para cementarse a ellas.

55 Estas condiciones de alojamiento optimizadas integran, en concreto, la extensión de las superficies disponibles en estas caras 21 en relación con las de los elementos de sujeción 2.

60 También se toman en consideración para la localización, las formas (salientes y/o concavidades) de estas caras, con respecto a las posiciones y esfuerzos previstos para los elementos de sujeción 2.

Se verá más adelante que la figura 6 expone mejor la estructura de estos elementos de sujeción 2, y por tanto las necesidades de las caras 21 que deben recibirlos.

65 Cabe destacar aquí que según unas realizaciones, se realizan la cartografía 32 así como la maqueta 11 de simulación de manera digital. Dicho de otra manera, se evita la fabricación física en beneficio de una elaboración virtual en 3D tal como la de la figura 4.

70 En estos casos, la maqueta 11, la cartografía 32 y la representación 33 son todas digitales o virtuales, y podrían designarse por los mismos términos y referencias.

Se ha representado sucintamente en la figura 8 un equipo 35 apto para implementar la invención.

Este equipo 35 consta, para la producción virtual de la cartografía 32 y de la representación 33 (y eventualmente de la maqueta 11), de un sistema 36 digitalizador 3D con su programa dental, es decir, un sistema de diseño asistido

por ordenador (D.A.O).

Por ejemplo, el equipo 35 comprende una estación de tipo MultiDental propuesta por la sociedad Multistation SA (véase página web: <http://www.multistation.com>).

5 Para desembocar en la fabricación material de galgas 14 personalizadas en concreto, este equipo 35 consta igualmente de unos medios (37-38) de producción de piezas.

10 Tal es la función de una maquina 37 de prototipado rápido incluida en el equipo 35 y apta para producir por fotocopia 3D objetos de cera o análogos (y, luego, fabricar por moldeado de piezas metálicas, como se expone, por ejemplo, en el documento «Renfert Report 2007 - Ideas para la técnica dental », véase página web: <http://www.renfert.com>).

15 Además, este equipo 35 posee aquí una fresadora 38 con control digital con 5 ejes, optimizada para el mecanizado de precisión, y unos sistemas 39 de interfaz entre los componentes (36-38) del equipo 35 en concreto (conexiones, redes, periféricos, etc.).

20 De este modo, es posible con la invención fabricar galgas (14-16) a partir de flancos de chapa metálicos (mecanizados por la fresadora 38) o incluso a partir de moldeados (producidos por prototipado, después colada a través de la maquina 37). Como se verá, se obtienen algunas galgas (14-16) por moldeado y mecanizado.

Según la invención, la maquina 37, al igual que la fresadora 38, trabajan directamente a partir de un modelo digital procedente del digitalizador, es decir, generalmente a partir de la representación 33.

Según la invención, una vez localizado el plano 34 se procede a la búsqueda de una curvatura optimizada 40.

25 Según el procedimiento, se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura 40 optimizada en el plano 34 de paso, a partir de una biblioteca de curvas con simetría anteroposterior.

30 Evidentemente, la búsqueda de esta curvatura 40 toma en cuenta el material previsto para el arco 3 del aparato 1, y en particular, el hecho de que debe conformarse uniformemente este arco 3.

Por ejemplo, las curvas 40 de la biblioteca son sectores o arcos geométricos de funciones del segundo grado, tales como círculo, elipse, cadeneta, es decir, velar o análogos.

35 La curvatura 40 elegida llega a contactar con las caras 21 linguales de la representación 33 de la maqueta 11 por al menos tres puntos (P1, P2 y P3, figura 5).

40 En una implementación del procedimiento, se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura 40 optimizada a partir de la exportación de datos, por ejemplo, en forma de fichero que corresponde a la representación 33 digital de la maqueta 11 hacia un sistema de diseño asistido por ordenador dentro del equipo 35.

Luego, la fase de búsqueda efectúa el anclaje en modo proyección en el plano 34 de paso, primero de dos puntos P1 y P3 de extremo de la curvatura 40 (en la figura 5 próximos a dientes 9 anteriores, tales como los colmillos).

45 Luego, se opera la colocación virtual del punto P2 de cúspide, próximo a -incluso sobre- el eje X de simetría anteroposterior de la arcada (5 o 6).

El sistema de DAO atribuye entonces una curvatura óptima procedente de su biblioteca, que pasa por los puntos P1-P3 y que se ciñe perfectamente a las caras 21.

50 Dicho esto, cabe fijarse en la figura 6 con el objeto de describir mejor la estructura de un elemento de sujeción 2.

55 De ahora en adelante, se entiende que el equipo 35 dispondrá en memoria de una cartografía 3D de estos elementos de sujeción 2 -pudiendo evidentemente la misma actualizarse fácilmente, por ejemplo, en función de nuevos modelos de elementos de sujeción 2 que el especialista desee emplear-.

Una estructura de sujeción 2 de este tipo consta, como se ha visto, de una garganta 180 que en la figura 6 se extiende sustancialmente según la dirección Y transversal, ya que el diente 9 sobre el que este elemento de sujeción 2 fijado por el tapón 23, es un incisivo.

60 Se aprecia bien en la figura 6 que el plano de paso 34 está a la misma altura según la dirección de alzado X que, por una parte (anteriormente), la curvatura 40 optimizada que se nombrará a veces también hilo de construcción.

Por otra parte (es decir, posteriormente), el arco 3 a veces nombrado hilo de tratamiento se encuentra en un plano

que coincide con el plano 34 de paso, evidentemente.

Es en este plano 34, y sustancialmente en ángulo recto con respecto a la orientación longitudinal local de estos curvatura 40 y arco 3, que se define un valor 41 denominado espesor útil del elemento de sujeción 2.

5 De hecho, este espesor útil 41 define la distancia entre la curvatura 40 y el perfil del arco 3 (aquí según la dirección anteroposterior X). Lo (41) impone el fabricante del elemento de sujeción 2, lo que distingue la invención de las técnicas industriales en las que, generalmente, se ajusta esta cota para cada par elemento de sujeción-paciente, es decir, a medida.

10 Antes de pasar a la continuación del procedimiento, cabe destacar a la vista de la figura 6 que el elemento de sujeción 2 posee una parte inferior 42 denominada base de sujeción, que sirve, por una parte (en alzado), de soporte para la estructura que rodea la garganta 180, así como para una o varias pinzas 43 (que pueden apreciarse también en la figura 7).

15 Con la invención, y según las preferencias o limitaciones impuestas al especialista, las gargantas 180 en las que se alojará y retendrá el arco 3, son de tipo autoligante o que hay que ligar tras inserción definitiva del arco 3. Esto constituye también una de las ventajas de la invención, que como se ve ofrece una multitud de posibilidades al especialista y al protésico de laboratorio.

20 Es contra una cara 423 inferior de esta base 42 de sujeción donde se dispone el tapón 23, del que se destaca la finura, comparado con las dimensiones mencionadas para los cementados convencionales.

25 De hecho, con la invención el tapón 23 encuentra una función inicial de fijación, y minimiza la que las técnicas usuales le habían añadido (es decir, de calzo de recuperación de juego entre la cara 423 del elemento de sujeción 2 y la cara 21 de un diente 9 al que hay que poner el aparato).

30 Por tanto, una vez definidos el plano 34 de paso y la curvatura 40 optimizada, es fácil calcular en función del espesor útil 41 de cada elemento de sujeción 2, la ubicación de destino de estos últimos (2).

Aquí igualmente, es posible que unos procesos incrementales procedan al ajuste fino de las elecciones efectuadas para el plano 34 de paso y la curvatura 40 optimizada.

35 Luego, se montan virtualmente los elementos de sujeción 2 con sus gargantas 180 de acuerdo con la curvatura 40 optimizada.

A partir de esta fase, entonces es fácil producir un perfil 300 (figura 5) del arco 3, por homotecia de la curvatura 40 en el plano 34 de paso localizado.

40 Esto se ilustra esquemáticamente por la flecha 44 en la figura 5, que tiende a acercar la curvatura 40 al interior de la arcada (5 o 6) que hay que tratar, y ello a una distancia que es función del espesor 41 útil (que integra él mismo el diámetro del arco 3 final que hay que emplear).

45 Dicho de otra manera, se produce este perfil de arco 3 en función del espesor 41 útil de los elementos de sujeción 2 en el fondo de garganta 180. Este perfil de arco 3 permite diseñar la ranura 17 de recepción de los elementos de sujeción 2.

Después, se diseña un modelo 45 virtual de la galga 14 anterior, como se ilustra en la figura 8.

50 Este modelo 45 integra el perfil de arco 3 producido por homotecia anteriormente, y es una representación digital o virtual en 3D de una galga 14 que hay que producir físicamente. Son los datos propios de este modelo 45 los que se transmiten al equipo 35 para producir físicamente las galgas necesarias (14-16).

55 Aunque un modelo 45 de este tipo presenta puntos comunes con las galgas clásicas, se entiende que una de sus particularidades que se desprenden de la invención, es la forma "personalizada" de la ranura 17 que debe recibir para su traslado, los elementos de sujeción 2.

Este modelo 45 va a permitir luego que se fabrique físicamente una galga 14 anterior por producción asistida por ordenador, por ejemplo, con la ayuda del equipo 35.

60 Cabe volver brevemente a la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción 2, que se efectúa evidentemente a partir de datos propios de cada elemento de sujeción 2.

Estos datos propios definen al menos la disposición relativa del fondo de la garganta 180 de anclaje y de la cara

anterior 423 (es decir, inferior e integrada a la base 42) de montaje de este elemento de sujeción 2 sobre la cara 21 lingual de destino.

5 Permitiendo este montaje definir la orientación alrededor de un segmento de recepción de la curvatura 40 del elemento de sujeción 2 colocado y, por tanto, del espesor 41 útil de este elemento de sujeción 2.

En una realización, se opera la etapa de producción del perfil del arco 3 a partir de la elección de un tipo de hilo de tratamiento en términos de propiedades de su material constitutivo, de sus dimensiones (en concreto diámetro), así como de su modo de configuración.

10 La homotecia 44 implementada por el equipo 35 en los ejemplos es una homotecia de relación de reducción, con la construcción de un punto P2 apartado posteriormente según el eje X de simetría anteroposterior, a una distancia sustancialmente igual al espesor 41 útil de un elemento de sujeción 2 anterior. Se opera esta etapa aquí con la ayuda de un sistema de diseño asistido por ordenador del equipo 35.

15 Según el modo de realización de las figuras 5 y 8, la etapa de producción del perfil del arco 3 consta de la integración en una ubicación posterior a los elementos de sujeción 2 anteriores, de los dos sectores 25 y 26 lineales empalmados (a través de los desniveles 27 y 28) con el arco 3, a ambos lados del plano de simetría anteroposterior.

20 Aquí, se extienden estos sectores lineales 25 y 26 enfrentados a y en contacto con representaciones digitales de dientes 9 posteriores.

El procedimiento de la invención consta en unas implementaciones, tras la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción 2 de acuerdo con la curvatura 40 optimizada, de una fase de unión estática de los datos propios de estos elementos de sujeción 2 con los que se determinan en la etapa de producción, para el perfil del arco 3.

25 Además, en unas implementaciones se prevé una fase de ajuste fino, eventualmente incremental, de la situación de estos elementos de sujeción 2 en relación con la representación 33 digital de la maqueta 11.

30 Una fase de ajuste fino de este tipo consta aquí en concreto de un desplazamiento virtual relativo de los elementos de sujeción 2 que lo necesitan, en alzado (Z) principalmente. Es decir, que se opera una subida relativa de estos elementos de sujeción 2 (de unas cuantas décimas de milímetros como máximo, en general), incluso un desplazamiento virtual en ingresión según el eje X de simetría anteroposterior.

35 En la práctica, a veces es más sencillo desde un punto de vista de cálculo, que sea mejor la representación 33 la que se baje con respecto al conjunto complejo que consta de los elementos de sujeción 2.

Por ejemplo, la fase de ajuste fino opera un desplazamiento del orden de 0,3 a 0,4 mm.

40 Según unas implementaciones de la invención, se obtiene la etapa de diseño de la galga 14 frontal reproduciendo la parte anterior del perfil del arco 3 con una dimensión radial próxima a sus extremos distales (próximas a los dientes 9 posteriores) que es sustancialmente idéntica a la dimensión equivalente de las gargantas 180 de los elementos de sujeción 2 correspondientes.

45 Por ejemplo, esta dimensión es del orden de 0,18 a 0,22 pulgadas, es decir, del orden de 0,045 a 0,055 mm.

Al fijarse en la figura 8, se aprecia que las galgas 14 a 16 de la invención poseen clásicamente unos medios 19 de fijación compatibles con un paralelizador 180 o análogos. Al formar cada galga 14 a 16 in fine una pieza unitaria, estos medios 19 están unidos por tanto físicamente al perfil del arco 3.

50 En la implementación de la figura 8, se aprecia que la etapa de diseño de galga 14 en concreto, consta de la inserción de un marcado 46.

55 Aquí, estos marcados 46 son en forma de orificios pasantes, que hay que distinguir debido a su función de los simples taladros 20 de los medios 19.

Aún en la figura 8, los marcados 46 poseen a veces un orientador 47, gracias al que no solo se guía el posicionamiento de los elementos de sujeción 2, sino que permite igualmente asegurarse de que se disponga el buen elemento de sujeción 2 sobre la ranura 17 en la ubicación prevista.

60 Estos orientadores 47 poseen cada uno al menos un saliente complementario de formas específicas del elemento de sujeción 2 correspondiente.

En la galga 14 de la figura 8, que se fabrica por mecanizado (aquí con la ayuda de una fresadora 38 con control

ES 2 566 749 T3

digital del equipo 35), se realiza este orientador 47 saliente complementario por sobremoldeado de materia a ambos lados en alzado (Z) de las caras principales (es decir, del plano 34 según las direcciones X-Y) de la galga 14.

5 En este ejemplo, el orientador 47 posee un pozo colado que se extiende a ambos lados de un orificio de la galga 14, y asegura la coherencia material de las dos partes (inferior y superior) de sobremoldeados del orientador 47.

En otras realizaciones, unos orientadores 47 proceden directamente de mecanizado o de moldeo (respectivamente por los medios 37 o 38), conjuntamente con el cuerpo de la galga 14 a 16 que los recibe.

10 Evidentemente, cada orientador 47 es apto para ceñirse a unas formas del elemento de sujeción 22, por ejemplo, este orientador sobremoldeado que se extiende a ambos lados del plano de paso, incluso que atraviesa un orificio de la galga procedente de mecanizado.

15 Según unas realizaciones, no se prevé ningún orientador 47 enfrentado a la ubicación de al menos uno, incluso de todos los elementos de sujeción 2 que hay que montar en la galga 14-16 determinada.

La invención no se limita sin embargo a los modos de realización expuestos. Al contrario, comprende todos los equivalentes de las características descritas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de diseño de un aparato (1) de ortodoncia del tipo que consta de al menos dos elementos de sujeción (2) previstos para fijarse rígidamente a unas caras (21) linguales de dientes (9) anteriores cuya posición hay que corregir, y de un arco (3) al que están conectados estos elementos de sujeción (2); comprendiendo este procedimiento las etapas que prevén realizar una cartografía (32) de la dentición que hay que corregir; después a partir de esta cartografía (32), producir una maqueta (11) de simulación de una posición corregida de la dentición; eligiéndose los elementos de sujeción (2) dentro de un catálogo de elementos de sujeción (2) listos para colocarse, y que poseen cada uno una garganta (180) de anclaje diseñada para recibir el arco (3);
- 5 que corregir, y de un arco (3) al que están conectados estos elementos de sujeción (2); comprendiendo este procedimiento las etapas que prevén realizar una cartografía (32) de la dentición que hay que corregir; después a partir de esta cartografía (32), producir una maqueta (11) de simulación de una posición corregida de la dentición; eligiéndose los elementos de sujeción (2) dentro de un catálogo de elementos de sujeción (2) listos para colocarse, y que poseen cada uno una garganta (180) de anclaje diseñada para recibir el arco (3);
- 10 **caracterizado por que** tras la realización de la cartografía (32) así como la maqueta (11), se operan a partir de una representación digital de la maqueta (11), la localización en alzado de un plano (34) de paso de las gargantas (180) de orientación prescrita; así como la búsqueda de una curvatura (40) optimizada; montándose entonces virtualmente los elementos de sujeción (2) listos para colocarse con sus gargantas (180) de acuerdo con la curvatura (40); produciéndose entonces un perfil del arco (3) por homotecia (44) de la curvatura (40) en el plano (34) localizada;
- 15 en función de un espesor (41) útil de los elementos de sujeción (2) listos para colocarse en el fondo de garganta; después se diseña un modelo de galga (14) anterior con el perfil de arco (3) producido por homotecia, antes de que se fabrique físicamente esta galga (14) por producción asistida por ordenador, a partir de este modelo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- 20 **caracterizado por que** se realizan la cartografía (32) así como la maqueta de simulación de manera digital.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2,
- 25 **caracterizado por que** la etapa de realización de la cartografía (32) consta de una fase de captura in vivo y/o a partir de un modelo físico tal como moldeado, de la o de las arcadas (5-6) que hay que tratar, realizándose la etapa de realización de la cartografía (32) con la ayuda de una estación de radiografía y/o de un digitalizador 3D (36) controlado por un programa de diseño asistido por ordenador.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
- 30 **caracterizado por que** la etapa de realización de la cartografía (32) consta de una fase de individualización de los dientes (9) de la arcada (5-6), realizándose la etapa de realización de la cartografía (32) con la atribución de un punto de referencia (10) propio para cada diente (9) implicado en el tratamiento.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
- 35 **caracterizado por que** la fase de localización del plano (34) de paso de las gargantas (180) en alzado en la representación digital de la maqueta (11), se opera primero por determinación de tres puntos (P1-P2-P3) de cruce de caras (21) linguales de los dientes (9) en función del espacio necesario de los elementos de sujeción (2) listos para colocarse, así como de los esfuerzos que estos elementos de sujeción (2) están llamados a ejercer sobre estos dientes (9), después por construcción de un plano (34) secante a estos puntos (P1-P2-P3).
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5,
- caracterizado por que** se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura (40) en el plano (34), a partir de una biblioteca de curvas con simetría anteroposterior y según las que puede conformarse uniformemente el material del arco (3) del aparato (1), estas curvas constan de arcos de funciones del segundo grado velares o análogos; llegando a contactar la curvatura (40) elegida con las caras (21) linguales de la representación de la maqueta (11) por al menos tres puntos medianeros a estas caras (21).
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6,
- caracterizado por que** se efectúa la fase de búsqueda de la curvatura (40) optimizada a partir de la exportación de datos, por ejemplo, en forma de fichero que corresponde a la representación digital de la maqueta (11) hacia un sistema de diseño asistido por ordenador, después por el anclaje en modo proyección en el plano (34) de paso, primero de dos puntos (P1-P3) de extremo de la curvatura (40), después de un punto (P2) de cúspide próximo a, incluso sobre el eje (X) de simetría anteroposterior de la arcada (5-6).
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,
- caracterizado por que** se efectúa la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción (2) a partir de datos propios para cada elemento de sujeción (2) listo para colocarse que definen al menos la disposición relativa del fondo de garganta (180) y de la cara anterior (423) de base (42) de montaje de este elemento de sujeción (2) sobre su cara (21) lingual de destino; permitiendo este montaje definir la orientación alrededor de un segmento de recepción de la curvatura (40) del elemento de sujeción (2) listo para colocarse y, por tanto, para localizar el espesor (41) útil de este elemento de sujeción (41).
- 55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8,
- caracterizado por que** se opera la etapa de producción del perfil de arco (3) a partir de la elección de un tipo de hilo de tratamiento en términos de propiedades de su material constitutivo, de sus dimensiones y de su configuración,
- 60

por homotecia (44) de relación de reducción con la construcción de un punto (P2) apartado posteriormente según el eje (X) de simetría anteroposterior a una distancia sustancialmente igual al espesor (41) útil de un elemento de sujeción (2) anterior listo para colocarse; esta etapa se opera con la ayuda de un sistema de diseño asistido por ordenador.

5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,
caracterizado por que la etapa de producción del perfil de arco (3) consta de la integración posteriormente a la ubicación de elementos de sujeción (2) anteriores listos para colocarse, de uno a tres sectores lineales (25-26) empalmados con el arco (3), a ambos lados del plano de simetría anteroposterior.

10 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10,
caracterizado por que consta tras la etapa de montaje virtual de los elementos de sujeción (2) listos para colocarse de acuerdo con la curvatura (40), de una fase de unión estática de los datos propios de estos elementos de sujeción (2) listos para colocarse con los que se determinan en la etapa de producción para el perfil de arco (3), después una fase de ajuste fino, eventualmente incremental, de su situación con relación a la representación digital de la maqueta (11), en concreto por desplazamiento en alzado (Z) principalmente por subida, incluso en ingresión según el eje (X) de simetría anteroposterior.

15 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11,
caracterizado por que se obtiene la etapa de diseño de la galga (14) frontal reproduciendo la parte anterior del perfil de arco (3) con una dimensión radial próxima en sus extremos distales (P1-P3) que es sustancialmente idéntica a la dimensión equivalente de las gargantas (180) correspondientes.

25 30. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12,
caracterizado por que la etapa de diseño de galga (14-16) consta de la inserción de un marcado (46), tal como orificio pasante y/o de un orientador (47), tal como saliente complementario, enfrentado a la ubicación de al menos uno, incluso de cada elemento de sujeción (2) listo para colocarse que hay que montar en una galga (14-16) determinada; en una galga fabricada por mecanizado, se realiza un orientador (47) saliente complementario por sobremoldeado apto para ceñirse a unas formas del elemento de sujeción (2) listo para colocarse; este orientador sobremoldeado se extiende a ambos lados del plano (34) de paso o atraviesa un orificio (46) de la galga (14-16) procedente de mecanizado.

35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13,
caracterizado por que se opera la etapa de fabricación de la galga (14) frontal por moldeado (37) y/o mecanizado (38) asistido por ordenador, reproduciendo el perfil de arco (3) con la ayuda de una estación de prototipado 3D por moldeado y/o de un centro de mecanizado con control digital.

40 45. Equipo (35) de laboratorio de ortodoncia para la implementación del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14,
caracterizado por que este (35) consta de un sistema (36) digitalizador de diseño asistido por ordenador, en concreto para las etapas de localización de un plano de paso y para el diseño de la curvatura del perfil de arco, siendo este equipo (35) apto para permitir la obtención de un aparato (1) de ortodoncia tal que unos fondos de cada una de las gargantas (180) de anclaje de elementos de sujeción (2) listos para colocarse del aparato (1) de ortodoncia definen un recorrido o trazado por sectores o arcos geométricos.

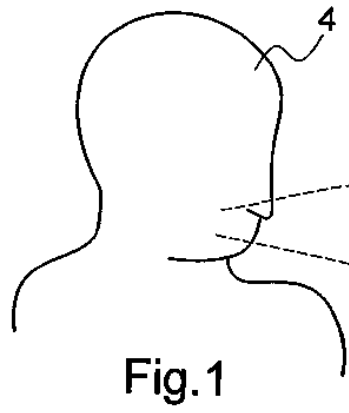


Fig. 1

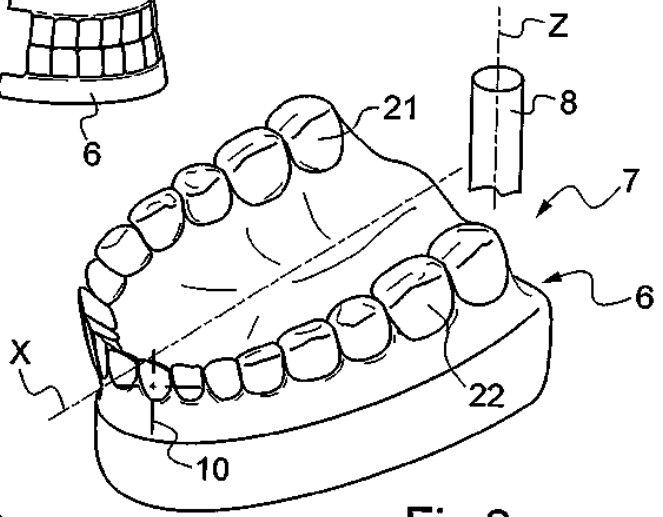


Fig. 2

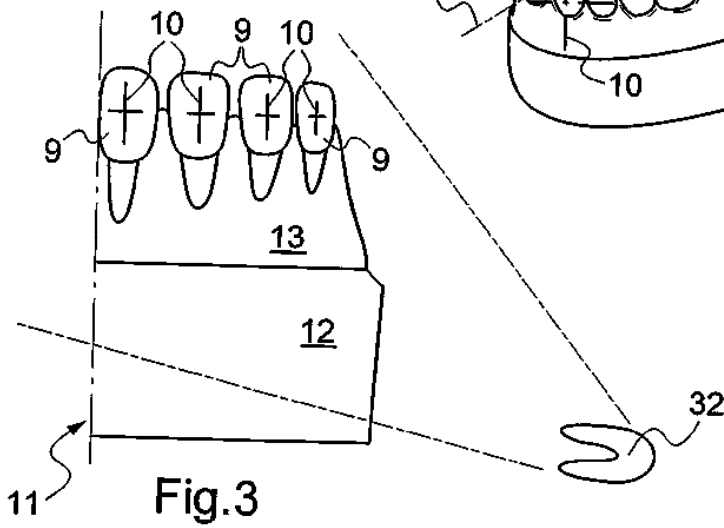


Fig. 3

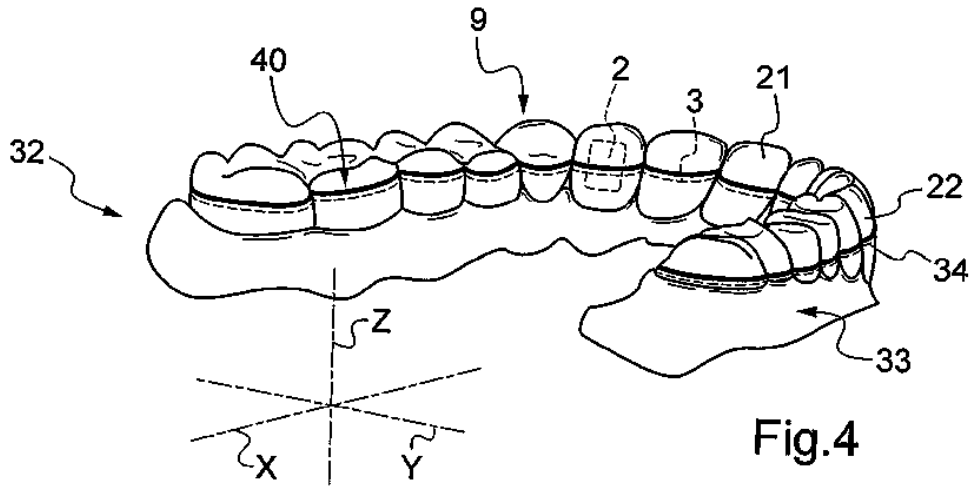


Fig. 4

