

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 491**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61C 19/00** (2006.01)

**A61B 19/00** (2006.01)

**A61C 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02800394 .5**

96 Fecha de presentación: **01.10.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1441641**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2004**

54 Título: **MÉTODO Y APARATO PARA LA FABRICACIÓN DE FÉRULAS QUIRÚRGICAS ORTOGNÁTICAS.**

30 Prioridad:  
**03.10.2001 US 970139**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2011**

73 Titular/es:  
**BOARD OF REGENTS, THE UNIVERSITY OF TEXAS SYSTEM  
201 WEST 71TH STREET  
AUSTIN, TX 78701, US**

72 Inventor/es:  
**GATENO, Jaime;  
TEICHGRAEBER, John, F. y  
XIA, James**

74 Agente: **Martín Santos, Victoria Sofia**

ES 2 369 491 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 y aparato para la fabricación de férulas quirúrgicas ortognáticas

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a equipos y a métodos para la fabricación de férulas quirúrgicas ortognáticas y a una técnica relacionada para la creación de un modelo de cráneo compuesto computarizado, útil en la planificación de diagnósticos y tratamientos.

10

Antecedentes de la invención

15 Tradicionalmente, en la planificación de una cirugía ortognática se combinan varios métodos de diagnóstico antes de trazar el plan quirúrgico final. Se toman a mano medidas antropométricas del paciente en exámenes clínicos. Se analizan radiografías cefalométricas con medidas angulares y lineales. Se evalúan las estéticas faciales a través de inspecciones visuales directas y de fotografías. Se utilizan convencionalmente modelos dentales en escayola para analizar la dentición del paciente. Pueden utilizarse técnicas de formación de imágenes de vídeo para evaluar los movimientos resultantes de la cirugía y predecir los cambios en los tejidos blandos. La combinación de todos estos métodos de diagnóstico permite a los facultativos planificar los movimientos quirúrgicos de las mandíbulas y los dientes de los pacientes en todas las dimensiones.

20 Tal y como se ha indicado anteriormente, de manera convencional se utilizan modelos dentales en escayola para reproducir los dientes de los pacientes. Dado que los modelos dentales en escayola no tienen un soporte óseo, estos modelos tienen un valor limitado ya que los facultativos no pueden visualizar las estructuras óseas circundantes, las cuales son fundamentales en el tratamiento de deformidades craneomaxilofaciales complejas. En la figura 1 se muestra un modelo dental en escayola tradicional montado sobre unos articuladores.

25 No obstante, en el quirófano sí se utilizan férulas quirúrgicas fabricadas a partir de modelos dentales en escayola para transferir el plan de tratamiento al paciente. La férula acrílica delgada contiene indentaciones de los bordes incisales y de las cúspides de los dientes y, convenientemente, permite el posicionamiento correcto de la mandíbula superior respecto a la mandíbula inferior. Normalmente se utilizan férulas intermedias para colocar un maxilar osteotomizado en una mandíbula sin cortar y se utilizan férulas finales para alinear la mandíbula respecto al maxilar recolocado. El problema sigue siendo que las férulas fabricadas a partir de modelos dentales en escayola no colocan correctamente las mandíbulas respecto al resto de la estructura del cráneo.

30 Los facultativos han intentado crear modelos físicos de cráneos representativos tanto de la estructura ósea como de la dentición del paciente. Varios investigadores han intentado incorporar modelos dentales en escayola a modelos físicos estereolitográficos fresados de cráneos, tal y como se indica en un artículo publicado en la Journal of Oral Maxillofacial Surgery, volumen 77, página 662. El modelo físico de un cráneo con un modelo dental en escayola montado sobre articuladores puede costar 2 000 dólares estadounidenses o más. -. En otras muchas publicaciones se ha planteado la creación de modelos físicos de cráneos compuestos. Dado que todos estos métodos se basan en la creación de modelos físicos, el elevado coste y la limitada flexibilidad de los modelos han limitado enormemente su uso.

35 En la patente US 5823778 se describe un método para la fabricación de una restauración dental, que consiste en los pasos de obtener una impresión dental de un paciente, crear un molde de la dentición del paciente a partir de la impresión y generar después un modelo tridimensional computarizado de la dentición.

40 Las desventajas de las técnicas anteriores se solucionan con la presente invención, y más adelante se presentan métodos y aparatos mejorados para la fabricación de férulas quirúrgicas ortognáticas estereolitográficas a partir de modelos dentales digitales y para la combinación de modelos dentales digitales con modelos de tomografías computarizadas (TC) tridimensionales.

55

Resumen de la invención

Según un modo de realización preferente de la invención, un plan de tratamiento computarizado para cada paciente comprende la creación de una o más férulas quirúrgicas estereolitográficas. Estas férulas se generan con un ordenador y se fabrican digitalmente, por lo que son enormemente precisas. Según la presente invención, el diagnóstico, la planificación y simulación quirúrgicas y la fabricación de las férulas quirúrgicas puede realizarse utilizando un ordenador y una máquina SLA. Según esto, a los pacientes con deformidades

60

craneofaciales y maxilofaciales se les puede escanear para obtener datos de TC tridimensional y su dentición se puede escanear por láser. En un modelo de cráneo computarizado de una TC pueden realizarse osteotomías virtuales computarizadas y el plan de tratamiento puede transferirse al paciente a través de las férulas quirúrgicas intermedias y finales, que se generan por ordenador y que después se fabrican digitalmente. Las técnicas de la presente invención para la generación de férulas quirúrgicas pueden reemplazar a las técnicas de la cirugía tradicional basadas en modelos dentales en escayola, como ya se ha mencionado anteriormente.

En el modelo de cráneo compuesto computarizado de la presente invención se combinan los datos del modelo óseo de la TC tridimensional con los datos del modelo dental digital. El modelo de cráneo compuesto puede utilizarse para una visualización precisa durante la planificación del diagnóstico y del tratamiento. El modelo de cráneo compuesto computarizado puede utilizarse para generar un modelo estereolitográfico del esqueleto craneofacial y de la dentición del paciente, y para mejorar los resultados quirúrgicos en un menor tiempo operativo.

Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar un proceso mejorado para la formación de una férula quirúrgica que recibirá la dentición de un paciente y, de este modo, alinear correctamente tanto la mandíbula superior como la inferior respecto al cráneo del paciente. Puede generarse un modelo de tomografía computarizada tridimensional de la estructura ósea de la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente, y de al menos una porción del cráneo del paciente. También puede generarse un modelo dental digital computarizado de la dentición del paciente a través de una exploración superficial por láser. El modelo computarizado de la tomografía computarizada y el modelo dental digital computarizado se pueden combinar entonces para formar un modelo compuesto computarizado. Los dos modelos pueden alinearse utilizando marcadores fiduciaros. A continuación puede visualizarse el modelo compuesto y el facultativo puede recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto al cráneo del paciente para formar un modelo computarizado de la posición planeada. Con este modelo computarizado de la posición planeada, puede formarse una férula quirúrgica modelo computarizada. A continuación puede utilizarse la férula quirúrgica modelo computarizada para generar una férula quirúrgica física.

Una de las características de la presente invención es que el facultativo puede utilizar el modelo compuesto computarizado de distintas maneras como ayuda en el diagnóstico, planificación quirúrgica y simulación de los resultados quirúrgicos.

[0012] A significant feature of the present invention is that highly reliable positioning of the upper jaw and lower jaw relative to the skull is obtained using a surgical splint which is manufactured using a combination of the CT model data and the digital dental model data.

Una ventaja significativa de la presente invención es que pueden evitarse los elevados costes y la flexibilidad limitada de los modelos dentales en escayola y de los modelos de cráneo estereolitográficos.

Según un aspecto de la presente invención, se presenta un método para la formación de un modelo compuesto computarizado de la estructura ósea y de la dentición de un paciente, que consiste en:

- colocar varios marcadores fiduciaros respecto a una impresión de la dentición del paciente; generar un modelo computarizado de la tomografía computarizada tridimensional de la estructura ósea del paciente y los marcadores fiduciaros de la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente y de al menos una porción del cráneo del paciente;
- generar un modelo dental digital computarizado de la dentición del paciente y los marcadores fiduciaros;
- combinar el modelo computarizado de la tomografía computarizada con el modelo dental digital computarizado alineando los marcadores fiduciaros para crear un modelo compuesto computarizado; y visualizar el modelo compuesto computarizado.

Preferentemente, el método además consiste en recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente en el modelo compuesto computarizado para formar un modelo computarizado de la posición correcta.

Convenientemente, el método consiste además en utilizar el modelo computarizado de la posición deseada y en formar una férula quirúrgica modelo computarizada de la dentición del paciente.

Convenientemente, la formación de la férula quirúrgica modelo computarizada consiste en:  
generar una placa computarizada;

colocar la placa computarizada entre la dentición superior y la dentición inferior del modelo de la posición correcta computarizado y;  
formar la férula quirúrgica modelo computarizada imprimiendo la dentición en la placa computarizada.

- 5 Preferentemente, el modelo dental digital se forma mediante una exploración superficial por láser de la dentición del paciente.

Preferentemente se colocan al menos dos marcadores fiduciaros respecto a la región canina de la dentición del paciente y al menos otros dos marcadores fiduciaros respecto a la región molar de la dentición del paciente.

Según otro aspecto de la presente invención, se presenta una estación de trabajo para formar una férula quirúrgica para recibir la dentición de un paciente y así alinear tanto la mandíbula superior como la mandíbula inferior respecto al cráneo del paciente durante la operación quirúrgica, que comprende:

15

una máquina de tomografía computarizada tridimensional para generar un modelo de TC de la estructura ósea de la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente, y de al menos una porción del cráneo de este;

20 un escáner digital para generar un modelo dental digital computarizado de la dentición del paciente; un ordenador para combinar el modelo de TC computarizado y el modelo dental digital computarizado a base de alinear una serie de marcadores digitales correspondientes a varios marcadores fiduciaros colocados respecto a una impresión de la dentición del paciente para formar un modelo compuesto computarizado;

25 un mecanismo de introducción de comandos para recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente para formar un modelo computarizado de la posición deseada;

una pantalla para visualizar el modelo computarizado de la posición deseada y,  
una máquina de fabricación para la introducción de los datos del modelo computarizado de la posición deseada para fabricar una férula quirúrgica.

30

Preferentemente se incluyen al menos dos marcadores fiduciaros para colocarlos respecto a la región canina de la impresión de la dentición del paciente y al menos otros dos marcadores fiduciaros para colocarlos respecto a la región molar de la impresión de la dentición del paciente.

- 35 Convenientemente, el escáner digital genera el modelo dental digital computarizado mediante la exploración superficial por láser de la impresión de la dentición del paciente.

Para que la invención pueda ser comprendida con mayor facilidad, y con objeto de que puedan apreciarse otras características de la misma, ahora se describirá la invención, a través de ejemplos, haciendo referencia a los dibujos que la acompañan, en los que:

40

#### Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es una fotografía de un modelo dental en escayola tradicional montado sobre articuladores.

La figura 2 es una fotografía de una imagen de TC tridimensional.

La figura 3 es una fotografía de una serie de modelos dentales digitales con marcadores fiduciaros, que pueden colocarse según se muestra en la figura 4.

50 La figura 5 muestra un modelo de cráneo de una TC tridimensional con marcadores fiduciaros.

figura 6 muestra un modelo computarizado de cráneo compuesto.

La figura 7 es una ilustración del proceso de la presente invención para la fabricación de una férula quirúrgica.

La figura 8 es un organigrama más específico del proceso para la formación de una férula quirúrgica.

55 La figura 9 es una fotografía de una cubeta triple con cuatro miembros fiduciaros después de la toma de las impresiones dentales superior e inferior. '

La figura 10 muestra esquemáticamente los componentes principales de una estación de trabajo conforme a la presente invención.

- 60 Descripción detallada de los modos de realización de la invención preferentes

La presente invención incorpora un modelo dental digital en un modelo de TC tridimensional, obteniéndose así un modelo de cráneo compuesto computarizado que incluye tanto la información enormemente precisa sobre los huesos obtenida a través del proceso de TC como los datos precisos del modelo dental digital.

5 Los modelos de TC tridimensionales como el que se muestra en la figura 2 se han utilizado en la cirugía craneofacial y maxilofacial ya que las imágenes obtenidas mediante una TC proporcionan una representación excelente de la estructura ósea. Los escáneres de TC capturan imágenes capa por capa y los datos presentes entre las capas de imágenes se reconstruyen convencionalmente a través de algoritmos matemáticos. No obstante, una desventaja significativa de la TC es que no es capaz de representar los dientes con precisión.

10 La dispersión de la imagen de TC, como la que se muestra en la figura 2, puede deberse a la presencia de brackets metálicos de ortodoncia, empastes dentales o prótesis. Con la técnica de la presente invención se crea un modelo de cráneo compuesto tridimensional computarizado en el que quedan representadas tanto las perfectas estructuras óseas como las precisas estructuras dentales. Con la utilización de este modelo, puede mejorarse significativamente la planificación de diagnósticos y tratamientos.

Para formar el modelo de cráneo compuesto de la presente invención, pueden hacerse una serie de modelos dentales digitales de la dentición del paciente a la manera convencional como se muestra en la figura 3, pero añadiéndole unos marcadores fiduciaros 20. Los modelos dentales digitales se pueden colocar como se muestra en la figura 4. Los modelos dentales digitales se pueden obtener de una manera tradicional, mediante una exploración superficial por láser de las impresiones dentales. Los marcadores fiduciaros se pueden insertar en la cubeta radiolúcida de impresión dental de arco completo, tal y como se muestra en la figura 9. Pueden utilizarse bolas de titanio como marcadores fiduciaros adecuados. Puede utilizarse una cubeta triple para tomar impresiones simultáneas de los arcos maxilar y mandibular. En la cubeta pueden montarse cuatro marcadores fiduciaros, un par para la región canina izquierda y derecha y otro par para la región molar izquierda y derecha. Las impresiones dentales con los cuatro marcadores fiduciaros se pueden explorar con un escáner láser de superficies 3D para obtener el modelo dental digital. El modelo dental digital mantiene unas relaciones de oclusión altamente precisas. Puede tomarse un modelo óseo por TC tridimensional del esqueleto del mismo paciente con el mismo juego de marcadores fiduciaros, tal y como se muestra en la figura 5. El modelo de cráneo de la TC se construye a partir de la exploración por TC del cráneo. Mediante una programación computacional, los cuatro marcadores fiduciaros se pueden colocar en la misma posición tanto para los datos de la TC como para los datos del modelo dental digital. La alineación interactiva de los marcadores fiduciaros correspondientes proporciona así una alineación entre el modelo óseo y el modelo dental digital. A continuación pueden retirarse los marcadores fiduciaros para crear un compuesto preciso del modelo de cráneo 26, tal y como se muestra en la figura 6. Con la incorporación del modelo dental digital en el modelo de cráneo de la TC a través de la alineación de los marcadores fiduciaros, puede obtenerse un modelo de cráneo compuesto computarizado enormemente preciso. La información sobre el modelo dental digital se incorpora en el modelo óseo computarizado de la TC para representar de manera precisa tanto las estructuras óseas como los dientes. Mediante el establecimiento de la oclusión dental, se puede formular con precisión un plan quirúrgico computarizado y simular los resultados antes de la operación quirúrgica. La planificación del tratamiento con el modelo compuesto puede evitar la necesidad de tener que utilizar los tradicionales modelos dentales en escayola y ayudará al cirujano a reducir el tiempo operatorio y a mejorar los resultados quirúrgicos.

45 El modelo compuesto computarizado se puede visualizar para así poder recolocar selectivamente la mandíbula superior o la mandíbula inferior, o ambas, respecto al cráneo para crear un modelo computarizado de la posición planeada. Con el modelo computarizado, los cirujanos pueden mover y rotar los segmentos óseos a cualquier posición deseada. Teniendo presente que la mandíbula inferior "flota" respecto al cráneo y a la mandíbula superior, la mandíbula superior y la mandíbula inferior se pueden colocar en el modelo compuesto computarizado, de modo que las mandíbulas se junten con una alineación deseada de las mandíbulas y la dentición. Con el modelo computarizado de la posición planeada de las mandíbulas superior e inferior, puede formarse la férula dental para recibir los dientes. El modelo de cráneo compuesto computarizado puede utilizarse, por tanto, para generar un modelo estereolitográfico del esqueleto craneofacial y de la dentición del paciente. Las técnicas de la presente invención permiten utilizar un plan quirúrgico que incluye un modelo dental digital para establecer la oclusión y fabricar férulas quirúrgicas. Con la utilización del modelo de TC compuesto de la presente invención, se optimizará la planificación quirúrgica para producir el resultado quirúrgico deseado.

60 Una vez incorporado el modelo dental digital mostrado en la figura 4 en el modelo de TC mostrado en la figura 5 para producir el modelo compuesto computarizado 26 mostrado en la figura 6, puede generarse una placa tipo herradura computarizada 28 como se muestra en la figura 7. Esta placa puede colocarse entonces entre los arcos dentales maxilar y mandibular digitales del modelo de cráneo compuesto computarizado y la

mandíbula inferior se puede mover para indentar la placa tanto con los dientes superiores como con los inferiores. Tras una serie de operaciones booleanas para sustraer los dientes de la placa, se produce una férula dental digital 30. A continuación puede fabricarse una férula dental física 32 con la máquina SLA utilizando la férula dental digital 30 como modelo. De este modo se puede transferir el plan de tratamiento del ordenador al paciente para formar las dos férulas quirúrgicas intermedia y final generadas según las técnicas de la presente invención.

Para ensayar la precisión del modelo compuesto de la presente invención, se utilizó un cráneo totalmente vacío para generar un modelo compuesto del cráneo, tanto con los datos sobre los huesos de la TC como con los datos dentales digitales. En el modelo de cráneo computarizado se tomaron medidas tridimensionales entre los huesos y entre los dientes y del hueso al diente. Estas mismas medidas se tomaron manualmente en el cráneo vacío. Los resultados indican que el modelo compuesto computarizado no sólo representaba con total precisión las estructuras óseas de los datos de la TC, sino que también reproducía una dentición precisa de los modelos digitales.

La figura 8 es un diagrama esquemático de un proceso adecuado conforme a la presente invención para la fabricación de una férula quirúrgica. Como ya se ha dicho anteriormente, las impresiones de la dentición pueden realizarse tanto para los dientes superiores como para los inferiores utilizando una cubeta de impresión con marcadores fiduciarios asegurados a la cubeta. Utilizando la cubeta de impresión dental, puede obtenerse un modelo dental digital explorando con láser las impresiones dentales con los marcadores fiduciarios dispuestos en el lugar correcto. Utilizando la misma cubeta dental y con los marcadores fiduciarios dispuestos en el lugar correcto puede realizarse una exploración por TC del paciente para crear un modelo óseo de la TC del esqueleto craneofacial con los marcadores fiduciarios dispuestos en el lugar correcto. El modelo óseo de la TC, que es enormemente preciso a la hora de representar la estructura ósea, se combina entonces con el modelo dental digital, que representa con toda precisión la dentición, mediante una alineación de los marcadores fiduciarios. Los dientes del modelo óseo de la TC quedan así sustituidos por el modelo dental digital, de modo que cuando se quitan los marcadores fiduciarios se crea un modelo óseo compuesto del cráneo que representa con precisión tanto la estructura ósea como los dientes.

Utilizando este modelo de cráneo compuesto, puede desarrollarse un plan quirúrgico. En muchas aplicaciones, ese plan incluirá la realización de uno o más cortes en la mandíbula superior o en la mandíbula inferior para poder mover los segmentos óseos de la mandíbula a las posiciones deseadas. Una vez obtenida una posición deseada, puede colocarse una placa de presión computarizada en forma de herradura entre los dientes superiores y los inferiores para fabricar un modelo de férula quirúrgica digital, tal y como se muestra en la figura 7. Utilizando el modelo de férula quirúrgica digital, puede crearse una férula quirúrgica física utilizando una máquina SLA.

Según un modo preferente de realización de la invención, se utiliza preferentemente un aparato estereolitográfico (máquina SLA) para fabricar la férula dental a partir de las férulas quirúrgicas del modelo computarizado. No obstante, cabe destacar que pueden utilizarse varios tipos de máquinas de prototipos rápidos controladas por ordenador para la fabricación precisa de férulas quirúrgicas una vez se introduzca en ellas la información computarizada correcta de la férula quirúrgica.

Para ensayar la precisión de la técnica para la formación de férulas quirúrgicas conforme a la presente invención, se fabricó una férula quirúrgica para todos y cada uno de los individuos de una serie de voluntarios. Se generó una férula estereolitográfica y una férula acrílica convencional para cada voluntario. Se cuantificó el espacio de aire entre los dientes y la férula.

Los espacios de aire se registraron mediante materiales de impresión y se cortaron transversalmente. A continuación se midieron y se compararon las áreas correspondientes de los espacios de aire transversales entre las férulas estereolitográficas y las acrílicas. Los resultados indicaron que las técnicas de la presente invención eran enormemente precisas.

Según la presente invención, el diagnóstico, la planificación y la simulación quirúrgicas y la fabricación de las férulas quirúrgicas pueden realizarse utilizando un ordenador y una máquina de fabricación de férulas computarizada. A los pacientes con deformidades craneofaciales y maxilofaciales se les puede escanear mediante una TC y su dentición se puede escanear por láser. Pueden realizarse osteotomías virtuales computarizadas del modelo de cráneo computarizado y el plan de tratamiento puede transferirse del ordenador al paciente a través de las férulas quirúrgicas intermedia y final. Según esto, la cirugía con modelos dentales tradicionales en escayola puede ser sustituida por las técnicas más rentables y versátiles de la presente invención.

En la figura 10 se muestra una estación de trabajo idónea conforme a la presente invención y preferentemente incluye los componentes necesarios para formar los modelos compuestos computarizados y las férulas quirúrgicas. La estación de trabajo 50 incluye una máquina de escáner de TC 52, un escáner 54 para obtener un modelo dental digital y un ordenador con un software 56 adecuado para combinar los datos de la máquina de TC con los del escáner dental digital. El software para alinear los marcadores digitales y para crear la placa tipo herradura computarizada puede obtenerse de varias fuentes comerciales, por ejemplo, de Discrete Inc., Montreal, Canadá, comercializado como 3D Studio Max. Con una pantalla, monitor 58 o cualquier otro dispositivo puede visualizarse el modelo compuesto. El facultativo puede, a través de un teclado, ratón o cualquier otro mecanismo de introducción de comandos 60 al ordenador, recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente para formar el modelo computarizado de la posición correcta. Con el uso de este modelo computarizado de la posición correcta se puede generar una férula quirúrgica modelo computarizada y los datos de la férula quirúrgica modelo computarizada pueden introducirse en una máquina SLA o en cualquier otra máquina de fabricación asistida por ordenador 62 para fabricar una férula quirúrgica. Con la férula quirúrgica mejorada, los dientes del paciente se pueden colocar dentro de la férula y las placas, tornillos y otros mecanismos que antes se utilizaban de manera tradicional para fijar la mandíbula superior y la inferior en el lugar correcto durante la técnica quirúrgica.

Aunque se han ilustrado en detalle los modos preferentes de realización de la presente invención, está claro que a aquellos versados en la materia se les podrán ocurrir modificaciones y adaptaciones de los modos preferentes de realización.

25

30

35

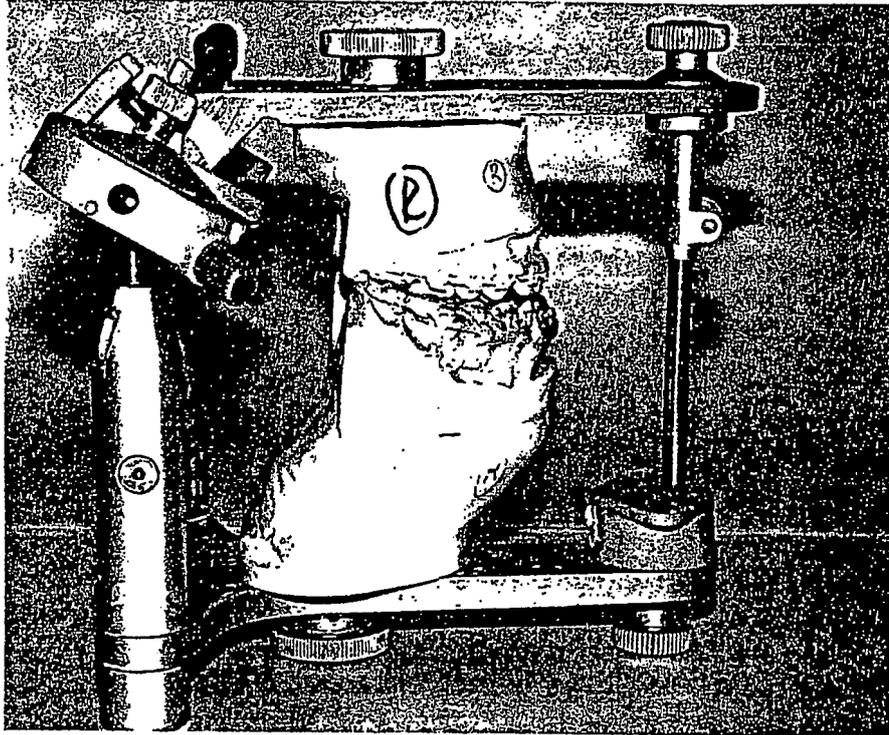
40

**REIVINDICACIONES**

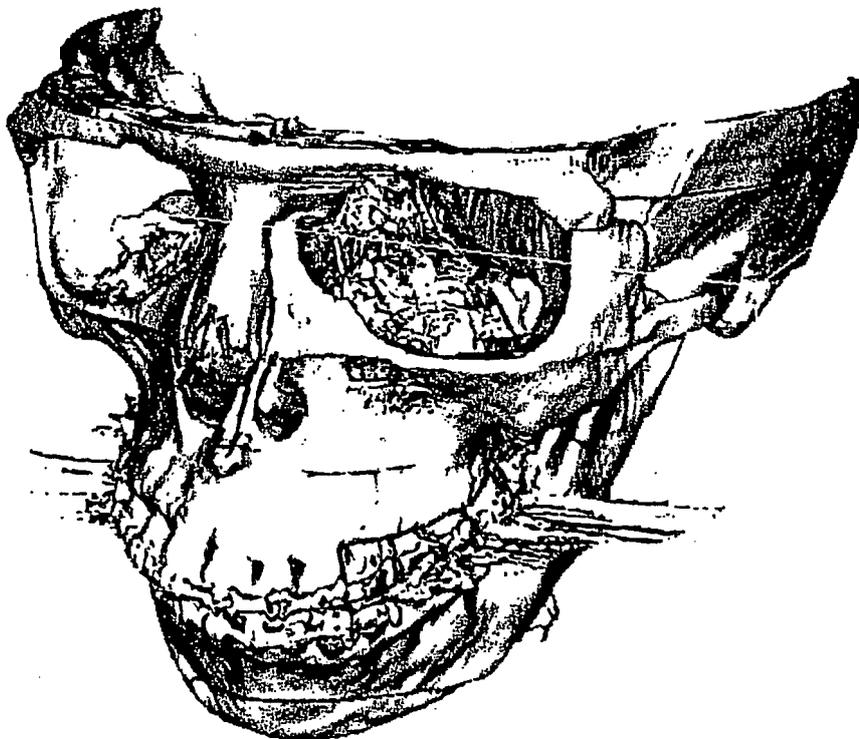
1. Un método para la formación de un modelo compuesto computarizado (26) de la estructura ósea y la dentición de un paciente, caracterizado por:
- 5                   colocar una pluralidad de marcadores fiduciaros (20) respecto a una impresión de la dentición del paciente; generar un modelo computarizado de una tomografía computarizada tridimensional de la estructura ósea del paciente y los marcadores fiduciaros (20) de la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente, y de al menos una porción del cráneo del paciente;
- 10                  generar un modelo dental digital computarizado de la dentición del paciente y los marcadores fiduciaros (20);
- combinar el modelo computarizado de la tomografía computarizada con el modelo dental digital computarizado, alineando los marcadores fiduciaros para crear un modelo compuesto computarizado (26); y
- 15                  visualizar el modelo compuesto computarizado (26).
- Un método conforme a la reivindicación 1 en donde el método además se caracteriza por recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente en el modelo compuesto computarizado (26) para formar un modelo computarizado de la posición deseada.
- 20                  2. Un método conforme a la reivindicación 2 en donde el método también se caracteriza por utilizar el modelo computarizado de la posición correcta y formar una férula quirúrgica modelo computarizada (30) de la dentición del paciente.
3. Un método conforme a la reivindicación 3 en donde la formación de la férula quirúrgica modelo computarizada (30) se caracteriza por:
- 25                                   generar una placa computarizada (28);
- colocar la placa computarizada (28) entre la dentición superior y la dentición inferior del modelo computarizado de la posición deseada; y
- 30                                   formar la férula quirúrgica modelo computarizada (30) imprimiendo la dentición en la placa computarizada.
4. Un método conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el modelo dental digital se forma mediante una exploración superficial por láser de la dentición del paciente.
- 35                                   5. Un método conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde se colocan al menos dos marcadores fiduciaros (20) respecto a la región canina de la dentición del paciente y al menos otros dos marcadores fiduciaros (20) respecto a la región molar de la dentición del paciente.
- 40                                   6. Una estación de trabajo (50) para la formación de una férula quirúrgica (32) para recibir la dentición de un paciente y así alinear tanto la mandíbula superior como la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente durante la operación quirúrgica, que se caracteriza por:
- 45                                   una máquina de tomografía computarizada tridimensional (52) de al menos una porción del cráneo del paciente para generar un modelo de TC de la estructura ósea de la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente;
- un escáner digital (54) para generar un modelo computarizado dental digital de la dentición del paciente;
- 50                                   un ordenador para combinar el modelo de TC computarizado y el modelo computarizado dental digital a base de alinear una serie de marcadores digitales correspondientes a varios marcadores fiduciaros (20) colocados respecto a una impresión de la dentición del paciente para formar un modelo compuesto computarizado (26);
- un mecanismo de introducción de comandos (60) para recolocar al menos la mandíbula superior o la mandíbula inferior respecto del cráneo del paciente para formar un modelo computarizado de la
- 55                                   posición correcta;
- una pantalla (58) para visualizar el modelo computarizado de la posición correcta;
- una máquina de fabricación (62) para la introducción de los datos del modelo computarizado de la posición correcta para fabricar una férula quirúrgica (32).
- 60                                   7. Una estación de trabajo (50) conforme a la reivindicación 7 que incluye al menos dos marcadores fiduciaros (20) para colocarlos respecto de la región canina de la impresión de la dentición del paciente y al menos otros

dos marcadores fiduciaros (20) para colocarlos respecto a la región molar de la impresión de la dentición del paciente.

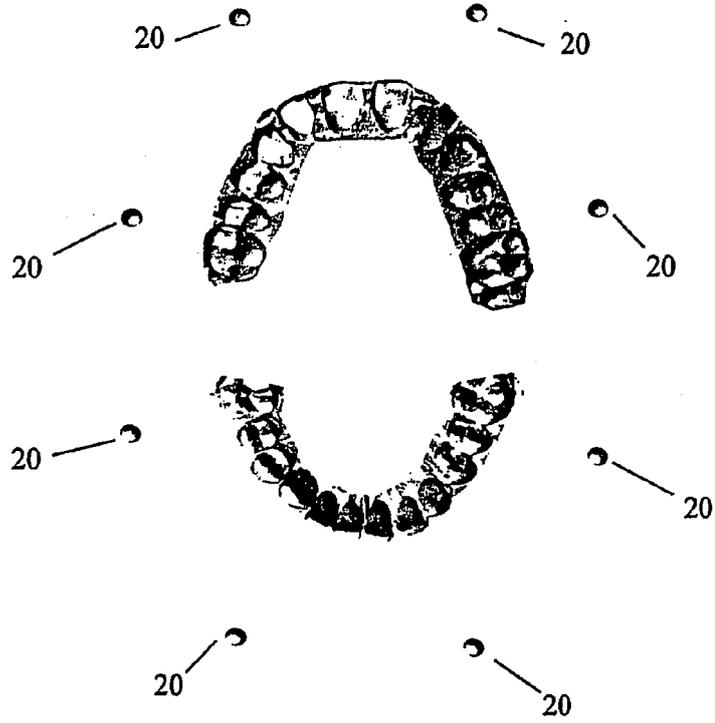
- 5 9. Una estación de trabajo (50) conforme a la reivindicación 7 o a la reivindicación 8, en donde el escáner digital (54) genera el modelo computarizado dental digital mediante una exploración superficial por láser de la impresión de la dentición del paciente.



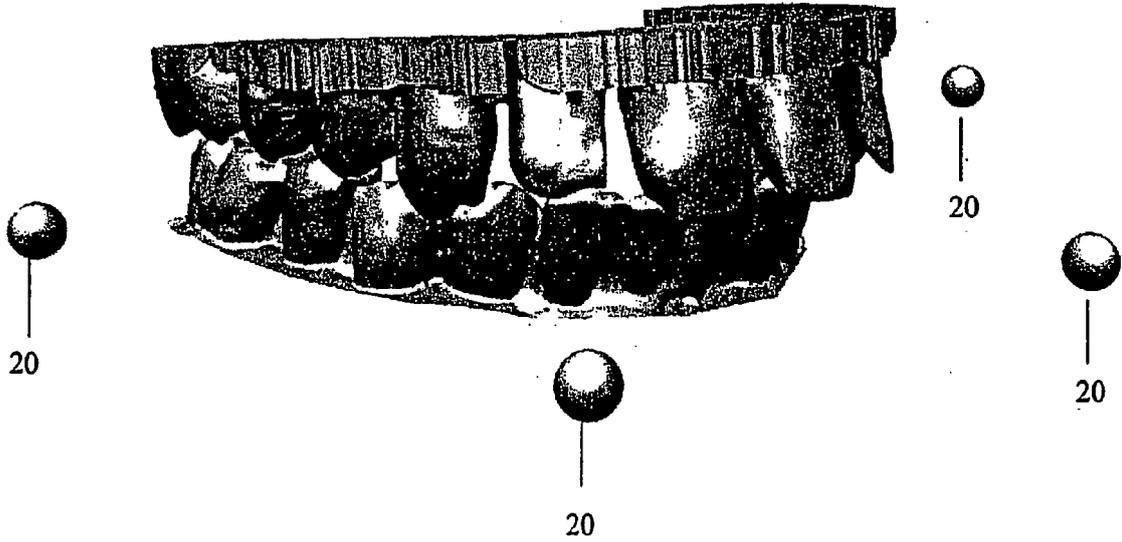
**Figura 1**



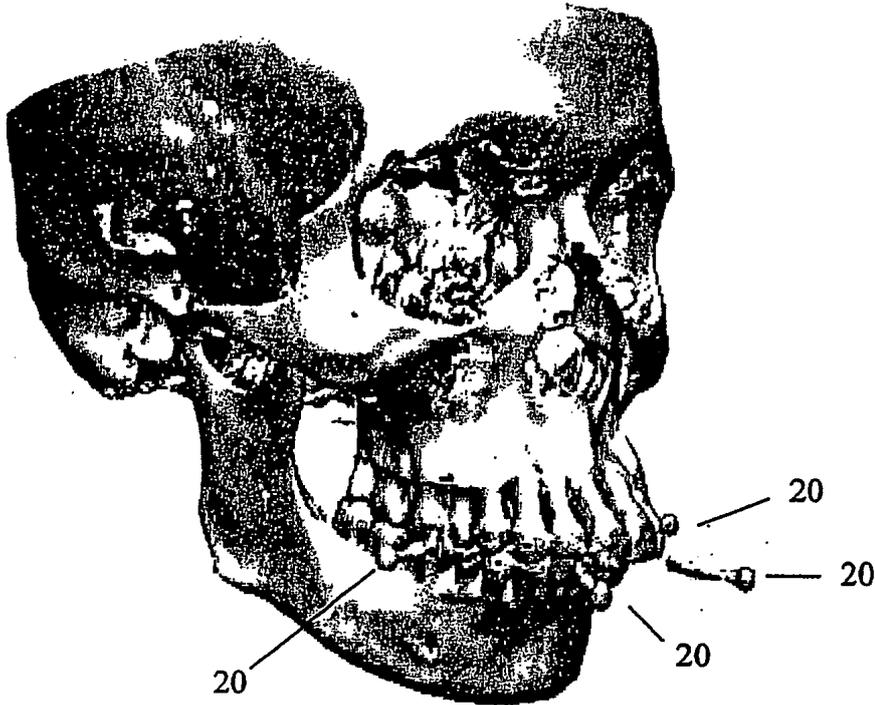
**Figura 2**



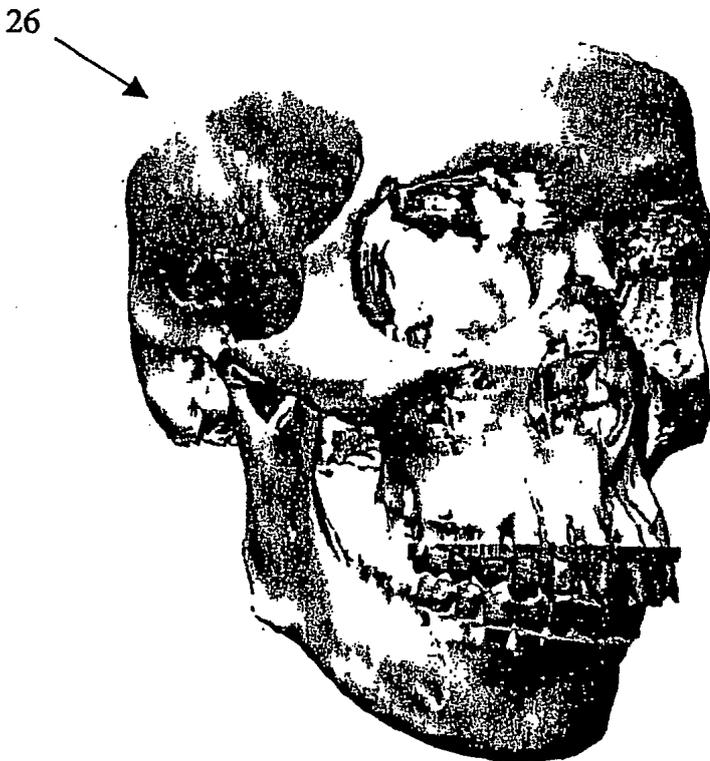
**Figura 3**



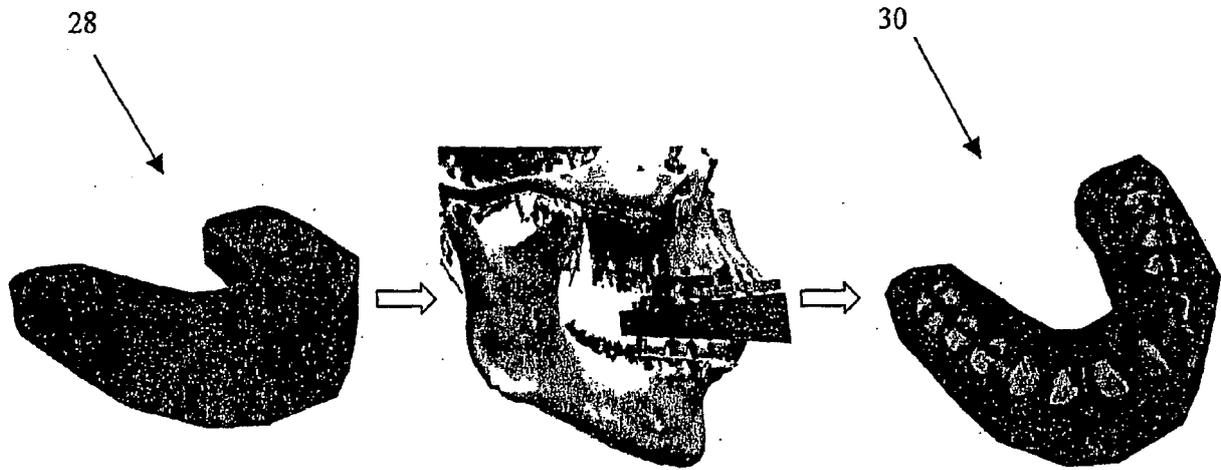
**Figura 4**



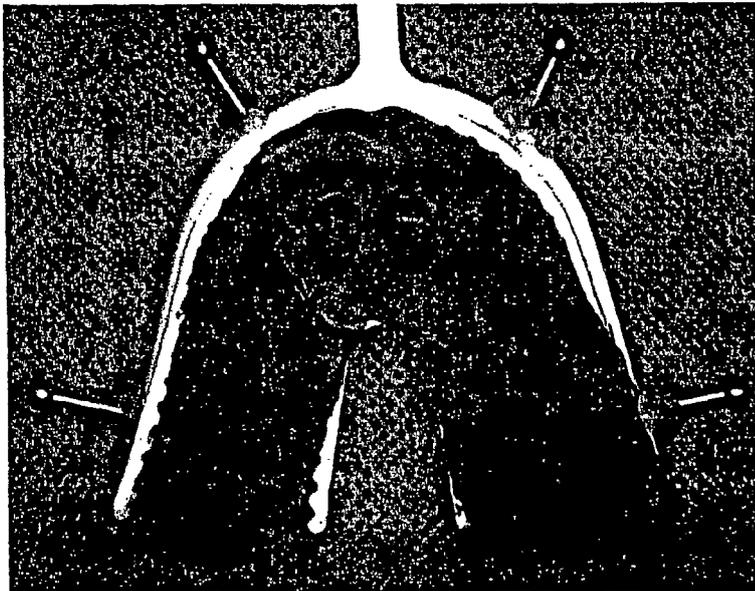
**Figura 5**



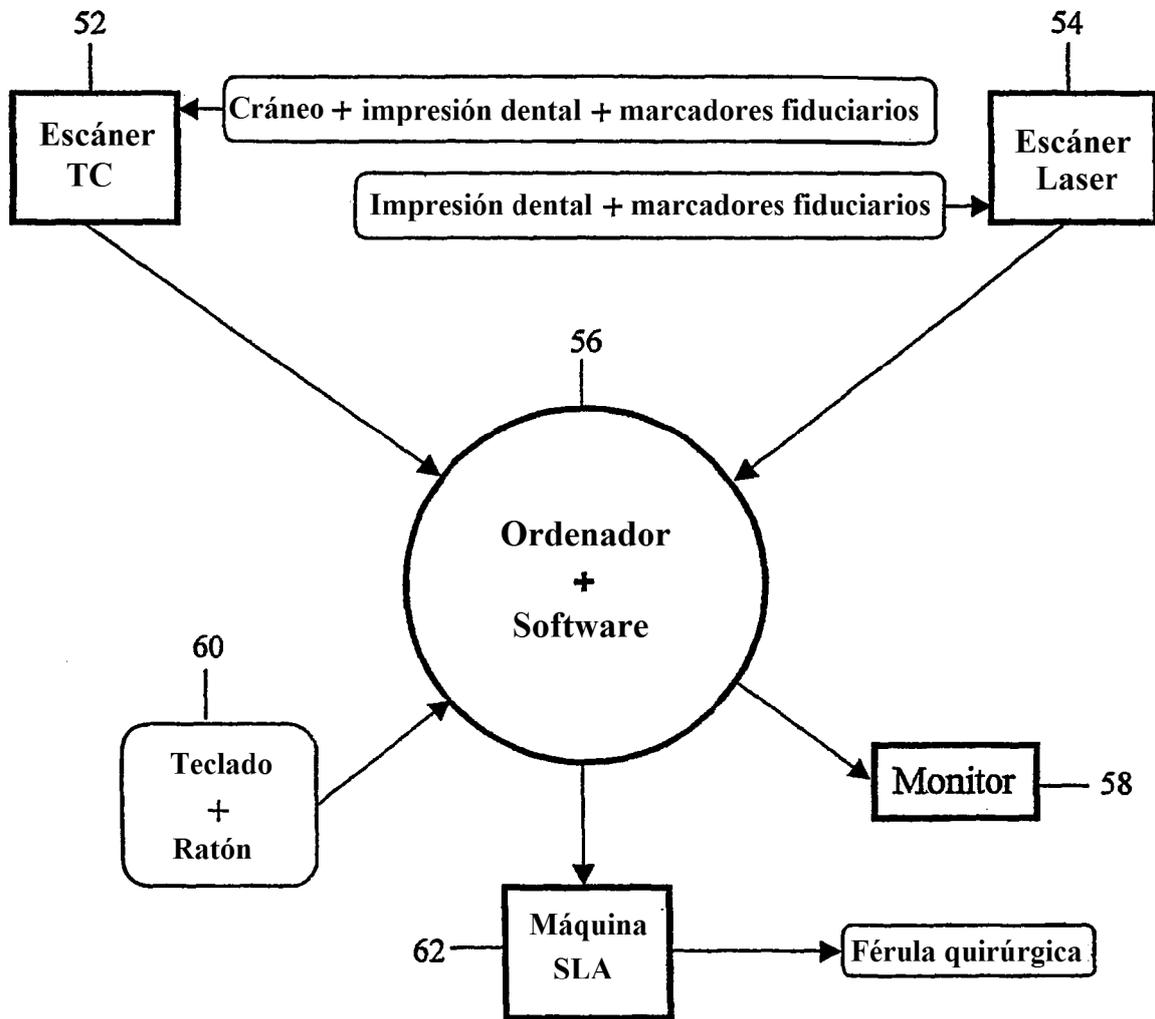
**Figura 6**



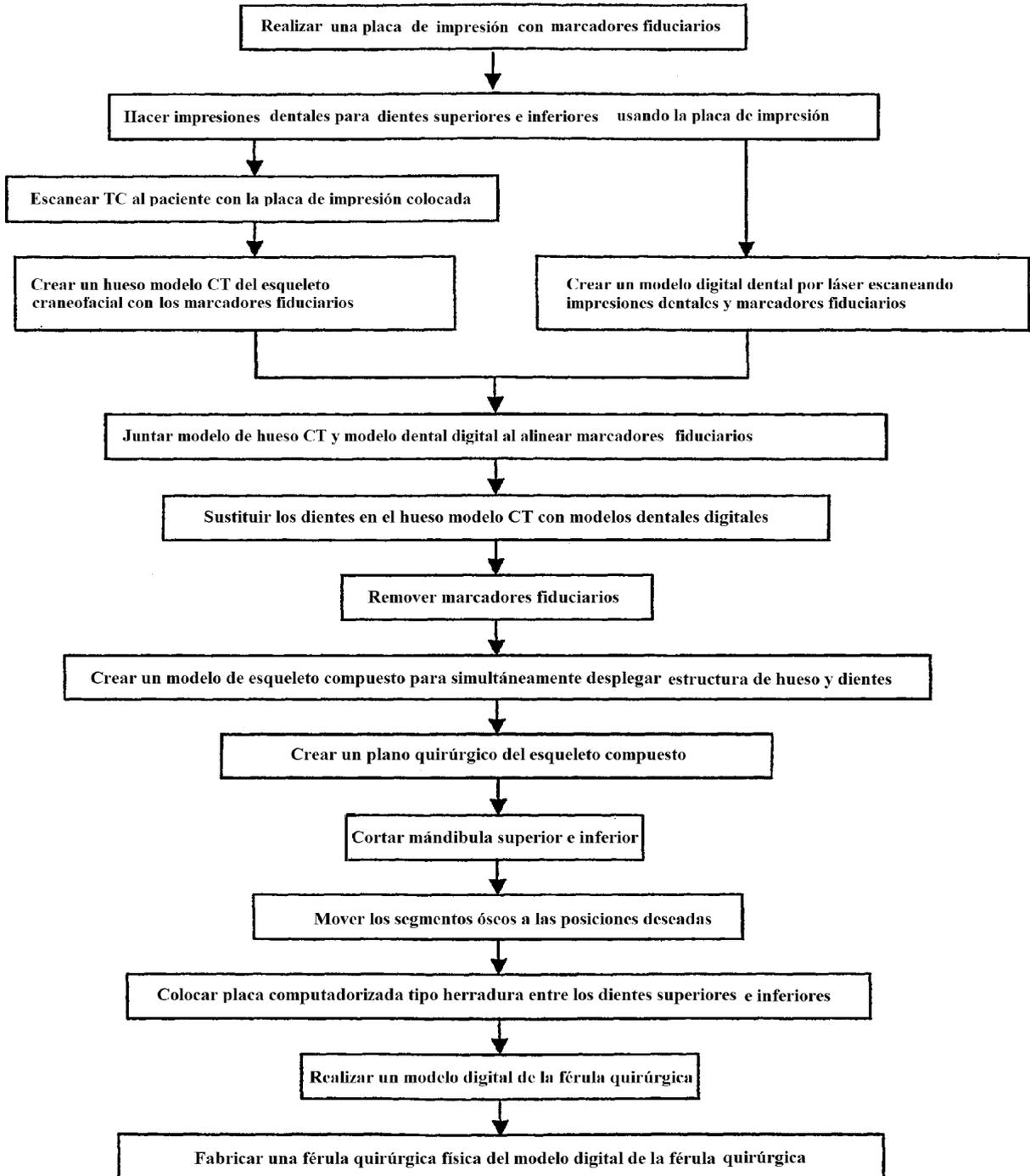
**Figura 7**



**Figura 9**



**Figura 10**



**Figura 8**