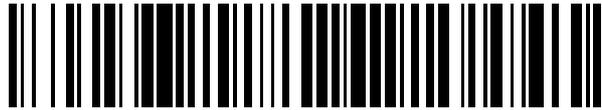


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 488**

51 Int. Cl.:

G02C 13/00 (2006.01)

B24B 9/14 (2006.01)

B24B 49/00 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2011 E 11290306 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2410372**

54 Título: **Procedimiento de cálculo de una consigna de biselado o de ranurado de una lente oftálmica**

30 Prioridad:

20.07.2010 FR 1003047

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

20.05.2013

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147, rue de Paris
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**BITON, JÉRÉMIE;
FRESON, DAVID;
BELLONI, ERIC;
ALLOUIS, THIERRY y
HOLVOET VERMAUT, BENOIT**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 403 488 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de cálculo de una consigna de biselado o de ranurado de una lente oftálmica.

Campo técnico al que se refiere la invención

La presente invención se refiere en general al campo de la óptica.

- 5 Se refiere más precisamente al cálculo de la posición que debe presentar la ranura o la nervadura de encajado en el canto de la lente oftálmica que se va a mecanizar, con vistas a su montaje en un marco de una montura de gafas de montura completa o de media montura.

Antecedentes tecnológicos

- 10 La parte técnica del oficio del óptico consiste en montar un par de lentes oftálmicas correctoras en una montura de gafas seleccionada por un usuario.

Este montaje se descompone en tres operaciones principales:

- la adquisición de la geometría de un perfil longitudinal representativo de la forma del contorno de uno de los marcos de la montura de gafas seleccionada,
- 15 - el centrado de la lente oftálmica considerada que consiste en posicionar y en orientar convenientemente este perfil longitudinal en la lente, de manera que una vez mecanizada según este perfil y después montada en su montura, la lente esté correctamente posicionada con respecto al ojo correspondiente del usuario, ejerciendo así lo mejor posible la función óptica para la que se ha diseñado, y después
- el afinado de la lente que consiste en mecanizar su contorno a la forma del perfil longitudinal.

La operación de adquisición se conoce en particular a partir del documento EP 2 031 435.

- 20 En el caso de las monturas de gafas de montura completa, el marco (o "cerco") está diseñado para rodear el conjunto de la periferia de la lente. El afinado comprende entonces una operación de biselado que consiste en realizar a lo largo del canto de la lente una nervadura de encajado destinada a encajarse en una ranura, comúnmente denominada luneta, que recorre la cara interior del cerco de la montura de gafas.

- 25 En el caso de las monturas de gafas de media montura, el marco comprende un arco que se adapta a una parte superior del perímetro de la lente y un hilo que bordea la parte inferior del perímetro de la lente con el fin de mantener la lente contra el arco. El afinado comprende entonces una operación de acanalado que consiste en realizar a lo largo del canto de la lente una ranura de encajado de la que una parte superior permite alojar una nervadura prevista a lo largo de la cara interior del arco y de la cual una parte inferior permite alojar el hilo.

- 30 Generalmente, con el fin de garantizar que la nervadura o la ranura de encajado no rebasa por la parte anterior o posterior del canto de la lente, el óptico mecaniza esta lente de tal manera que la nervadura o la ranura de encajado siga la cara óptica anterior de la lente, extendiéndose a una distancia constante de esta cara óptica anterior.

También se conoce mecanizar la lente de tal manera que la nervadura o la ranura de encajado se extienda a la mitad de la anchura de su canto.

No obstante, estos dos procedimientos no son flexibles.

- 35 Sucede entonces que el par de gafas, una vez ensamblado, no es estético debido al posicionamiento de las lentes en los marcos de la montura impuesto por las limitaciones mencionadas anteriormente. En particular, se constata algunas veces, si el canto de la lente es particularmente grueso, que rebasa de manera poco estética por la parte posterior del marco.

- 40 También se constatan algunas veces imposibilidades de montaje debidas a interferencias entre el borde posterior del canto de la lente y la plaqueta nasal correspondiente de la montura de gafas.

Esto es tanto más así cuanto que existe una gran variedad de formas de monturas de gafas y de formas de lentes oftálmicas.

Objeto de la invención

- 45 Con el fin de solucionar los inconvenientes mencionados anteriormente del estado de la técnica, la presente invención propone un procedimiento de cálculo de la posición de la nervadura o de la ranura de encajado en el canto de la lente, que permite una mayor flexibilidad en la elección de esta posición para permitir prevenir cualquier interferencia o cualquier falta de estética del montaje.

Más particularmente, se propone un procedimiento de cálculo de la geometría de un perfil longitudinal según el cual

se debe mecanizar la nervadura o la ranura de acoplamiento a lo largo del canto de la lente oftálmica tal como se define en la reivindicación 1.

Este procedimiento permite detectar los dos puntos del perfil longitudinal en los que los riesgos de problemas estéticos o de montaje son más elevados. Estos puntos se denominan "puntos destacables".

- 5 Este procedimiento permite a continuación, según se necesite, modificar las coordenadas de estos dos puntos destacables de manera que el perfil longitudinal se aleja de la posición que se le había asignado inicialmente (a mitad del grosor del canto de la lente o a lo largo de la cara anterior de esta lente), de manera que se previenen estos problemas de estética o de montaje.

- 10 La elección del primer punto destacable se realiza en función de un criterio de encarrilamiento y de un criterio de posicionamiento. La combinación de estos dos criterios está destinada a determinar, por un lado, cuál es el riesgo máximo en el que incurriría el óptico si afinara la lente según el perfil longitudinal inicial (problemas de estética, de montaje, etc.), y, por otro lado, en qué punto del perfil longitudinal inicial este riesgo sería máximo (lado nasal de la montura, lado temporal, etc.).

- 15 La elección del segundo punto destacable se realiza en función de otro criterio de posicionamiento con el fin de determinar, de entre una lista de puntos seleccionada en función de la posición del primer punto destacable, aquél en el que se corre el riesgo de que se presente un problema (otro o idéntico al primero).

- 20 La corrección, según una dirección axial sustancialmente perpendicular a un plano medio de la lente, de una coordenada axial modificada de cada punto destacable, se realiza por su parte de acuerdo con una regla de posicionamiento axial que depende de los resultados de las etapas b) a d). Esta regla de posicionamiento axial se elige en efecto en función del problema que se debe resolver.

Otras características no limitativas y ventajosas del procedimiento de cálculo según la invención se definen en las reivindicaciones 2 a 15.

Descripción detallada de un ejemplo de realización

- 25 La siguiente descripción con respecto a los dibujos adjuntos, facilitados a modo de ejemplos no limitativos, hará que se comprenda bien en qué consiste la invención y cómo se puede realizar.

En los dibujos adjuntos:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de los aparatos a disposición de un óptico para permitirle preparar dos lentes oftálmicas con vistas a su montaje en los dos marcos de una montura de gafas;
- 30 - la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de uno de los aparatos de la figura 1, a saber el aparato de lectura del contorno de los marcos de la montura de gafas;
- la figura 3 es una vista esquemática frontal de una lente oftálmica no afinada, en la que aparecen las marcas de centrado de la lente y, en trazos discontinuos, el contorno según el cual se debe afinar la lente;
- la figura 4 es una vista esquemática de una lente oftálmica afinada, representada en sección según un plano axial de la lente oftálmica;
- 35 - la figura 5 es un algoritmo que representa las etapas principales del procedimiento según la invención; y
- las figuras 6A y 6B forman juntas un algoritmo detallado de la operación de búsqueda de dos puntos destacables del contorno según el cual se debe afinar la lente.

- 40 En la presente exposición, resulta interesante más particularmente la preparación de dos lentes oftálmicas con vistas a su montaje en dos marcos (o "cercos") de una montura de gafas de montura completa. Tal como se describirá con mayor detalle al final de esta exposición, la presente invención también se aplica a la preparación de dos lentes oftálmicas con vistas a su montaje en dos marcos (o "semicercos") de una montura de gafas de media montura.

- 45 Por consiguiente, la montura de gafas 10 considerada en este caso comprende dos cercos conectados entre sí mediante un puente y que llevan cada uno una patilla. Cada cerco de la montura presenta por otro lado una ranura, denominada comúnmente "luneta", que discurre a lo largo del conjunto del perímetro de cada cerco y que está abierta hacia el centro de este cerco.

En la figura 1, se han representado esquemáticamente los diferentes aparatos que permiten que el óptico prepare un juego de dos lentes 20 oftálmicas, con vistas a su montaje en una montura de gafas 10 previamente seleccionada por el futuro usuario del par de gafas.

- 50 La primera operación S.1 realizada por el óptico consiste en determinar la agudeza visual y las necesidades (lentes monofocales o progresivas, transparentes o coloreadas, etc.) del futuro usuario, y en comunicar estas informaciones

a un fabricante de lentes. En esta ocasión, el óptico equipa al futuro usuario con su montura de gafas (que entonces está generalmente equipada con lentes de presentación) para anotar la posición de la pupila del futuro usuario con respecto a la montura. El punto anotado se denomina punto pupilar.

5 Entonces el fabricante moldea y mecaniza las lentes 20 oftálmicas para presentar las potencias ópticas buscadas. A continuación se envían al óptico que entonces se encarga de recortar sus contornos con la forma de los cercos de la montura de gafas seleccionada.

Para ello, el óptico dispone de un aparato de lectura de contornos 100, de un aparato centrador-bloqueador 200 y de un aparato de afinado 300. Estos tres aparatos están en este caso controlados por una misma unidad de control 400. Como variante, evidentemente podrían estar controlados por unidades de control distintas.

10 El aparato de lectura de contornos 100 permite que el óptico, a lo largo de una segunda operación S.2, anote la geometría de un perfil (o "rama") longitudinal que discurre a lo largo del perímetro de la luneta de cada cerco de la montura de gafas seleccionada.

15 El aparato centrador-bloqueador 200 permite por su parte, a lo largo de una tercera operación S.3, centrar respectivamente estos dos perfiles longitudinales en las dos lentes 20 oftálmicas (véase la figura 3), de tal manera que una vez afinada según este perfil longitudinal y montada en la montura, cada lente esté correctamente posicionada con respecto a los ojos del usuario.

El aparato de afinado 300 permite por su parte, a lo largo de una cuarta y última operación S.4, afinar las dos lentes 20 oftálmicas según estos dos perfiles longitudinales.

En la figura 2, se ha representado con mayor detalle el aparato de lectura de contornos 100.

20 Este aparato de lectura de contornos es un medio bien conocido por el experto en la materia y no forma en sí mismo el objeto de la invención descrita. Se describe por ejemplo en la patente EP 0 750 172. También se comercializa por Essilor International con la marca Kappa CT.

Este aparato comprende una cubierta superior 101 que recubre el conjunto del aparato con la excepción de una parte superior central en la que está dispuesta la montura de gafas 10 seleccionada.

25 Comprende un juego de dos mordazas 102 de las cuales por lo menos una de las mordazas 102 es móvil con respecto a la otra, de manera que las mordazas 102 se pueden acercar o separar una de la otra para formar un dispositivo de apriete. Cada una de las mordazas 102 está provista además de dos pinzas formadas cada una por dos clavijas 103 móviles para adaptarse para apretar entre sí la montura de gafas 10 con el fin de inmovilizarla.

30 En el espacio dejado visible por la abertura superior central de la cubierta 101, queda visible un bastidor 107. Una platina 104 puede desplazarse en traslación sobre este bastidor 107 según un eje de transferencia A3.

Un plato giratorio 105 está montado móvil en rotación sobre esta platina 104.

35 Este plato giratorio 105 es por tanto adecuado para adoptar dos posiciones en el eje de transferencia A3 a favor de la traslación de la platina 104 sobre el bastidor 107, de las cuales una primera posición en la que el centro del plato giratorio 105 está dispuesto entre los dos pares de clavijas 103 que fijan el cerco derecho de la montura de gafas 10, y una segunda posición en la que el centro del plato giratorio 105 está dispuesto entre los dos pares de clavijas 103 que fijan el cerco izquierdo de la montura de gafas 10.

40 El plato giratorio 105 presenta un eje de rotación A4 definido como el eje normal a la cara anterior de este plato giratorio 105 y que pasa por su centro. Está adaptado para pivotar con respecto a este eje con respecto a la platina. El plato giratorio 105 comprende por otro lado una luz 106 oblonga en forma de arco de círculo a través de la cual sobresale un palpador 110. Este palpador 110 comprende un vástago de soporte 111 de eje perpendicular al plano de la cara anterior del plato giratorio 105 y, en su extremo libre, una punta de palpación 112 de eje perpendicular al eje del vástago de soporte 111. Esta punta de palpación 112 está destinada a seguir mediante deslizamiento o eventualmente rodamiento la arista de fondo de la luneta de cada cerco 11 de la montura de gafas 10.

45 El aparato de lectura de forma 100 comprende unos medios de accionamiento (no visibles en la figura) adaptados, por un primer lado, para hacer deslizar el vástago de soporte 111 a lo largo de la luz 106 con el fin de modificar su posición radial con respecto al eje de rotación A4 del plato giratorio 105, por un segundo lado, para hacer variar la posición angular del plato giratorio 105 con respecto a su eje de rotación A4, y, por un tercer lado, para colocar la punta de palpación 112 del palpador 110 a una altitud más o menos importante con respecto al plano de la cara anterior del plato giratorio 105.

50 En resumen, el palpador 110 está provisto de tres grados de libertad, de los cuales un primer grado de libertad R constituido por la capacidad del palpador 110 para desplazarse radialmente con respecto al eje de rotación A4 gracias a su libertad de movimiento a lo largo del arco de círculo formado por la luz 106, un segundo grado de libertad THETA constituido por la capacidad del palpador 110 para pivotar con respecto al eje de rotación A4 gracias a la rotación del plato giratorio 105 con respecto a la platina, y un tercer grado de libertad Z constituido por la

capacidad del palpador 110 para trasladarse según un eje paralelo al eje de rotación A4 del plato giratorio 105.

Cada punto leído por el extremo de la punta de palpación 112 del palpador 110 se indica en un sistema de coordenadas correspondientes R, THETA, Z.

5 El procedimiento de adquisición de un perfil longitudinal de la luneta con ayuda de este aparato de lectura de contornos 100 es el siguiente.

En un primer momento, se inserta la montura de gafas 10 entre las clavijas 103 de las mordazas 102 del aparato de lectura 100, de tal manera que cada uno de sus cercos 11 esté listo para ser palpado según un trayecto que se inicia por la inserción del palpador 110 entre las dos clavijas 103 que aprietan la parte inferior del cerco correspondiente de la montura, y después según la luneta de este cerco, con el fin de cubrir todo el perímetro de esta luneta.

10 En la posición inicial, cuando la punta de palpación 112 está dispuesta entre las dos clavijas 103, la unidad de control 400 define como nulas la posición angular THETA_j y la altitud Z_j del extremo de la punta de palpación 112 del palpador 110.

15 A continuación, los medios de accionamiento hacen pivotar el plato giratorio 105. Durante este pivotado, los medios de accionamiento imponen un esfuerzo radial constante sobre el palpador 110 en la dirección de la luneta, para que la punta de palpación 112 del palpador 110 se deslice a lo largo de la arista de fondo de la luneta sin subir a lo largo de los flancos anterior y posterior de esta luneta.

20 La unidad de control 400 anota durante la rotación del plato giratorio 105 las coordenadas espaciales R_{1j} , THETA_{1j} , Z_{1j} de una pluralidad de puntos de la arista de fondo de la luneta, en este caso 360 puntos separados angularmente en un grado con respecto al eje de rotación A4. Estos 360 puntos caracterizan así la forma de la arista de fondo de la luneta del cerco considerada.

El aparato centrador-bloqueador 200 representado en la figura 1 está diseñado, por un lado, para anotar las posiciones de las marcas de centrado de cada lente oftálmica 20 que se va a preparar, y, por otro lado, para bloquear esta lente oftálmica 20 depositando un accesorio de bloqueo en su cara anterior.

25 Este aparato centrador-bloqueador 200 lo conoce bien el experto en la materia y no forma en sí mismo el objeto de la invención descrita. Su arquitectura y su funcionamiento se describen por ejemplo en detalle en el documento de patente EP 1 722 924.

Este aparato comprende en particular unos medios de adquisición 201 de una imagen de la lente y unos medios de análisis de esta imagen que permiten determinar la posición del sistema de referencia óptico de la lente oftálmica 20.

30 También comprende unos medios de palpación de las caras anterior y posterior de la lente oftálmica 20. Estos medios de palpación comprenden generalmente dos brazos de palpación cuyos extremos libres están dirigidos uno hacia el otro para palpar las caras anterior y posterior de la lente.

35 También comprende unos medios de bloqueo 202 que comprenden un brazo de bloqueo automatizado adecuado para coger con ayuda de una pinza un accesorio de bloqueo y para depositarlo en una ubicación determinada en la cara anterior de la lente oftálmica 20, elegida en función de la posición adquirida del sistema de referencia óptico de esta lente.

El accesorio de bloqueo forma entonces por tanto una indicación representativa de la posición del sistema de referencia óptico de la lente oftálmica. Destinado a acoplarse en un alojamiento correspondiente del aparato de afinado 300, permite entonces que el aparato de afinado 300 conozca la posición del sistema de referencia óptico de la lente oftálmica.

40 El aparato de afinado 300 también es bien conocido por el experto en la materia y no forma en sí mismo el objeto de la invención descrita. Puede estar realizado en la forma de cualquier máquina de recorte o de eliminación de material adecuada para modificar el contorno de la lente oftálmica 20 para adaptarla a la forma de la montura seleccionada.

45 Tal como se representa en la figura 1, este aparato está constituido por una amoladora 300 automática, denominada comúnmente digital. Esta amoladora comprende en este caso:

- una báscula 301 que está mandada en pivotamiento y que comprende unos árboles de soporte dispuestos para soportar la lente oftálmica 20 que se va a mecanizar y para hacerla pivotar con respecto a un eje de soporte;
 - un carro portamuelas 302, equipado en particular con una muela de biselado que presenta una garganta, que, por un lado, está montado giratorio con respecto a un eje paralelo al eje de soporte para eliminar el material superfluo de la lente a favor del pivotamiento de la báscula y de sus árboles, y que, por otro lado, está mandado en traslación según este eje para formar una nervadura de acoplamiento (o "bisel") en el conjunto del perímetro del canto de la lente oftálmica, a mayor o menor distancia de la cara anterior de esta
- 50

lente; y

- un módulo de acabado 303 que es mandado en basculación para acercarse o alejarse de la lente oftálmica 20, y que contiene unos medios de acabado de la lente oftálmica 20 para acanalarla, achaflanarla, pulirla, etc.

5 En la figura 3 se ha representado una lente oftálmica 20 vista de frente, tal como se presenta cuando es enviada por el fabricante de lentes al óptico.

De manera clásica, esta lente oftálmica 20 presenta dos caras ópticas, de las cuales una cara anterior 22 convexa y una cara posterior 21 cóncava, y un canto 23 inicialmente circular.

10 Esta lente oftálmica 20 soporta, en su cara anterior 22, unas marcas de centrado provisionales 24-27, aplicadas en la lente por el fabricante para situar las posiciones de los puntos característicos de esta lente. También se podría hacer referencia a las marcas de centrado permanentes que se presentan generalmente en forma de micrograbados. Las marcas de centrado provisionales permiten no obstante una indicación más cómoda de la lente antes de su montaje en una montura de gafas, mientras que las marcas de centrado permanentes están destinadas generalmente a identificar la naturaleza y las características de la lente oftálmica tras borrar las marcas de centrado provisionales.

15 Estas marcas de centrado provisionales 24-27 comprenden en este caso:

- una diana 24 que localiza el "punto de centrado óptico" de la lente 20, correspondiendo este punto de centrado óptico convencionalmente al punto en el que la potencia de refringencia esférica de la lente es nula (para una lente monofocal) o al punto de "referencia de prisma" en el que se mide la potencia prismática nominal de la lente oftálmica que corresponde a la prescripción del usuario (para una lente progresiva);
- 20 - un arco de círculo 25 que materializa el centro de la zona de visión de lejos de la lente;
- un círculo 26 que materializa el centro de la zona de visión de cerca de la lente;
- dos trazos de horizonte 27 que indican la horizontal de la lente oftálmica 20.

Se define entonces el eje óptico A6 de la lente oftálmica 20 como el que pasa por el centro de la diana 24 y que es normal a la cara anterior 22 de la lente a nivel del centro de esta diana 24.

25 El sistema de referencia de la lente oftálmica 20 se indica por un sistema de referencia ortonormal ($X_1; Y_1; Z_1$) definido como el que presenta un origen que coincide con el centro de la diana 24, un primer eje X_1 paralelo a los trazos de horizonte 27, un segundo eje Y_1 dirigido hacia arriba de la lente, y un tercer eje Z_1 paralelo al eje óptico A6 y dirigido hacia la parte anterior de la lente oftálmica 20.

30 Se ha representado por otro lado en trazos discontinuos en esta figura 3, el contorno inicial 29 según el cual se debe afinar la lente, denominado asimismo "perfil longitudinal inicial". Este contorno inicial 29 se define generalmente por las coordenadas tridimensionales de una pluralidad de puntos P_i suficiente para caracterizar su forma.

35 Las coordenadas tridimensionales de estos puntos P_i se expresan en un sistema de referencia ortonormal ($X_2; Y_2; Z_2$) asociado a la montura de gafas seleccionada, cuyo primer eje X_2 está definido por el horizonte de la montura de gafas 10, cuyo segundo eje Y_2 está dirigido hacia arriba de la montura y cuyo tercer eje Z_2 es normal al plano medio de la montura de gafas (normalmente, el plano normal al eje A4 cuando la montura está fijada en el aparato de lectura de contornos 100) y está dirigido hacia la parte anterior de la montura.

El posicionamiento de este contorno inicial 29, indicado en el sistema de referencia de la montura de gafas, en la lente oftálmica 20 se describirá en detalle a continuación en esta exposición.

40 También se ha representado con trazos discontinuos en la figura 3 el marco boxing B1 del contorno inicial 29. Este marco boxing se define, de manera habitual, como el rectángulo que está circunscrito a la proyección del contorno inicial 29 en el plano ($X_2; Y_2$), del cual dos de los lados son paralelos a los trazos de horizonte 27. El centro de este marco boxing se denomina centro boxing E1.

Los cuatro puntos de intersección entre el contorno inicial 29 y el marco boxing B1, denominados puntos cardinales, se denominan respectivamente punto nasal P_n , punto temporal P_t , punto superior P_h y punto inferior P_b .

45 En la figura 4, se ha representado una lente oftálmica 20 vista en sección axial, es decir en sección según un plano que contiene el eje óptico A6, tal como se presenta cuando se ha mecanizado según el contorno inicial 29.

Esta lente oftálmica 20 presenta entonces en su canto una nervadura de encajado 28 (o "bisel") dispuesta para encajarse en la ranura de encajado (o "luneta") dispuesta en rehundido en el cerco correspondiente de la montura de gafas 10.

50 Tal como se observa en esta figura 4, la lente oftálmica 20 presenta un grosor variable. Las variaciones del grosor

de la lente a lo largo del contorno inicial 29 forman entonces una función denominada $Ep(P_i)$.

Se define por otro lado en esta figura la posición de la nervadura de encajado 28 con respecto a la cara anterior 22 de la lente oftálmica 20 con ayuda de una distancia denominada Dav . Las variaciones de esta distancia a lo largo del contorno inicial 29 forman entonces una función denominada $Dav(P_i)$.

- 5 También se puede definir la posición de la nervadura de encajado 28 con respecto a la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20 con ayuda de una distancia denominada Dar . Las variaciones de esta distancia a lo largo del contorno inicial 29 formarán entonces una función denominada $Dar(P_i)$.

Se define por último la tasa de reparto Re en el punto P_i considerado según la siguiente fórmula matemática:

$$Re(P_i) = Dar(P_i) / Ep(P_i)$$

- 10 Esta tasa de reparto permite caracterizar el reparto entre la parte del canto 23 de la lente que está situada en la parte anterior de la nervadura de encajado 28 y la parte del canto 23 de la lente que está situada en la parte posterior de esta nervadura de encajado 28.

- 15 Tal como se muestra en la figura 5, el procedimiento de cálculo de la geometría en tres dimensiones del contorno final 39' (o "perfil longitudinal final") según el cual se deberá biselar la lente oftálmica 20, se descompone en cinco operaciones principales. Estas operaciones se realizan mediante la unidad de control 400 cuando la lente oftálmica 20 se encuentra posicionada en el aparato de centrado y de bloqueo 200.

Operación de adquisición del perfil longitudinal inicial

- 20 A lo largo de una primera operación OP.1, la unidad de control 400 adquiere la geometría tridimensional de un contorno inicial 29, que ilustra la forma que debería presentar de manera ideal el vértice de la nervadura de encajado 28 de la lente oftálmica 20 para encajarse perfectamente en la luneta del cerco correspondiente de la montura de gafas seleccionada.

Este contorno inicial 29 no tiene por tanto en cuenta la diferencia de curvatura entre el cerco y la lente, de modo que la lente generalmente no se puede afinar según este contorno.

- 25 El contorno inicial 29 presenta una geometría deducida de la del cerco correspondiente de la montura de gafas. No obstante, esta forma es ligeramente diferente de la del cerco, para tener en cuenta el fenómeno según el cual una vez que la lente oftálmica 20 se ha encajado en este cerco, el vértice de su nervadura de encajado 28 no entra en contacto con el fondo de la luneta, sino que permanece a distancia de esta última.

- 30 La operación de adquisición OP.1 consiste entonces en este caso en un cálculo, a partir de las coordenadas tridimensionales R_{1i} , $THETA_{1i}$, Z_{1i} de los 360 puntos que caracterizan la geometría de la arista de fondo de la luneta, de las coordenadas tridimensionales R_i , $THETA_i$, Z_i de 360 puntos P_i que caracterizan la geometría de este contorno inicial 29.

Para cada punto P_i , este cálculo es el siguiente

$$R_i = R_{1i} - C1,$$

$$THETA_i = THETA_{1i},$$

- 35 $Z_i = Z_{1i},$

estando i comprendido entre 1 y 360, y siendo $C1$ una constante predeterminada que permite tener en cuenta el fenómeno mencionado anteriormente.

- 40 Las coordenadas tridimensionales R_i , $THETA_i$, Z_i de 360 puntos P_i que caracterizan la forma del contorno inicial 29 se expresan por tanto en un sistema de referencia asociado con el aparato de lectura de contorno, centrado en particular en el eje de rotación A4 de este aparato. Entonces se corrigen para expresarse en el sistema de referencia $(E1, X_2; Y_2; Z_2)$ asociado a la montura de gafas.

Operación de preposicionamiento del contorno inicial

A lo largo de una segunda operación OP.2, la unidad de control 400 procede al preposicionamiento del contorno inicial 29 en la lente oftálmica 20, en el sistema de referencia $(X_1; Y_1; Z_1)$.

- 45 Este preposicionamiento se descompone en tres etapas, de las cuales dos etapas preliminares y una etapa de ajuste.

La primera etapa preliminar es una etapa de centrado. Consiste en poner el sistema de referencia $(X_2; Y_2; Z_2)$ del cerco de la montura en coincidencia con el sistema de referencia $(X_1; Y_1; Z_1)$ de la lente oftálmica, de tal manera que sus ejes se superponen y que el punto de centrado óptico de la lente oftálmica 20 coincide con el punto pupilar

indicado con respecto al contorno inicial 29.

La segunda etapa preliminar es una etapa de orientación, que consiste en hacer pivotar los dos sistemas de referencia uno con respecto al otro con respecto al eje Z_1 y al punto pupilar, según un ángulo que es función de las prescripciones del usuario.

- 5 Estas dos etapas preliminares, bien conocidas por el experto en la materia y que no forman parte en sí mismas del objeto de la presente invención, no se describirán en la presente memoria con mayor detalle.

La etapa de ajuste consiste por su parte en modificar, si es necesario, la geometría del contorno inicial, de manera que se tienen en cuenta las diferencias de curvaturas entre el cerco de la montura de gafas y la lente oftálmica 20.

- 10 Esta etapa se puede realizar de diferentes maneras. Puede consistir por ejemplo en deformar el contorno inicial de tal manera que se extiende a la mitad del grosor de la lente.

No obstante, en este caso, consiste en deformar el contorno inicial 29 de tal manera que se extiende a una distancia constante de la cara anterior 22 de la lente oftálmica 20.

- 15 Más particularmente, consiste en modificar la tercera coordenada Z_i de cada uno de los 360 puntos P_i , de tal manera que cada uno de estos puntos se encuentre a una misma distancia predeterminada de la cara anterior 21 de la lente oftálmica 20, indicada como C2.

Los medios de palpación previstos en el aparato centrador-bloqueador 200 se controlan para ello para anotar las coordenadas tridimensionales R_{2i} , THETA_{2i} , Z_{2i} de los 360 puntos de la cara anterior 22 de la lente situados respectivamente en la vertical de los 360 puntos P_i .

- 20 Entonces se modifica la tercera coordenada Z_i de cada uno de los 360 puntos P_i del contorno inicial 29 según la fórmula:

$$Z_i = Z_{2i} - C2, \text{ estando } i \text{ comprendido entre } 1 \text{ y } 360.$$

Se obtienen por tanto las coordenadas tridimensionales de los 360 puntos P_i del contorno inicial 29 indicados en el sistema de referencia $(X_1; Y_1; Z_1)$ de la lente oftálmica 20.

- 25 La unidad de control 400 se aprovecha habitualmente por otro lado de la palpación de las coordenadas tridimensionales R_{2i} , THETA_{2i} , Z_{2i} de los 360 puntos de la cara anterior 22 de la lente oftálmica 20 para palpar también los 360 puntos correspondientes de la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20. Esta palpación le permite deducir su grosor $Ep(P_i)$ de la lente en cada uno de los 360 puntos P_i .

Operación de búsqueda de dos puntos destacables

- 30 La invención consiste entonces en verificar si, debido a parámetros estéticos y de montaje de la lente oftálmica 20 en el cerco correspondiente de la montura de gafas, el contorno inicial 29 está correctamente posicionado en la lente, y después, si no es así, en deformar o reposicionar este contorno inicial 29 para deducir su posición y la forma del contorno final 29'.

- 35 Para ello se utilizan diferentes criterios, denominados criterios de encarrilamiento y criterios de posicionamiento, para indicar los dos puntos destacables del contorno inicial 29 a nivel de los cuales el riesgo de aparición de un problema estético o de montaje es el más grande. Una regla de posicionamiento permite entonces, en caso de riesgo probado, modificar las coordenadas de estos puntos destacables con el fin de poder modificar a continuación la posición (y eventualmente la forma) del conjunto del contorno inicial 29 con el fin de paliar estos problemas.

Entonces se realiza la operación de búsqueda OP.3 de los dos puntos destacables Pr_1 , Pr_2 mediante la unidad de control 400 con ayuda de diferentes parámetros.

- 40 Entre estos parámetros, la tasa umbral Re_{max} es una constante predeterminada, que corresponde a la tasa de reparto Re más allá de la cual se considera que la nervadura de encajado 28 está situada demasiado próxima a la cara anterior 22 de la lente, lo cual hace que aparezca una parte demasiado grande del canto de la lente en la parte posterior del cerco de la montura, de manera poco estética. Esta tasa umbral Re_{max} se puede elegir por ejemplo igual al 20%.

- 45 La tasa determinada Re_{det} corresponde a la tasa de reparto que se desea utilizar para corregir la posición del contorno inicial 29 en el canto de la lente oftálmica 20 cuando, a nivel del punto destacable considerado, la tasa de reparto Re es estrictamente superior a la tasa umbral Re_{max} . Esta tasa determinada Re_{det} se puede elegir por ejemplo igual a la tasa umbral Re_{max} .

- 50 El umbral de colisión S_{coll} corresponde al grosor máximo, expresado en milímetros, que se debe prever entre el punto P_n (a nivel del cual se considera que se engancha la plaqueta nasal al cerco de la montura) y la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20, para evitar que la plaqueta nasal de la montura de gafas entre en conflicto con la arista

periférica de la cara posterior de la lente. Este umbral de colisión S_{coll} puede estar o bien predeterminado (considerando una muestra representativa de monturas de gafas) y elegido igual a un milímetro, o bien determinado por el óptico en función de la forma de la montura de gafas seleccionada.

5 La tasa de colisión Re_{coll} es una constante que depende directamente del valor de este umbral de colisión S_{coll} , y que se calcula según la siguiente fórmula matemática:

$$Re_{coll} = S_{coll} / Ep(Pn)$$

10 El umbral de grosor S_{Ep} corresponde al grosor límite, expresado en milímetros, por debajo del cual se considera que no es posible modificar la posición de la nervadura de encajado 28 en el canto 23 de la lente oftálmica 20. Normalmente, este umbral de grosor S_{Ep} se puede elegir igual a la anchura de la nervadura de encajado 28, es decir, a la anchura de la garganta de la muela de biselado del aparato de afinado 300. En efecto, por debajo de esta anchura, se entiende que la nervadura de encajado se debe centrar necesariamente en el canto de la lente para que por lo menos una parte central de esta nervadura de encajado 28 aparezca en el canto de la lente. Como variante, este umbral de grosor S_{Ep} también se puede predeterminar y no ser función del aparato de afinado a disposición del óptico. Entonces se puede elegir por ejemplo igual a 2 milímetros.

15 A lo largo de la tercera operación OP.3, la unidad de control 400 procede por tanto a la búsqueda de los dos puntos destacables Pr1, Pr2 del contorno inicial 29 con ayuda de estos diferentes parámetros.

Esta operación de búsqueda se ilustra en detalle en el organigrama representado en las figuras 6A y 6B.

20 Tal como se representa en estas figuras, en la etapa 501, la unidad de control 400 determina si la función de grosor $Ep(P_i)$ satisface un primer criterio de encarrilamiento. Este criterio de encarrilamiento consiste en este caso en determinar si el grosor mínimo de la lente oftálmica a lo largo del contorno inicial 29 es o no inferior al umbral de grosor S_{Ep} .

Para ello, la unidad de control 400 compara cada uno de los 360 valores de grosor $Ep(P_i)$ calculados con el umbral de grosor S_{Ep} .

<Ramificación 1 >

25 En primer lugar se considera el caso representado en la figura 6B en el que el menor de los grosores $Ep(P_i)$ calculados es inferior al umbral de grosor S_{Ep} . Se entiende entonces que una condición indispensable para que se pueda montar la lente oftálmica 20 en el cerco de la montura de gafas es que la nervadura de encajado 28 pase, a nivel del punto del contorno inicial 29 en el que el grosor es mínimo, al centro del canto de la lente oftálmica.

30 En la etapa 502, la unidad de control 400 determina entonces, de los 360 puntos del contorno inicial 29, aquél en el que la función de grosor $Ep(P_i)$ satisface un primer criterio de posicionamiento. Este primer criterio de posicionamiento consiste en este caso en determinar el punto del contorno inicial 29 en el que el grosor de la lente oftálmica 20 es mínimo. Este punto corresponde entonces al primer punto destacable Pr1.

35 En la etapa 503, la unidad de control 400 modifica entonces la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr1 de manera que la sitúa a mitad del grosor del canto 23 de la lente, es decir a la misma distancia de las caras anterior 22 y posterior 21 de la lente oftálmica 20. Su tercera coordenada Z_i se expresa entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pr1) / 2$$

Habiéndose encontrado el primer punto destacable Pr1 y habiéndose corregido su posición axial, la unidad de control 400 procede a continuación a la búsqueda del segundo punto destacable Pr2.

40 Para ello, en la etapa 504, la unidad de control 400 busca, de los cuatro puntos cardinales, el punto más próximo al primer punto destacable Pr1.

Esta búsqueda permite por tanto establecer una lista de dos puntos cardinales en la que se elegirá el segundo punto destacable.

45 En efecto, tal como se pondrá más claramente de manifiesto a continuación en esta exposición, los dos puntos destacables se elegirán siempre para estar situados en la proximidad de dos puntos cardinales adyacentes.

Normalmente, cuando el primer punto destacable está situado más próximo al punto nasal Pn o al punto temporal Pt, el segundo punto destacable se elegirá del punto superior Ph y el punto inferior Pb. Por el contrario, cuando el primer punto destacable está situado más próximo al punto superior Ph o al punto inferior Pb, el segundo punto destacable se elegirá del punto nasal Pn y el punto temporal Pt.

50 <Ramificación 1.1 >

Se considera ahora que tras la etapa 504, la unidad de control 400 ha detectado que el punto más próximo al primer punto destacable Pr1 es el punto nasal Pn o el punto temporal Pt, entonces establece una lista de dos puntos para elegir el segundo punto destacable Pr2, que comprende el punto superior Ph y el punto inferior Pb.

5 En la etapa 505, la unidad de control 400 determina entonces, en esta lista de dos puntos, el punto en el que la función tasa de reparto $Re(P_i)$ satisface un segundo criterio de posicionamiento. Este segundo criterio de posicionamiento consiste más precisamente en determinar el punto en el que la tasa de reparto Re es máxima, para determinar el punto en el que el riesgo de defecto estético es el más elevado. Este criterio permite por tanto prever el punto en el que el riesgo de que el canto 23 de la lente supere de manera antiestética la parte posterior del cerco es el más elevado.

10 <Ramificación 1.1.1 >

Se considera el caso en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto superior Ph.

En la etapa 506, la unidad de control 400 verifica que esta tasa de reparto $Re(Ph)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

15 Si la tasa de reparto $Re(Ph)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 507 consiste en seleccionar el punto superior como segundo punto destacable Pr2 y en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr2 de manera que se posiciona la nervadura de encajado a una distancia estética de la cara anterior 22 de la lente oftálmica. Esta tercera coordenada Z_i se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Ph) \cdot (1 - Re_{det}).$$

20 Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(Ph)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 508 consiste en seleccionar el punto inferior Pb como segundo punto destacable Pr2 y en conservar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr2 sin cambiar.

<Ramificación 1.1.2>

Ahora se considera el caso en el que, tras la etapa 505, la unidad de control 400 constata que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto inferior Pb.

En la etapa 509, la unidad de control 400 verifica que esta tasa de reparto $Re(Pb)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

25 Si la tasa de reparto $Re(Pb)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 511 consiste en seleccionar el punto inferior como segundo punto destacable Pr2 y en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr2 de manera que se posiciona la nervadura de encajado a una distancia estética de la cara anterior 22 de la lente oftálmica. Esta tercera coordenada Z_i se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pb) \cdot (1 - Re_{det}).$$

30 Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(Pb)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 510 consiste en seleccionar el punto superior Ph como segundo punto destacable Pr2 y en conservar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr2 sin cambiar.

<Ramificación 1.2.>

35 Ahora se considera el caso en el que, tras la etapa 504, la unidad de control 400 detecta que el punto más próximo al primer punto destacable Pr1 es el punto inferior Pb o el punto superior Ph, entonces establece una lista de dos puntos para elegir el segundo punto destacable Pr2, que comprende el punto nasal Pn y el punto temporal Pt.

En la etapa 512, antes de seleccionar el segundo punto destacable Pr2, la unidad de control 400 verifica si existe un riesgo de interferencia entre la plaqueta nasal del cerco de la montura y la arista periférica de la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20.

40 Si existe un riesgo, es decir si la distancia $Dar(Pn)$ es superior al umbral de colisión S_{coll} , la unidad de control 400 asigna a la tasa de reparto $Re(Pn)$ el valor de la tasa de colisión Re_{coll} . Si no, el valor de la tasa de reparto $Re(Pn)$ permanece sin cambiar.

45 En la etapa 513, la unidad de control 400 determina entonces, en la lista de dos puntos, el punto en el que la función tasa de reparto $Re(P_i)$ satisface un segundo criterio de posicionamiento. Este segundo criterio de posicionamiento consiste también en este caso en determinar el punto en el que la tasa de reparto Re es máxima.

<Ramificación 1.2.1 >

Se considera el caso en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto nasal Pn.

En la etapa 514, la unidad de control 400 verifica que esta tasa de reparto $Re(Pn)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

Si la tasa de reparto $Re(P_n)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 515 consiste en seleccionar el punto temporal como segundo punto destacable Pr_2 y en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_2 de manera que se posiciona la nervadura de encajado a una distancia estética de la cara anterior 22 de la lente oftálmica. Esta tercera coordenada Z_i se define entonces de la siguiente manera:

$$5 \quad Z_i = Z_{2i} - Ep(P_t) \cdot (1 - Re_{det}).$$

Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(P_n)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 516 consiste en seleccionar el punto nasal P_n como segundo punto destacable Pr_2 y en conservar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_2 sin cambiar.

<Ramificación 1.2.2>

10 Ahora se considera el caso en el que, tras la etapa 513, la unidad de control constata que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto temporal P_t .

En la etapa 517, la unidad de control 400 verifica que esta tasa de reparto $Re(P_t)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

15 Si la tasa de reparto $Re(P_t)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 518 consiste en seleccionar el punto nasal P_n como segundo punto destacable Pr_2 y en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_2 de manera que se posiciona la nervadura de encajado a una distancia estética de la cara anterior 22 de la lente. Esta tercera coordenada Z_i se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(P_n) \cdot (1 - Re_{det}).$$

20 Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(P_t)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} y si la tasa de reparto $Re(P_n)$ es igual a la tasa de colisión Re_{coll} , la siguiente etapa 519 consiste en seleccionar el punto nasal P_n como segundo punto destacable Pr_2 y en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_2 de manera que se posiciona la nervadura de encajado a una distancia estética de la cara anterior de la lente. Esta tercera coordenada Z_i se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pr_2) + S_{coll}.$$

25 Por último, si la tasa de reparto $Re(P_t)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} y si la tasa de reparto $Re(P_n)$ es diferente de la tasa de colisión Re_{coll} , la siguiente etapa 520 consiste en seleccionar el punto temporal P_t como segundo punto destacable Pr_2 y en conservar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_2 sin cambiar.

<Ramificación 2>

30 Se considera ahora el caso representado en la figura 6A en el que el menor de los grosores $Ep(P_i)$ calculado es superior o igual al umbral de grosor S_{Ep} . Se entiende entonces que será posible regular la posición axial de la nervadura de encajado 28 en el conjunto del perímetro del canto 23 de la lente oftálmica 20.

En la etapa 530, la unidad de control 400 determina si la función $Dar(P_i)$ satisface un segundo criterio de encarrilamiento. Este criterio de encarrilamiento consiste en este caso en determinar si existe un riesgo de interferencia entre la plaqueta nasal de la montura de gafas y la arista periférica de la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20.

35 Para ello, la unidad de control compara el valor de esta función en el punto nasal $Dar(P_n)$ con el umbral de colisión S_{coll} .

<Ramificación 2.1 >

Se considera en primer lugar el caso en el que no existe ningún riesgo de colisión.

40 En la etapa 531, la unidad de control 400 determina entonces, de los cuatro puntos cardinales, aquél en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ satisface un primer criterio de posicionamiento. Este primer criterio de posicionamiento consiste en este caso en determinar el punto cardinal en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima. Este punto corresponde al primer punto destacable Pr_1 .

Después, la unidad de control 400 verifica, a lo largo de una etapa 532, 533, 534, 535, si esta tasa de reparto $Re(Pr_1)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

45 Si esta tasa de reparto $Re(Pr_1)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} , el conjunto de los criterios muestra que no se plantea ningún problema estético o de montaje, de modo que no es necesario corregir la posición del contorno inicial 29. Por consiguiente, en la siguiente etapa 536, 537, la unidad de control 400 detiene el algoritmo y memoriza que el contorno final 29' corresponde al contorno inicial 29.

50 En cambio, si la tasa de reparto $Re(Pr_1)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 538, 539, 540, 541 consiste en modificar la tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr_1 de manera que se posiciona la

ES 2 403 488 T3

nervadura de encajado 28 de manera estética en el canto 23 de la lente oftálmica 20. La tercera coordenada Z_i de este punto destacable Pr1 se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pr1) \cdot (1 - Re_{det}).$$

5 Habiéndose encontrado el primer punto destacable Pr1 y habiéndose corregido su posición axial, la unidad de control 400 procede a continuación a la búsqueda del segundo punto destacable Pr2.

<Ramificación 2.1.1 >

Se considera el caso en el que el primer punto destacable Pr1 es el punto nasal Pn o el punto temporal Pt, la unidad de control 400 establece entonces una lista de dos puntos para elegir el segundo punto destacable Pr2 que comprende el punto superior Ph y el punto inferior Pb.

10 En la etapa 542, la unidad de control 400 determina entonces, en esta lista de puntos, el punto en el que la tasa de reparto Re satisface un segundo criterio de posicionamiento. Este segundo criterio de posicionamiento consiste más precisamente en determinar, de los puntos superior Ph e inferior Pb, aquél en el que la tasa de reparto Re es máxima.

15 Si la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto superior Ph, la unidad de control 400 considera que el punto inferior Pb constituye el segundo punto destacable Pr2.

Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto inferior Pb, la unidad de control 400 considera que el punto superior Ph constituye el segundo punto destacable Pr2.

Después, a lo largo de una siguiente etapa 543, 544, la unidad de control 400 verifica si la tasa de reparto máxima anteriormente calculada es superior a la tasa umbral Re_{max} .

20 Si es así, en la etapa 545, la unidad de control detiene el algoritmo. El contorno final 29' se calcula entonces corrigiendo la tercera coordenada Z_i de cada punto P_i del contorno final 29' según la siguiente fórmula:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(P_i) \cdot (1 - Re_{det}).$$

En cambio, si no es así, en la etapa 546, 547, la unidad de control 400 continúa con el algoritmo y conserva la tercera coordenada Z_i del segundo punto destacable Pr2 sin cambiar.

25 <Ramificación 2.1.2>

Ahora se considera el caso en el que el primer punto destacable Pr1 es el punto superior Ph o el punto inferior Pb, la unidad de control 400 establece entonces una lista de dos puntos para elegir el segundo punto destacable Pr2 que comprende el punto nasal Pn y el punto temporal Pt.

30 En la etapa 548, la unidad de control 400 determina entonces, en esta lista de puntos, el punto en el que la tasa de reparto Re satisface un segundo criterio de posicionamiento. Este segundo criterio de posicionamiento consiste más precisamente en determinar, de los puntos nasal Pn y temporal Pt, aquél en el que la tasa de reparto Re es máxima.

Si la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto nasal Pn, la unidad de control 400 considera que el punto temporal Pt constituye el segundo punto destacable Pr2.

35 Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto temporal Pt, la unidad de control 400 considera que el punto nasal Pn constituye el segundo punto destacable Pr2.

Después, a lo largo de una siguiente etapa 549, 550, la unidad de control 400 verifica si la tasa de reparto máxima anteriormente calculada es superior a la tasa umbral Re_{max} .

Si es así, en la etapa 551, la unidad de control detiene el algoritmo. El contorno final 29' se calcula entonces corrigiendo la tercera coordenada Z_i de cada punto P_i del contorno final 29' según la siguiente fórmula:

40
$$Z_i = Z_{2i} - Ep(P_i) \cdot (1 - Re_{det}).$$

En cambio, si no es así, en la etapa 552, 553, la unidad de control 400 continúa con el algoritmo y conserva la tercera coordenada Z_i del segundo punto destacable Pr2 sin cambiar.

<Ramificación 2.2.>

45 Ahora se considera el caso en el que la unidad de control 400 observa, tras la etapa 530, que existe un riesgo de colisión entre la plaqueta nasal del cerco de la montura y la arista periférica de la cara posterior 21 de la lente oftálmica 20.

En la etapa 560, la unidad de control 400 asigna el valor de la tasa de colisión Re_{coll} a la tasa de reparto en el punto

nasal $Re(P_n)$.

Después, en la etapa 561, la unidad de control 400 determina, de la lista de puntos constituida por el punto nasal P_n y por el punto temporal P_t , aquél en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ satisface un primer criterio de posicionamiento. Este criterio de posicionamiento consiste en este caso en determinar el punto en el que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima.

Si la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto nasal P_n , se considera este punto P_n como que es el primer punto destacable $Pr1$. En efecto es en este punto en el que el riesgo de un problema de montaje y estético es el más grande.

Entonces, en la etapa 562, la unidad de control 400 verifica si esta tasa de reparto $Re(Pr1)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

Si esta tasa de reparto $Re(Pr1)$ es inferior o igual a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 564 consiste en modificar la tercera coordenada Z_i de este primer punto destacable $Pr1$ de manera que se evita cualquier problema de montaje de la lente oftálmica 20 en su cerco. La tercera coordenada Z_i de este punto destacable $Pr1$ se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pr1) + S_{coll}.$$

A continuación se realizan la búsqueda del segundo punto destacable $Pr2$ y la corrección de su tercera coordenada Z_i tal como se ha expuesto en la ramificación 1.1.1 del organigrama.

Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(Pr1)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , la siguiente etapa 565 consiste en modificar de manera aún más sustancial la tercera coordenada Z_i de este primer punto destacable $Pr1$ de manera que se evita cualquier problema estético. La tercera coordenada Z_i de este punto destacable $Pr1$ se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(Pr1) \cdot (1 - Re_{det}).$$

A continuación se realizan la búsqueda del segundo punto destacable $Pr2$ y la corrección de su tercera coordenada Z_i tal como se ha expuesto en la ramificación 2.1.1 del organigrama.

Ahora se considera el caso en el que, tras la etapa 561, la unidad de control 400 observa que la tasa de reparto $Re(P_i)$ es máxima en el punto temporal P_t .

Entonces, en la etapa 563, la unidad de control 400 verifica si esta tasa de reparto $Re(P_t)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} .

Si no es así, el riesgo de colisión entre la plaqueta y el cristal se considera primordial. Entonces se considera el punto nasal P_n como que es el primer punto destacable $Pr1$, y se desvía el algoritmo hacia la etapa 564 mencionada anteriormente.

Por el contrario, si la tasa de reparto $Re(P_t)$ es superior a la tasa umbral Re_{max} , se considera el punto temporal P_t como que es el primer punto destacable $Pr1$.

La siguiente etapa 566 consiste entonces en modificar la tercera coordenada Z_i de este primer punto destacable $Pr1$ de manera que se evita cualquier problema estético. Se supone que esta modificación interacciona suficientemente sobre la posición del punto nasal P_n para evitar cualquier problema de colisión entre la plaqueta nasal y la lente oftálmica. La tercera coordenada Z_i del punto destacable $Pr1$ se define entonces de la siguiente manera:

$$Z_i = Z_{2i} - Ep(P_t) \cdot (1 - Re_{det}).$$

A continuación se realizan la búsqueda del segundo punto destacable $Pr2$ y la corrección de su tercera coordenada Z_i tal como se expuso en la ramificación 2.1.1 del organigrama.

Cálculo del perfil longitudinal final

A lo largo de una cuarta operación OP.4, la unidad de control 400 calcula la geometría del contorno final 29'. Este contorno final 29' se define como que resulta de una transformación geométrica del contorno inicial 29 que es tal que este contorno final 29' pasa por los dos puntos destacables $Pr1$, $Pr2$.

Esta transformación consiste en este caso en modificar las terceras coordenadas Z_i del conjunto de los puntos P_i del contorno inicial 29, a partir de la siguiente fórmula matemática:

$$Z'_i = a \cdot Z_i + b, \text{ siendo } a \text{ y } b \text{ unas constantes determinadas en función de las modificaciones de las posiciones axiales de los puntos destacables } Pr1, Pr2.$$

Esta transformación se podría realizar evidentemente de otra manera. En particular, podría afectar no solamente a

las terceras coordenadas Z_i de los puntos P_i del contorno inicial 29, sino al conjunto de sus tres coordenadas. En esta variante, normalmente se podrá prever no modificar la forma del contorno inicial 29, sino modificar únicamente su posición haciéndola bascular de tal manera que pase por los dos puntos destacables Pr1, Pr2.

Operación de afinado

- 5 A lo largo de una quinta operación OP.5, la unidad de control 400 controla el afinado de la lente oftálmica 20 con ayuda del aparato de afinado 300.

Esta operación de afinado se realiza en este caso en dos etapas de desbaste y de acabado.

Para el desbaste de la lente, se utiliza una muela cilíndrica que permite reducir de manera basta los radios de la lente en función de la geometría del contorno final 29'.

- 10 Después, para el acabado de la lente, se utiliza una muela de biselado que permite formar la nervadura de encajado 28 en el canto 23 de la lente oftálmica 20 de tal manera que el vértice de esta nervadura presenta exactamente la geometría del contorno final 29' indicado en el sistema de referencia de la lente oftálmica 20.

Una vez afinada, se extrae la lente oftálmica 20 del aparato de afinado 300, y después se encaja en el cerco correspondiente de la montura de gafas 10.

- 15 La presente invención no se limita en absoluto al modo de realización descrito y representado, sino que el experto en la materia sabrá aportar al mismo cualquier variante según su espíritu.

Tal como se ha expuesto anteriormente, la invención también se aplica a la preparación de lentes oftálmicas que se van a montar en monturas de gafas de media montura. El procedimiento de cálculo del contorno final se realiza entonces en cinco operaciones.

- 20 A lo largo de la primera operación, la unidad de control adquiere la geometría bidimensional del contorno inicial, por ejemplo a partir de una fotografía de la lente de presentación con que está equipada la montura de gafas de media montura. Para ello se trata la fotografía para determinar las coordenadas R_i , THETA_i de 360 puntos del contorno de esta lente de presentación.

- 25 A lo largo de la segunda operación, la unidad de control procede al preposicionamiento de este contorno inicial en la lente oftálmica, en tres etapas de centrado, de orientación y de ajuste idénticas a las expuestas anteriormente.

A lo largo de las tercera y cuarta operaciones, la unidad de control busca los dos puntos destacables de este contorno inicial, y deduce a partir de los mismos la geometría del contorno final en el sistema de referencia de la lente oftálmica (es decir la forma y la posición de este contorno final en la lente oftálmica).

- 30 Por último, a lo largo de la quinta operación, la unidad de control controla el afinado de la lente oftálmica en dos etapas de desbaste y de acabado. Para el acabado de la lente, se utiliza en este caso una fresa prevista en el módulo de acabado 303 del aparato de afinado 300, con el fin de realizar una ranura de encajado a lo largo de su perímetro.

- 35 Una vez afinada, se extrae la lente oftálmica del aparato de afinado, después se encaja en la nervadura prevista en la cara interior del arco correspondiente de la montura de gafas. Entonces se mantiene en posición con ayuda de un hilo de nailon acoplado en su ranura de encajado y conectado a los extremos del arco.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de cálculo de la geometría de un perfil longitudinal de una nervadura o ranura de acoplamiento (28) que se va a mecanizar en el canto (23) de una lente oftálmica (20), que comprende:
 - una operación de adquisición de la geometría de un perfil longitudinal inicial (29),
 - 5 - una operación de preposicionamiento de dicho perfil longitudinal inicial (29) en un sistema de referencia asociado a la lente oftálmica (20),
 - una operación de búsqueda de dos puntos destacables (Pr1, Pr2) de dicho perfil longitudinal inicial (29), distintos entre sí, durante la cual:
 - 10 a) se adquiere una pluralidad de características (Ep, Dav, Dar) relativas a la lente oftálmica (20) y/o al perfil longitudinal inicial (29),
 - b) se determina si una de dichas características adquiridas satisface un criterio de encarrilamiento, comparando el valor de esta característica adquirida con un valor umbral predeterminado,
 - 15 c) se selecciona el primer punto destacable (Pr1) de entre una primera lista de puntos de dicho perfil longitudinal inicial (29), como que es aquél en el que una de dichas características adquiridas satisface un primer criterio de posicionamiento, siendo este primer criterio de posicionamiento elegido en función del resultado de la etapa b),
 - d) se selecciona el segundo punto destacable (Pr2) de entre una segunda lista de puntos de dicho perfil longitudinal inicial (29), como que es aquél en el que una de dichas características adquiridas satisface un segundo criterio de posicionamiento, siendo esta segunda lista deducida del resultado de la etapa c),
 - 20 - una operación de corrección de la posición de cada punto destacable (Pr1, Pr2), según una dirección axial (Z_1) sustancialmente perpendicular a un plano medio de la lente oftálmica (20), y
 - una operación de cálculo de la geometría tridimensional de un perfil longitudinal final (29') en el sistema de referencia de la lente oftálmica (20), que resulta de una transformación geométrica del perfil longitudinal inicial (29) que es tal que el perfil longitudinal final (29') pasa por los primer y segundo puntos destacables (Pr1, Pr2) tal como se han modificado a lo largo de la operación anterior.
 - 25
2. Procedimiento de cálculo según la reivindicación anterior, en el que cada criterio de posicionamiento consiste en seleccionar, de entre los puntos de la primera o segunda lista de puntos, aquél en el que el valor de la característica adquirida es máximo o mínimo.
- 30 3. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada característica adquirida en la etapa a) se refiere a la geometría de la lente oftálmica (20) o a la posición axial del perfil longitudinal inicial (29) con respecto a una de las caras ópticas (21, 22) de la lente oftálmica (20).
4. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa b), dicho criterio de encarrilamiento se refiere al grosor (Ep) de la lente oftálmica (20) en por lo menos un punto del perfil longitudinal inicial (29).
- 35 5. Procedimiento de cálculo según la reivindicación anterior, en el que dicho criterio de encarrilamiento consiste en determinar si el grosor (Ep) mínimo de la lente oftálmica (20) a lo largo del perfil longitudinal inicial (29) es inferior a un umbral de grosor (S_{Ep}).
6. Procedimiento de cálculo según la reivindicación 4, en el que dicho criterio de encarrilamiento consiste en determinar si la distancia axial (Dar) entre la cara posterior (21) de la lente oftálmica (20) y el perfil longitudinal inicial (29) es, en por lo menos un punto situado en una zona nasal de este perfil longitudinal inicial (29), inferior a un umbral de interferencia (S_{coll}).
- 40 7. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa b), si no se satisface el criterio de encarrilamiento, está previsto determinar si una de las características adquiridas en la etapa a) satisface otro criterio de encarrilamiento, y, en la etapa c), se elige el primer criterio de posicionamiento en función también del resultado obtenido con este otro criterio de encarrilamiento.
- 45 8. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa c), el primer criterio de posicionamiento se refiere al grosor (Ep) mínimo de la lente oftálmica (20) a lo largo del perfil longitudinal inicial (29) y el primer punto destacable (Pr1) corresponde al punto del perfil longitudinal inicial (29) en el que el grosor de la lente oftálmica (20) es mínimo.
- 50 9. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa c), el primer criterio de posicionamiento se refiere a la relación (Re) entre la distancia axial (Dar) que separa el perfil longitudinal inicial

(29) de una de las caras ópticas (21, 22) de la lente oftálmica (20) y el grosor (Ep) de la lente oftálmica (20).

10. Procedimiento de cálculo según la reivindicación anterior, en el que, siendo dicha cara óptica la cara posterior (21) de la lente oftálmica (20), el primer punto destacable (Pr1) corresponde a aquél que, de entre la primera lista, presenta la relación (Re) máxima.

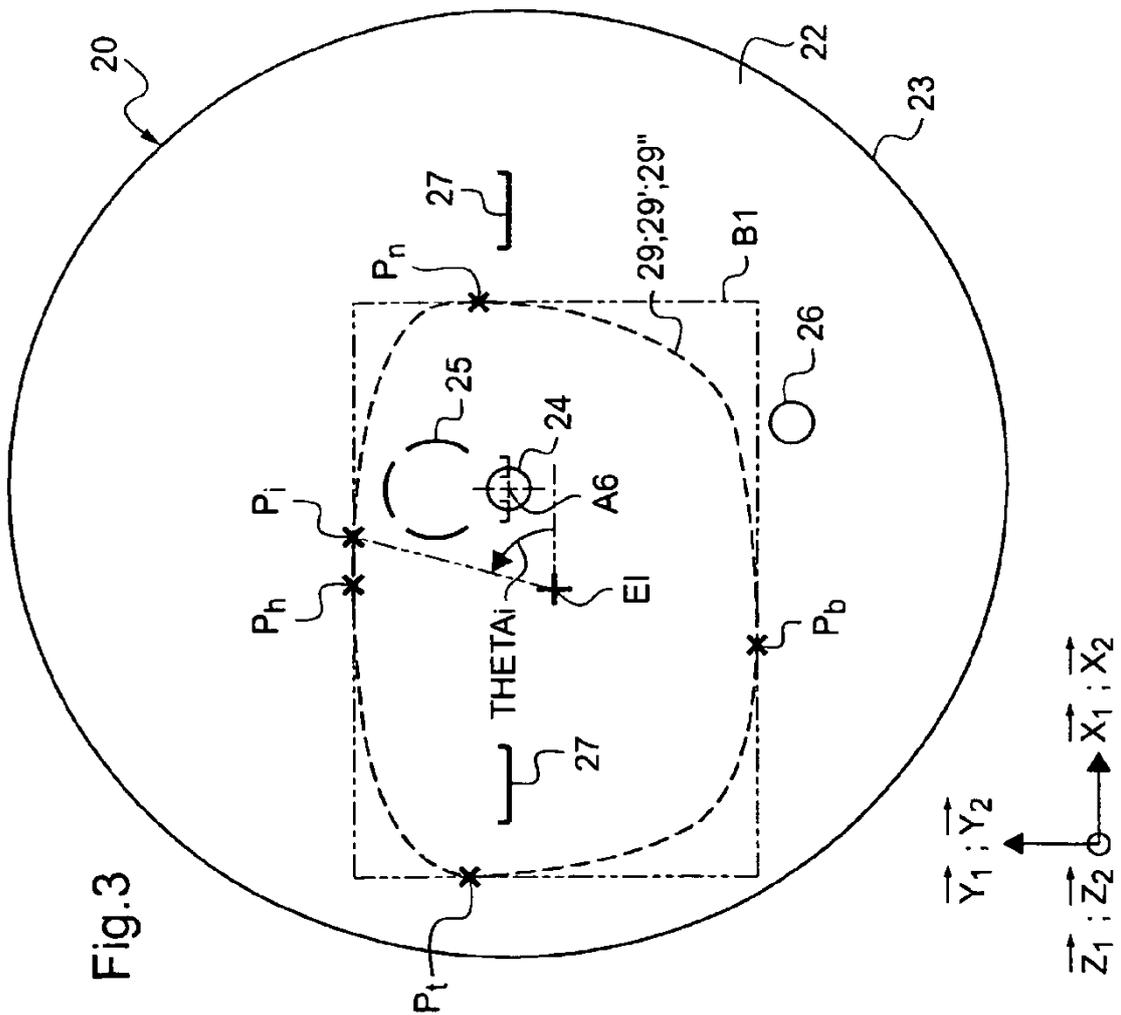
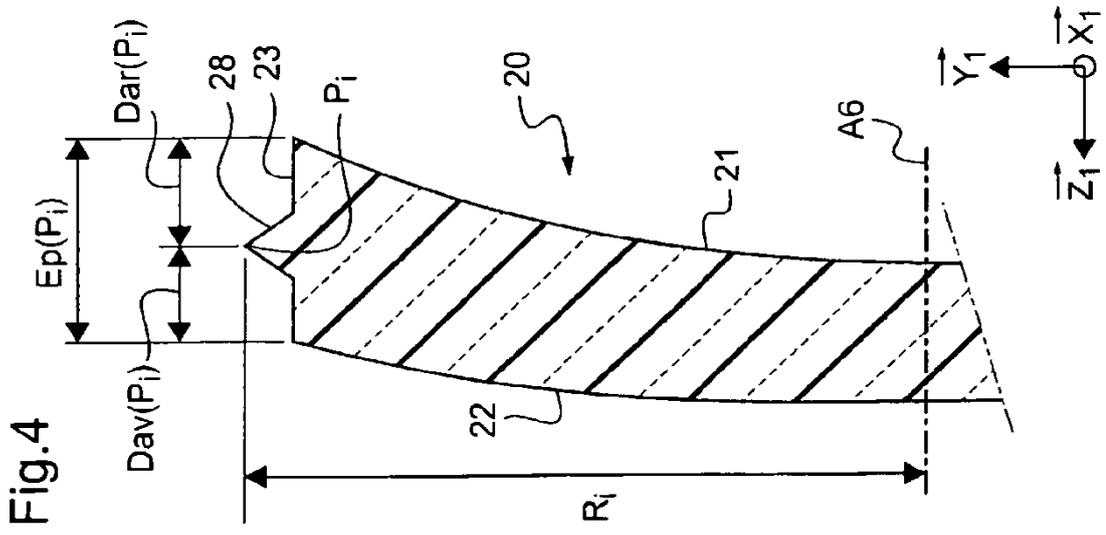
5 11. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones 9 y 10, en el que la primera lista de puntos comprende exactamente cuatro puntos (Ph, Pb, Pn, Pt) situados respectivamente a menos de 10 milímetros en abscisa curvilínea de los cuatro puntos de intersección del perfil longitudinal inicial (29) con los dos ejes de simetría del marco boxing (B1) de este perfil longitudinal inicial (29).

10 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la primera lista de puntos comprende exactamente cuatro puntos (Ph, Pb, Pn, Pt) situados respectivamente en la intersección del perfil longitudinal inicial (29) y del marco boxing (B1) de este perfil longitudinal inicial (29).

15 13. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda lista comprende dos puntos (Ph, Pb, Pn, Pt) situados a menos de 10 milímetros en abscisa curvilínea de los dos puntos de intersección del perfil longitudinal inicial (29) con uno de los dos ejes de simetría del marco boxing (B1) de este perfil longitudinal inicial (29), siendo este eje de simetría aquél que está más alejado del primer punto destacable (Pr1).

14. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo criterio de posicionamiento se refiere a la relación (Re) entre la distancia axial (Dar) que separa el perfil longitudinal inicial (29) de una de las caras ópticas (21) de la lente oftálmica (20) y el grosor (Ep) de la lente oftálmica (20).

20 15. Procedimiento de cálculo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que, en la etapa d), el segundo punto destacable (Pr2) se selecciona de manera que se extienda a por lo menos 30 milímetros en abscisa curvilínea del primer punto destacable (Pr1).



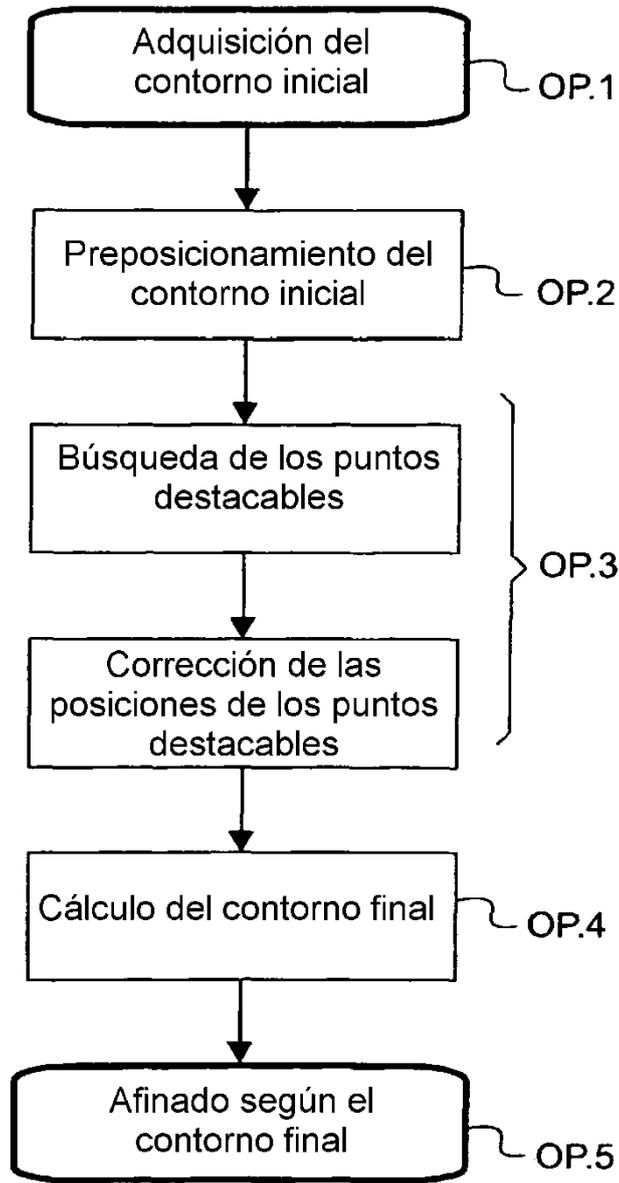


Fig.5

Fig.6A

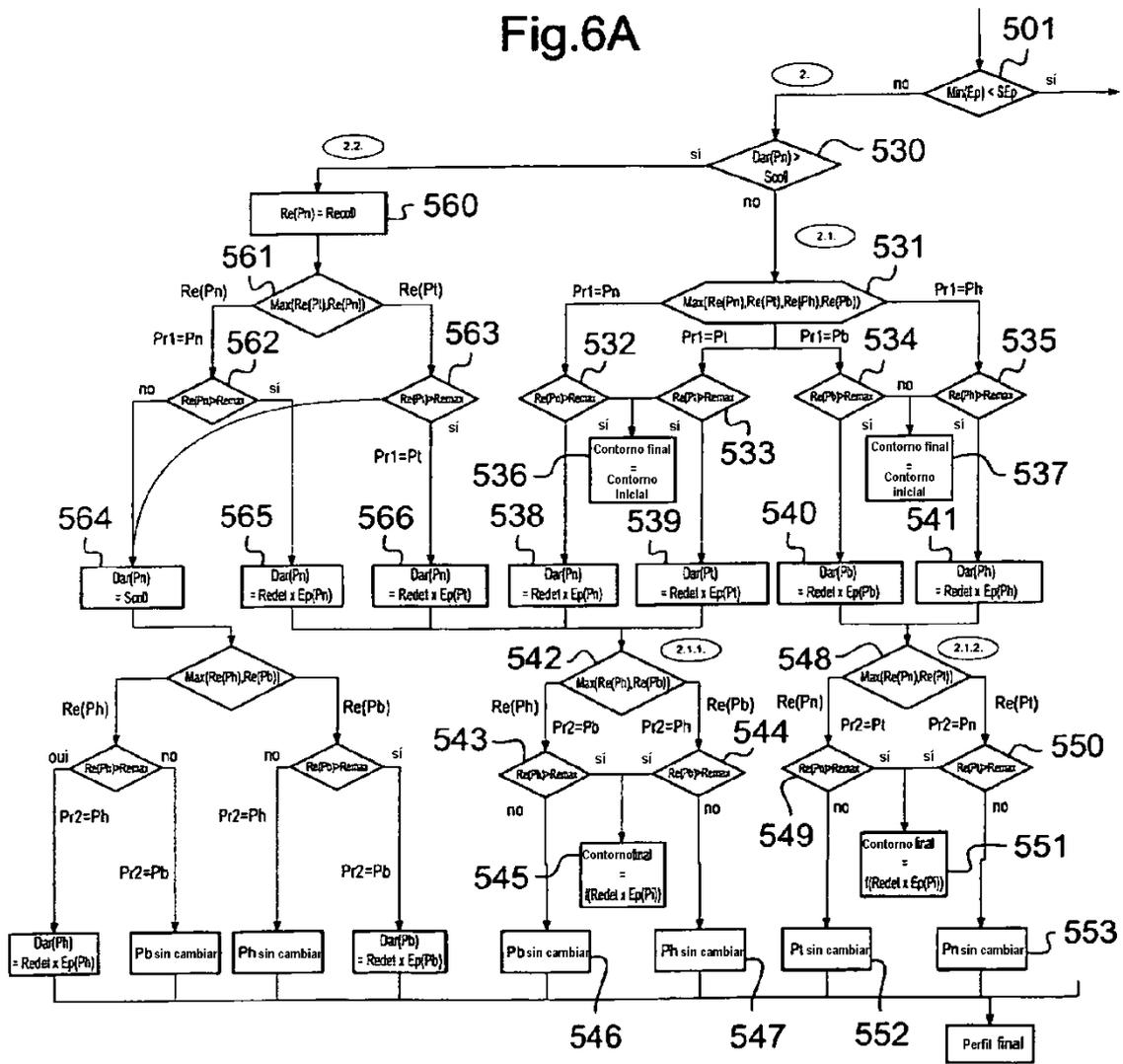


Fig.6B

