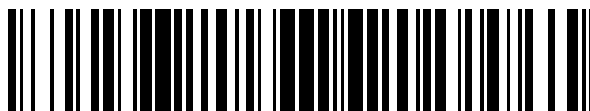


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 772**

51 Int. Cl.:

G02C 7/02 (2006.01)

G02C 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2011** **PCT/EP2011/070284**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012** **WO12119668**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2011** **E 11785003 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 2684094**

54 Título: **Un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva**

30 Prioridad:

07.03.2011 EP 11305234

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

27.12.2018

73 Titular/es:

ESSILOR INTERNATIONAL (100.0%)

147, rue de Paris

94220 Charenton-le-Pont , FR

72 Inventor/es:

DE ROSSI, HÉLÈNE y

MURADORE, FABIEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 694 772 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

Un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva

Descripción

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva. La invención se refiere además a una lente oftálmica progresiva, un procedimiento para fabricar un par de lentes oftálmicas progresivas, un conjunto de aparatos para fabricar un par de lentes oftálmicas, un conjunto de datos, un producto de programa informático y un medio legible por ordenador asociado a este procedimiento. La invención también se refiere a una pieza bruta de lente semiacabada y a un procedimiento para fabricar dicha pieza bruta.

10 Antecedentes de la invención

A un usuario se le puede prescribir una corrección de la potencia óptica positiva o negativa. Para los usuarios presbiopes, el valor de la corrección de potencia es diferente para la visión lejana y la visión cercana, debido a las dificultades de adaptación en la visión cercana. Por lo tanto, la prescripción comprende un valor de potencia de visión lejana y una adición que representa el incremento de potencia entre la visión lejana y la visión cercana. La adición se califica como adición prescrita. Las lentes oftálmicas adecuadas para usuarios presbiopes son lentes multifocales, las más adecuadas son lentes multifocales progresivas.

La prescripción oftálmica puede incluir un astigmatismo prescrito. Dicha prescripción es producida por el oftalmólogo en forma de un par formado por un valor de eje (en grados) y un valor de amplitud (en dioptrías). El valor de amplitud representa la diferencia entre la potencia mínima y máxima en una dirección dada que permite corregir el defecto visual de un usuario. Según la convención elegida, el eje representa la orientación de una de las dos potencias en relación con un eje de referencia y en el sentido de rotación elegido. Por lo general, se utiliza la convención TABO. En esta convención, el eje de referencia es horizontal y el sentido de rotación es en sentido antihorario para cada uno de los ojos, cuando mira al usuario. Un valor de eje de $+45^\circ$, por lo tanto, representa un eje orientado oblicuamente, que al mirar al usuario, se extiende desde el cuadrante ubicado hacia arriba a la derecha hasta el cuadrante ubicado hacia abajo a la izquierda. Dicha prescripción de astigmatismo se mide en el usuario que mira en la visión lejana. El término «astigmatismo» se utiliza para designar el par (amplitud, ángulo); a pesar de que este uso no es estrictamente correcto, este término también se utiliza para referirse a la amplitud del astigmatismo. El experto en la materia puede entender, a partir del contexto, qué significado debe ser considerado. También es conocido por los expertos en la técnica que la potencia y el astigmatismo prescritos de un usuario se denominan generalmente esfera SPH, cilindro CYL y eje. La figura 1 es una ilustración esquemática de la prescripción expresada en TABO referencial deseada para el ojo izquierdo de un usuario. El eje de la prescripción (65° aquí) da la dirección de la potencia más pequeña que es, en este caso, $3,50 \text{ d}$, mientras que la potencia más alta es a lo largo de la dirección que es perpendicular al eje de la prescripción y su valor corresponde a $+3,50 \text{ d} + 0,25 \text{ d} = 3,75 \text{ d}$. La potencia media (también llamada esfera media SM) es el promedio aritmético de la potencia más pequeña y la potencia más alta y es igual a $3,625 \text{ d}$.

Como se ha explicado anteriormente, las lentes positivas adecuadas para los usuarios presbiopes son las lentes multifocales progresivas. Sin embargo, dichas lentes inducen defectos ópticos que deben minimizarse para satisfacer al usuario. Cuando una imagen percibida por un usuario se forma a través de una lente, se producen varios fenómenos que degradan los rendimientos de la formación de imágenes de una lente. El defecto de potencia, el defecto de astigmatismo y las aberraciones de alto orden son ejemplos de defectos ópticos que afectan a la calidad óptica de la imagen, reduciendo así su nitidez y su contraste. Los defectos ópticos también modifican el aspecto del objeto percibido por el usuario. De hecho, un objeto puede aparecer distorsionado (la forma de la imagen se modifica) y/o deslocalizado en comparación con el objeto.

45 Cuando se diseña una lente multifocal progresiva, por lo tanto, se busca reducir lo más posible los defectos ópticos, incluso si no es posible anularlos completamente debido a causa del incremento de potencia. Por lo tanto, también se busca difundir los defectos de tal manera que la visión del usuario sea la menos afectada por los defectos ópticos restantes.

El experto en la materia sabe cómo compensar los defectos ópticos que comprenden, entre otros, el defecto de potencia y el defecto de astigmatismo como se describen en los documentos EP-A-0.990.939, US-A-5.270.746 (EP-A-0.461.624) y WO-A-98 12590. El diseñador de lentes debe manejar dos restricciones contradictorias a la hora de compensar los defectos ópticos. Por un lado, necesita diseñar grandes zonas centrales para proporcionar al usuario una visión cómoda, al leer, por ejemplo. Esto se puede hacer eliminando los defectos ópticos en las zonas laterales del campo de visión, lo que produce gradientes importantes en la periferia del campo de visión que afectan a la visión dinámica. Por otro lado, el diseñador necesita limitar los gradientes en la periferia del campo de visión para mejorar la visión dinámica; esto es perjudicial para el tamaño de la zona de visión central. Los procedimientos conocidos obligan a un compromiso entre el rendimiento de la visión central y la periférica.

Además, los procedimientos mencionados anteriormente solo tienen en cuenta criterios ópticos que, en primer lugar, mejoran o degradan la nitidez de la imagen percibida por el usuario. Por ejemplo, tratan con criterios de potencia, astigmatismo y orden superior de aberración. El diseñador de lentes asumirá un compromiso entre esos criterios para limitar la distorsión de la imagen percibida a través de la lente. Por lo tanto, las lentes son típicamente un

5

Compendio de la invención

El objetivo de la presente invención es aliviar al menos en parte los inconvenientes mencionados anteriormente.

Más particularmente, la invención tiene como objetivo mejorar la comodidad de llevar una lente oftálmica para el usuario a quien se destina la lente al mejorar el rendimiento de la lente en relación con la deformación de la imagen, es decir, la distorsión y al mismo tiempo que garantiza una buena nitidez.

10

Este objetivo se consigue con un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva según la reivindicación 1. Según una realización, los ejes de referencia primero y segundo son determinados respectivamente por la primera y segunda partes de la primera superficie y la primera superficie se modifica de modo que:

15

- sobre la primera parte, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia; y

- sobre la segunda parte, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia.

Según otra realización, el primer eje de referencia es determinado por la primera parte de la primera superficie y en la que la primera superficie se modifica de modo que:

20

- sobre la primera parte, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia; y

- sobre la segunda parte, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia.

Según otra realización, el segundo eje de referencia es determinado por la segunda parte de la primera superficie y en la que la primera superficie se modifica de modo que:

25

- sobre la primera parte, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia; y

- sobre la segunda parte, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia.

30

Según una realización, la primera superficie se modifica de modo que la primera superficie sea una superficie tórica con el eje de cilindro en cada uno de los puntos establecidos en el eje de referencia determinado.

El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el eje promedio del astigmatismo de la función óptica objetivo es el eje promedio del astigmatismo prescrito o el eje promedio del astigmatismo total o el eje promedio del astigmatismo residual para las direcciones de la mirada que intersectan la primera superficie sobre la parte considerada.

35

Según una realización, el primer eje de referencia se establece en el eje promedio del astigmatismo sobre la primera parte temporal y en el que el segundo eje de referencia se establece en el eje promedio del astigmatismo sobre la segunda parte nasal.

Según una realización, cada eje de referencia respectivo está definido por optimización óptica para minimizar la distorsión sobre la parte respectiva.

40

Según una realización, la primera superficie tiene una parte superior constituida por puntos de intersección con direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente negativo y una parte inferior de la lente constituida por puntos de intersección con direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente positivo, un eje vertical que se define basándose en el micromarcado de la lente, la primera superficie que también se modifica de modo que:

45

- sobre la primera parte, el valor medio de la esfera disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior, y

- sobre la segunda parte, el valor medio de la esfera disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior.

La invención también se refiere a una lente oftálmica progresiva según la reivindicación 9. Según otra realización, la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro igual a 155° más o menos 20° , y
- en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro igual a 27° más o menos 20° .

5 Según otra realización, la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro comprendido entre 0° y 90° ; y
- en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro comprendido entre 0° y 90° y de modo que la diferencia de ángulo en el valor absoluto entre el eje de cilindro en la primera parte y el eje de cilindro en la segunda parte es superior a 20° ($|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| > 20^\circ$), el eje de cilindro que se define como el eje de la esfera máxima.

10 Según otra realización, la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro comprendido entre 0° y 70° ; y
- en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro comprendido entre 0° y 70° , el eje de cilindro se define como el eje de la esfera máxima.

Según otra realización, la primera superficie tiene:

- 15
- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro comprendido entre 110° y 180° ; y
 - en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro comprendido entre 110° y 180° , el eje del cilindro se define como el eje de la esfera máxima.

Según otra realización, la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro que está comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$; y
- en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro que está comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$,

γ_T que es el eje medio del astigmatismo de la lente sobre la primera parte de la zona temporal.

Según otra realización, la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal, el eje de cilindro que está comprendido entre $[\gamma_N - 20^\circ; \gamma_N + 20^\circ]$; y
- en la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro que está comprendido entre $[\gamma_N - 20^\circ; \gamma_N + 20^\circ]$,

25 γ_N que es el eje medio del astigmatismo de la lente sobre la primera parte de la zona nasal.

Según otra realización, la primera superficie tiene el eje de cilindro en la segunda parte de la zona nasal igual al eje de cilindro en la primera parte de la zona temporal.

Según otra realización, la primera superficie es una superficie tórica:

30 Según una realización, el eje de astigmatismo es el eje de astigmatismo prescrito o es el eje de astigmatismo residual de la lente en las partes consideradas o es el eje de astigmatismo total de la lente en las partes consideradas, el astigmatismo total que es la combinación entre el astigmatismo residual y el astigmatismo prescrito.

Según otra realización, la lente tiene, cuando se lleva, una parte superior definida para unas direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente negativo y una parte inferior de la lente definida para unas direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente positivo, un eje vertical que se define basándose en el micromarcado de la lente, y en la que la primera superficie tiene:

- 35
- en al menos una primera parte de la zona temporal, un valor medio de la esfera que disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior;
 - en al menos una segunda parte de la zona nasal, un valor medio de la esfera que disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior.

40 Según otra realización, la primera superficie tiene un valor medio de la esfera que permanece sustancialmente constante a lo largo del meridiano.

La invención también se refiere a un producto de programa informático que comprende una o más secuencias de instrucciones almacenadas que son accesibles para un procesador y que, cuando son ejecutadas por el procesador, hacen que el procesador lleve a cabo las etapas del procedimiento de la invención. La invención también se refiere a un medio legible por ordenador que lleva a cabo una o más secuencias de instrucciones del producto de programa informático de la invención. La invención se refiere además a un conjunto de datos que comprenden datos relacionados con una primera superficie de una lente determinada según el procedimiento de la invención.

La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar una lente oftálmica progresiva, que comprende las etapas de:

- proporcionar datos relativos a los ojos de un usuario,
- transmitir datos relativos al usuario,
- determinar una primera superficie de una lente según el procedimiento de la invención,
- transmitir datos relativos a la primera superficie,
- llevar a cabo una optimización óptica de la lente basada en los datos transmitidos en relación con la primera superficie,
- transmitir el resultado de la optimización óptica,
- fabricar la lente oftálmica progresiva según el resultado de la optimización óptica.

La invención se refiere además a un conjunto de aparatos para fabricar una lente oftálmica progresiva, en la que los aparatos están adaptados para llevar a cabo las etapas de dicho procedimiento.

La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar una pieza bruta de lente semiacabada que comprende las etapas de:

- definir una primera superficie y una segunda superficie inacabada, la primera superficie que tiene en cada uno de los puntos un valor medio de la esfera y un valor de cilindro y el eje de cilindro;
- la elección de las funciones ópticas objetivo adecuadas para un conjunto de prescripción dado, la función óptica objetivo que define, para cada una de las direcciones de la mirada cuando se lleva la lente, una potencia refractiva, un módulo de astigmatismo y un eje de astigmatismo, cada una de las direcciones de la mirada correspondiente a un ángulo descendente y a un ángulo de acimut;
- definir un meridiano principal que separa la primera superficie en una zona nasal y una zona temporal;
- definir al menos una primera parte en la zona temporal y al menos una segunda parte en la zona nasal;
- para al menos una de la primera o la segunda parte de la primera superficie, determinar respectivamente un primer o un segundo eje de referencia, el primer eje de referencia que se establece en un valor comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ con γ_T que es el eje promedio del astigmatismo de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que intersecan la primera superficie sobre la primera parte temporal, y el segundo eje de referencia se establece en un valor comprendido entre $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$ con γ_N que es el eje promedio del astigmatismo de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que intersecan la primera superficie sobre la segunda parte nasal;
- determinar la primera superficie de modo que:
 - sobre la primera parte, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia; o
 - sobre la segunda parte, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia;
- revestir o moldear la primera superficie.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán a partir de la siguiente descripción de las realizaciones de la invención, dadas como ejemplos no limitativos, en referencia a los dibujos adjuntos que se enumeran a continuación.

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 muestra una ilustración esquemática de la prescripción deseada para el ojo izquierdo de un usuario expresada en la convención TABO;
- La figura 2 ilustra el eje de astigmatismo y de una lente en la convención TABO;
- La figura 3 ilustra el eje de cilindro γ_{AX} en una convención utilizada para caracterizar una superficie esférica;
- 5 • La figura 4 ilustra la esfera local a lo largo de cualquier eje;
- La figura 5 es una ilustración de la variación de un valor de esfera local según la fórmula de Gauss;
- Las figuras 6 y 7 muestran una referencia definida con respecto al micromarcado, para una superficie que lleva el micromarcado y para una superficie que no lleva el micromarcado, respectivamente;
- Las figuras 8 y 9 muestran, esquemáticamente, los sistemas ópticos de ojo y lente;
- 10 • La figura 10 muestra un trazado de rayos desde el centro de rotación del ojo;
- Las figuras 11, 12 y 13 muestran el efecto de la distorsión en visión estática y las maneras de cuantificar este fenómeno;
- Las figuras 14 y 15 muestran las zonas de visión de campo de una lente;
- Las figuras 16 y 17 muestran los fenómenos responsables de la distorsión;
- 15 • La figura 18 es un diagrama de flujo esquemático de las etapas del procedimiento para determinar una lente progresiva según la invención;
- La figura 19 muestra elementos de la lente;
- La figura 20a muestra esquemáticamente una superficie delantera de una lente obtenida por el procedimiento para determinar una lente progresiva según una primera realización de la invención;
- 20 • La figura 20b muestra esquemáticamente una superficie delantera de una lente obtenida por el procedimiento para determinar una lente progresiva según una segunda realización de la invención;
- La figura 20c muestra esquemáticamente una superficie delantera de una lente obtenida por el procedimiento para determinar una lente progresiva según una tercera realización de la invención;
- La figura 20d muestra esquemáticamente una superficie delantera de una lente obtenida por el
- 25 procedimiento para determinar una lente progresiva según una cuarta realización de la invención;
- Las figuras 21 y 22 ilustran la evolución del valor de esfera de las superficies delanteras de las lentes obtenidas por el procedimiento para determinar una lente progresiva según la invención;
- La figura 23 muestra la evolución del valor de aumento en función de θ ;
- La figura 24 muestra la evolución para una dirección de la mirada de la diferencia entre el aumento a lo
- 30 largo del eje de astigmatismo de la lente y el aumento a lo largo del eje perpendicular al eje de astigmatismo de la lente en función del eje de cilindro de la superficie delantera;
- Las figuras 25 y 26 ilustran la evolución de las curvaturas de las lentes obtenidas por un procedimiento para determinar una lente progresiva según la invención;
- Las figuras 27 a 30 ilustran ejemplos de la función óptica objetivo de las lentes según la invención para el
- 35 usuario con la adición prescrita de 1 dioptría y astigmatismo (valor (dioptrías), eje ($^\circ$)) de (0;0), (2,40), (1,20) y (3,120) respectivamente;
- Las figuras 31 y 32 muestran un primer ejemplo de una lente según la invención;
- Las figuras 33 y 34 muestran un segundo ejemplo de una lente según la invención;
- Las figuras 35 y 36 muestran un tercer ejemplo de una lente según la invención;
- 40 • Las figuras 37 y 38 muestran un cuarto ejemplo de una lente según la invención;

- La figura 39 ilustra un aparato para procesar el procedimiento de la invención;
- La figura 40 es un diagrama de flujo de un procedimiento para fabricar una lente según la invención;
- Las figuras 41 a 108 muestran las características de superficie, los rendimientos ópticos y las comparaciones de la distorsión para 12 ejemplos de lentes.

5 Se puede apreciar que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no necesariamente han sido dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos en las figuras pueden ser exageradas con respecto a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

10 Se propone un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva. Este procedimiento permite una distorsión mejorada sin degradar el rendimiento en términos de corrección de la potencia óptica y el astigmatismo. Esto resulta en una mayor comodidad para el usuario.

Una lente progresiva comprende dos superficies esféricas no rotacionales simétricas, por ejemplo, entre otras, superficie progresiva, superficie regresiva, superficies tórica o atórica.

15 Como es sabido, una curvatura mínima $CURV_{\min}$ se define en cualquier punto en una superficie esférica mediante la fórmula:

$$CURV_{\min} = \frac{1}{R_{\max}}$$

donde $R_{\max}$ es el radio de curvatura local máximo, expresado en metros y $CURV_{\min}$ se expresa en dioptrías.

20 De manera similar, una curvatura máxima $CURV_{\max}$ se define en cualquier punto en una superficie esférica mediante la fórmula:

$$CURV_{\max} = \frac{1}{R_{\min}}$$

donde $R_{\min}$ es el radio de curvatura local mínimo, expresado en metros y $CURV_{\max}$ se expresa en dioptrías.

25 Se puede observar que cuando la superficie es localmente esférica, el radio de curvatura local mínimo $R_{\min}$ y el radio de curvatura local máximo $R_{\max}$ son los mismos y, en consecuencia, las curvaturas mínimas y máximas $CURV_{\min}$ y $CURV_{\max}$ también son idénticas. Cuando la superficie es esférica, el radio de curvatura local mínimo $R_{\min}$ y el radio de curvatura local máximo $R_{\max}$ son diferentes.

A partir de estas expresiones de las curvaturas mínimas y máximas $CURV_{\min}$ y $CURV_{\max}$, las esferas mínimas y máximas etiquetadas $SPH_{\min}$ y $SPH_{\max}$ se pueden deducir según el tipo de superficie considerada.

Cuando la superficie considerada es la superficie lateral del objeto, las expresiones son las siguientes:

$$30 \quad SPH_{\min} = (n-1) * CURV_{\min} = \frac{n-1}{R_{\max}} \quad \text{y} \quad SPH_{\max} = (n-1) * CURV_{\max} = \frac{n-1}{R_{\min}}$$

donde n es el índice del material constituyente de la lente.

Si la superficie considerada es la superficie lateral del globo ocular, las expresiones son las siguientes:

$$SPH_{\min} = (1-n) * CURV_{\min} = \frac{1-n}{R_{\max}} \quad \text{y} \quad SPH_{\max} = (1-n) * CURV_{\max} = \frac{1-n}{R_{\min}}$$

donde n es el índice del material constituyente de la lente.

35 Como es sabido, una esfera media SPH_{media} en cualquier punto de una superficie esférica también se puede definir mediante la fórmula:

$$SPH_{\text{media}} = \frac{1}{2} (SPH_{\min} + SPH_{\max})$$

La expresión de la esfera media por lo tanto depende de la superficie considerada:

$$SPH_{media} = \frac{n-1}{2} \left(\frac{1}{R_{mín}} + \frac{1}{R_{máx}} \right)$$

- si la superficie es la superficie lateral del objeto,

$$SPH_{media} = \frac{n-1}{2} \left(\frac{1}{R_{mín}} + \frac{1}{R_{máx}} \right)$$

- si la superficie es la superficie lateral del globo ocular,
- Un cilindro CYL también se define mediante la fórmula $CYL = |SPH_{máx} - SPH_{mín}|$.

5 Las características de cualquier cara esférica de la lente pueden expresarse por medio de las esferas y cilindros medios locales. Una superficie puede considerarse como esférica localmente cuando el cilindro tiene al menos 0,25 dioptrías.

Para una superficie esférica, el eje de cilindro local γ_{AX} puede ser definido adicionalmente. La figura 2 ilustra el eje de astigmatismo y tal como se define en la convención TABO y la figura 3 ilustra el eje de cilindro γ_{AX} en una convención definida para caracterizar una superficie esférica.

10 El eje de cilindro γ_{AX} es el ángulo de orientación de la curvatura máxima $CURV_{máx}$ en relación con un eje de referencia y en el sentido de rotación elegido. En la convención definida anteriormente, el eje de referencia es horizontal (el ángulo de este eje de referencia es 0°) y el sentido de rotación es en sentido antihorario para cada uno de los ojos, cuando mira al usuario ($0^\circ \leq \gamma_{AX} \leq 180^\circ$). Un valor de eje para el eje de cilindro γ_{AX} de $+45^\circ$, por lo tanto, representa un eje orientado oblicuamente, que al mirar al usuario, se extiende desde el cuadrante ubicado hacia

15 arriba a la derecha hasta el cuadrante ubicado hacia abajo a la izquierda.

Además, basándose en el conocimiento del valor del eje de cilindro local γ_{AX} , la fórmula de Gauss permite expresar la esfera SPH local a lo largo de cualquier eje θ , θ que es un ángulo dado en el referencial definida en la figura 3. El eje θ se muestra en la figura 4.

$$SPH(\theta) = SPH_{máx} \cos^2(\theta - \gamma_{AX}) + SPH_{mín} \sin^2(\theta - \gamma_{AX})$$

20 Como era de esperar, al usar la fórmula de Gauss, $SPH(\gamma_{AX}) = SPH_{máx}$ y $SPH(\gamma_{AX} + 90^\circ) = SPH_{mín}$.

La figura 5 es una ilustración de dicha variación para un ejemplo de un punto de la superficie del objeto. Esta es la curva 22. En este caso particular, la esfera máxima es 7,0 δ , la esfera mínima es 5,0 δ y $\gamma_{AX} = 65^\circ$.

La fórmula de Gauss también se puede expresar en términos de curvatura, de modo que la curvatura $CURV$ a lo largo de cada uno de los ejes forma un ángulo θ con el eje horizontal mediante:

$$25 \quad CURV(\theta) = CURV_{máx} \cos^2(\theta - \gamma_{AX}) + CURV_{mín} \sin^2(\theta - \gamma_{AX})$$

Así, una superficie puede ser definida localmente por un triplete constituido por la esfera máxima $SPH_{máx}$, la esfera mínima $SPH_{mín}$ y el eje de cilindro γ_{AX} . De forma alternativa, el triplete puede estar constituido por la esfera media SPH_{media} , el cilindro CYL y el eje de cilindro γ_{AX} .

30 Cuando una lente se caracteriza por referencia a una de sus superficies esféricas, se define un referencial con respecto al micromarcado tal como se ilustra en las figuras 6 y 7, para una superficie que lleva el micromarcado y para una superficie que no lleva el micromarcado respectivamente.

Las lentes progresivas comprenden micromarcado que se han hecho obligatorias según una norma armonizada ISO 8990-2. También se puede aplicar un marcado temporal en la superficie de la lente, que indica las posiciones de los puntos de control en la lente, tal como un punto de control para la visión lejana, un punto de control para la visión

35 cercana, un punto de referencia de un prisma y una cruz de ajuste, por ejemplo. Si el micromarcado temporal es ausente o se ha borrado, siempre es posible que un experto en la técnica coloque los puntos de control en la lente utilizando una tabla de montaje y el micromarcado permanente.

El micromarcado también permite definir el referencial para ambas superficies de la lente.

40 La figura 6 muestra el referencial para la superficie que lleva el micromarcado. El centro de la superficie ($x=0$, $y=0$) es el punto de la superficie en el que la N normal a la superficie interseca el centro del segmento que une los dos micromarcados. MG es el vector unitario colineal definido por los dos micromarcados. El vector Z del referencial es igual a la normal unitaria ($Z=N$); el vector Y del referencial es igual al producto vectorial de Z por MG; el vector X del referencial es igual al producto vectorial de Y por Z. {X, Y, Z} por lo tanto forman un triédrico ortonormal directo. El centro del referencial es el centro de la superficie $x=0$ mm, $y=0$ mm. El eje X es el eje horizontal y el eje Y es el eje

45 vertical como se muestra en la figura 3.

La figura 7 muestra el referencial de la superficie opuesta a la superficie que lleva el micromarcado. El centro de esta segunda superficie ($x=0$, $y=0$) es el punto en el que la N normal interseca el centro del segmento que une los dos micromarcados en la primera superficie que interseca la segunda superficie. El referencial de la segunda superficie se construye de la misma manera que el referencial de la primera superficie, es decir, el vector Z es igual a la normal unitaria de la segunda superficie; el vector Y es igual al producto vectorial de Z por MG; el vector X es igual al producto vectorial de Y por Z. En cuanto a la primera superficie, el eje X es el eje horizontal y el eje Y es el eje vertical como se muestra en la figura 3. El centro del referencial de la superficie también es $x=0\text{mm}$, $y=0\text{mm}$.

De manera similar, en una pieza bruta de lente semiacabada, la norma ISO 10322-2 requiere que se aplique el micromarcado. Por lo tanto, el centro de la superficie esférica de una pieza bruta de lente semiacabada se puede determinar, así como un referencial, tal como se ha descrito anteriormente.

Además, una lente multifocal progresiva también puede definirse por características ópticas, teniendo en cuenta la situación de la persona que lleva las lentes.

Las figuras 8 y 9 son ilustraciones esquemáticas de sistemas ópticos de ojo y lente, que muestran las definiciones utilizadas en la descripción. Más exactamente, la figura 8 representa una vista en perspectiva de dicho sistema que ilustra los parámetros α y β utilizados para definir una dirección de la mirada. La figura 9 es una vista en el plano vertical paralelo al eje anteroposterior de la cabeza del usuario y pasa a través del centro de rotación del ojo en el caso de que el parámetro β es igual a 0.

El centro de rotación del ojo está etiquetado como Q'. El eje Q'F', que se muestra en la figura 9 en una línea discontinua, es el eje horizontal que pasa por el centro de rotación del ojo y se extiende delante del usuario, es decir, el eje Q'F' correspondiente a la vista principal de la mirada. Este eje corta la superficie esférica de la lente en un punto llamado cruz de ajuste, que está presente en las lentes para permitir la colocación de las lentes en una montura por parte de un óptico. El punto de intersección de la superficie trasera de la lente y el eje Q'F' es el punto O. O puede ser la cruz de ajuste si está ubicada en la superficie trasera. Una esfera del vértice, de centro Q' y de radio q' , que es tangencial a la superficie trasera de la lente en un punto del eje horizontal. Como ejemplos, un valor de radio q' de 25,5 mm corresponde a un valor habitual y proporciona resultados satisfactorios al llevar las lentes.

Una dirección dada de la mirada, representada por una línea continua en la figura 8, corresponde a una posición del ojo en rotación alrededor de Q' y a un punto J de la esfera del vértice; el ángulo β es el ángulo formado entre el eje Q'F' y la proyección de la línea recta Q'J en el plano horizontal que comprende el eje Q'F'; este ángulo aparece en el esquema de la figura 8. El ángulo α es el ángulo formado entre el eje Q'J y la proyección de la línea recta Q'J en el plano horizontal que comprende el eje Q'F'; este ángulo aparece en el esquema de las figuras 8 y 9. Una vista dada de la mirada corresponde así a un punto J de la esfera del vértice o a una pareja (α , β). Cuanto más positivo sea el valor del ángulo descendente de la mirada, más bajará la mirada y más negativo será el valor de la mirada.

En una dirección dada de la mirada, la imagen de un punto M en el espacio del objeto, ubicada a una distancia dada del objeto, se forma entre dos puntos S y T correspondientes a las distancias JS y JT, lo que sería las distancias focales locales sagital y tangencial. La imagen de un punto en el espacio de objeto en el infinito se forma en el punto F'. La distancia D corresponde al plano delantero trasero de la lente.

Un ergorama es una función que asocia a cada una de las direcciones de la mirada la distancia habitual de un punto del objeto. Típicamente, en la visión lejana que sigue la dirección principal de la mirada, el punto del objeto está en el infinito. En la visión cercana, que una dirección de la mirada que corresponde esencialmente a un ángulo α del orden de 35° y a un ángulo β del orden de 5° en valor absoluto hacia el lado nasal, la distancia del objeto es del orden de 30 a 50 cm. Para más detalles sobre una posible definición de un ergorama, se puede considerar la patente de EE. UU. US-A-6.318.859. Este documento describe un ergorama, su definición y su procedimiento de modelado. Para un procedimiento de la invención, los puntos pueden estar en el infinito o no. El ergorama puede ser una función de la ametropía del usuario.

Usando estos elementos, es posible definir una potencia óptica y un astigmatismo en cada una de las direcciones de la mirada. Un punto del objeto M a una distancia del objeto dada por el ergorama se considera para una dirección de la mirada (α , β). Una proximidad al objeto ProxO se define para el punto M en el rayo de luz correspondiente en el espacio del objeto como la inversa de la distancia MJ entre el punto M y el punto J de la esfera del vértice:

$$\text{ProxO} = 1/MJ$$

Esto permite calcular la proximidad del objeto dentro de una aproximación de lente delgada para todos los puntos de la esfera del vértice, que se utiliza para la determinación del ergorama. Para una lente real, la proximidad del objeto se puede considerar como la inversa de la distancia entre el punto del objeto y la superficie delantera de la lente en el rayo de luz correspondiente.

Para la misma dirección de la mirada (α , β), la imagen de un punto M que tiene una proximidad determinada del objeto se forma entre dos puntos S y T que corresponden respectivamente a las distancias focales mínimas y máximas (que serían las distancias focales sagitales y tangenciales). La cantidad ProxI se denomina proximidad de imagen del punto M:

$$Pr_{oxI} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

Por analogía con el caso de una lente delgada, por lo tanto, se puede definir, para una dirección dada de la mirada y para una proximidad dada del objeto, es decir, para un punto del espacio del objeto en el rayo de luz correspondiente, una potencia óptica Pui como la suma de la proximidad de la imagen y la proximidad del objeto.

$$Pui = Pr_{oxO} + Pr_{oxI}$$

Con las mismas notaciones, se define un astigmatismo Ast para cada dirección de la mirada y para una proximidad dada de un objeto como:

$$Ast = \left| \frac{1}{JT} - \frac{1}{JS} \right|$$

Esta definición corresponde al astigmatismo de un haz de rayos creado por la lente. Se puede observar que la definición otorga, en la dirección principal de la mirada, el valor clásico del astigmatismo. El ángulo de astigmatismo, generalmente llamado eje, es el ángulo γ . El ángulo γ se mide en la montura $\{Q', x_m, y_m, z_m\}$ vinculada al ojo. Corresponde al ángulo con el que se forma la imagen S o T en función de la convención utilizada en relación con la dirección z_m en el plano $\{Q', z_m, y_m\}$.

Las posibles definiciones de la potencia óptica y el astigmatismo de la lente, en las condiciones de uso, se pueden calcular como se explica en el artículo por B. Bourdoncle y col., titulado "Ray tracing through progressive ophthalmic lenses", 1990 International Lens Design Conference, D.T. Moore ed., Proc. Soc. Photo. Opt. Instrum. Eng. Las condiciones de uso estándar deben entenderse como la posición de la lente en relación con el ojo de un usuario estándar, definida en particular por un ángulo pantoscópico de -8° , una distancia lente-pupila de 12 mm, un centro de rotación ojo-pupila de 13,5 mm y un ángulo de envoltura de 0° . El ángulo pantoscópico es el ángulo en el plano vertical entre el eje óptico de la lente para las gafas y el eje visual del ojo en la posición principal, que normalmente se considera horizontal. El ángulo de envoltura es el ángulo en el plano horizontal entre el eje óptico de la lente para las gafas y el eje visual del ojo en la posición principal, que normalmente se considera horizontal. Se pueden usar otras condiciones. Las condiciones de uso se pueden calcular a partir de un programa de trazado de rayos para una lente dada. Además, la potencia óptica y el astigmatismo se pueden calcular de modo que la prescripción se cumpla en los puntos de referencia (es decir, los puntos de control en la visión lejana) y para un usuario que lleve sus gafas en las condiciones de uso, o se pueden medir mediante un frontofocómetro.

La figura 10 representa una vista en perspectiva de una configuración en la que los parámetros α y β son distintos a cero. El efecto de la rotación del ojo se puede ilustrar mostrando una montura fija $\{x, y, z\}$ y una montura $\{x_m, y_m, z_m\}$ vinculada al ojo. La montura $\{x, y, z\}$ tiene su origen en el punto Q'. El eje x es el eje Q'O y está orientado desde la lente hacia el ojo. El eje y es vertical y está orientado hacia arriba. El eje z es de modo que la montura $\{x, y, z\}$ sea ortogonal y directo. La montura $\{x_m, y_m, z_m\}$ está vinculada al ojo y su centro es el punto Q'. El eje x_m corresponde a la dirección de la mirada JQ'. Por lo tanto, para una dirección principal de la mirada, las dos monturas $\{x, y, z\}$ y $\{x_m, y_m, z_m\}$ son la misma. Se sabe que las propiedades de una lente pueden expresarse de varias maneras diferentes y notablemente en superficie y ópticamente. Una caracterización de superficie es, por lo tanto, equivalente a una caracterización óptica. En el caso de una pieza bruta, solo se puede utilizar una caracterización de superficie. Debe entenderse que una caracterización óptica requiere que la lente se haya mecanizado según la prescripción del usuario. En cambio, en el caso de una lente oftálmica, la caracterización puede ser de una superficie u óptica, ambas caracterizaciones permiten describir el mismo objeto desde dos puntos de vista diferentes. Cuando la caracterización de la lente es de tipo óptico, se refiere al sistema de lente-ojo-ergorama descrito anteriormente. Para simplificar, el término "lente" se usa en la descripción, pero debe entenderse como el "sistema lente-ojo-ergorama". El valor en términos de superficie se puede expresar en relación con los puntos. Los puntos se ubican con la ayuda de abscisas u ordenadas en una montura como se ha definido anteriormente con respecto a las figuras 3, 6 y 7.

Los valores en términos ópticos se pueden expresar para las direcciones de la mirada. Las direcciones de la mirada generalmente vienen dadas por su grado de descenso y acimut en una montura cuyo origen es el centro de rotación del ojo. Cuando la lente está montada delante del ojo, se coloca un punto llamado cruz de ajuste antes de la pupila o antes del centro de rotación del ojo Q' del ojo para una dirección principal de la mirada. La dirección principal de la mirada corresponde a la situación en la que un usuario mira hacia el frente. En la montura elegida, la cruz de ajuste corresponde, por lo tanto, a un ángulo descendente α de 0° y un ángulo de acimut β de 0° cualquiera que sea la superficie de la lente en la que se ubica la cruz de ajuste - superficie trasera o superficie delantera.

La descripción anterior hecha en referencia a las figuras 8 - 10 se ha dado para la visión central. En la visión periférica, como la dirección de la mirada es fija, se considera el centro de la pupila en lugar del centro de rotación del ojo y se consideran las direcciones de los rayos periféricos en lugar de las direcciones de la mirada. Cuando se considera la visión periférica, el ángulo α y el ángulo β corresponden a las direcciones de los rayos en lugar de las direcciones de la mirada.

En el resto de la descripción, se pueden usar términos como «superior», «inferior», «horizontal», «vertical», «arriba», «abajo», u otras palabras que indiquen la posición relativa. Estos términos deben entenderse en las condiciones de uso de la lente. En particular, la parte "superior" de la lente corresponde a un ángulo descendente negativo $\alpha < 0^\circ$ y la parte "inferior" de la lente corresponde a un ángulo descendente positivo $\alpha > 0^\circ$. De manera similar, la parte "superior" de la superficie de una lente -o de una pieza bruta de lente semiacabada- corresponde a un valor positivo a lo largo del eje y, y preferiblemente a un valor a lo largo del eje y superior al valor_y en la cruz de ajuste y la parte "inferior" de la superficie de una lente, o de una pieza bruta de lente semiacabada, corresponde a un valor negativo a lo largo del eje y en la montura como se ha definido anteriormente con respecto a las figuras 3, 6 y 7, y preferiblemente a un valor a lo largo del eje y inferior al valor_y en la cruz de ajuste.

Las zonas de campo visual que se ven a través de una lente se ilustran esquemáticamente en las figuras 14 y 15. La lente comprende una zona de visión lejana 26 ubicada en la parte superior de la lente, una zona de visión cercana 28 ubicada en la parte inferior de la lente y una zona intermedia 30 situada en la parte inferior de la lente entre la zona de visión lejana 26 y la zona de visión cercana 28. La lente también tiene un meridiano principal 32 que pasa a través de las tres zonas y define un lado nasal y un lado temporal.

Para el objeto de la invención, la meridiano 32 de una lente progresiva se define de la siguiente manera: para cada uno de los descensos de la vista de un ángulo $\alpha = \alpha_1$ entre la dirección de la mirada correspondiente a la cruz de ajuste y una dirección de la mirada en la zona de visión cercana, se busca la dirección de la mirada (α_1, β_1) para la cual el astigmatismo residual local es mínimo. Por lo tanto, todas las direcciones de la mirada definidas de esa manera forman el meridiano del sistema lente-ojo-ergorama. La línea meridiana de la lente representa el locus de las direcciones medias de la mirada de un usuario cuando mira desde visiones lejanas a visiones cercanas. La línea del meridiano 32 de una superficie de la lente se define de la siguiente manera: cada una de las direcciones de la mirada (α, β) que pertenece a la línea del meridiano óptico de la lente interseca la superficie en un punto (x, y). La meridiano de la superficie es el conjunto de puntos correspondientes a las direcciones de la mirada del meridiano de la lente.

Como se muestra en la figura 15, el meridiano 32 separa la lente en una zona nasal y en una zona temporal. Como se esperaba, la zona nasal es la zona de la lente que se encuentra entre el meridiano y la nariz del usuario, mientras que la zona temporal es la zona que está entre el meridiano y la sien del usuario. El zona nasal se etiqueta como Zona_nasal y la zona temporal se etiqueta como Zona_temporal, como lo hará en el resto de la descripción.

La invención se basa en un estudio realizado por el solicitante de la distorsión. La distorsión es un defecto que no está relacionado con la resolución de las imágenes que afectan a la nitidez o el contraste de la imagen formada por la periferia del campo visual de la lente, sino simplemente a su forma. En la óptica oftálmica, la distorsión en "barril" se produce con lentes negativas, mientras que la distorsión "cóncava" se produce con lentes positivas; estas son intrínsecas a las características ópticas de las simples lentes positivas o negativas. La distorsión puede ser evaluada en diferentes situaciones de uso de la lente.

Primero, se impone un punto de fijación al usuario de modo que mantenga su ojo inmóvil (por lo tanto, la dirección de la mirada es fija). En este caso, la distorsión que se evalúa se denomina distorsión estática y se evalúa en la visión periférica (denominada también visión indirecta). La figura 11 ilustra el efecto de la distorsión a lo largo de un rayo visto por un espectador en su campo de visión periférica después de pasar a través de una lente. Así, mientras el usuario mira un punto A en la visión central, también se ven algunos puntos periféricos como el punto B. Debido a la desviación prismática, el usuario tiene la sensación de que el punto del objeto está en B' y no en el punto B. El ángulo Δ es una forma cuantitativa de expresar la desviación prismática que le da al usuario la ilusión de que el punto B está ubicado en el punto B'. Se pueden calcular varias cantidades para evaluar la distorsión. Por ejemplo, podemos cuantificar cómo se curva una línea vertical y/o horizontal de una cuadrícula de objetos vista en la visión periférica, como se puede ver en la figura 12. En esta figura, la cuadrícula vista sin la lente que no está deformada se superpone con la cuadrícula distorsionada vista a través de la lente. Por lo tanto, se hace evidente que la distorsión tiene un impacto en la visión periférica. Además, también parece que la distorsión se puede cuantificar calculando cómo se deforma un cuadrado periférico. Para este cálculo, la figura 13 es una vista ampliada de un cuadrado de la cuadrícula vista sin la lente sobre la cual se superpone el cuadrado deformado de la cuadrícula deformada vista a través de la lente. El cuadrado tiene dos diagonales cuyas longitudes están etiquetadas como a. Por lo tanto, la división de la longitud de cada una de las diagonales es $a/a = 1$ en el caso del cuadrado de la cuadrícula vista sin la lente. El cuadrado deformado correspondiente tiene dos diagonales cuyas longitudes son diferentes y están etiquetadas respectivamente con b y c, b, correspondiente a una diagonal más larga que c. Para este cuadrado deformado b/c es diferente de 1. Cuanto más diferente es esta relación de 1 más importante es la distorsión en esta zona de la lente. Calcular la relación de la diagonal es, por lo tanto, una forma de cuantificar la distorsión.

La distorsión también se puede evaluar considerando que el ojo se mueve detrás de la lente y este tipo de distorsión se denomina distorsión dinámica. Aparece en la periferia del campo visual central y se evalúa en la visión central (también denominada visión directa).

Por lo tanto, la distorsión puede evaluarse en la visión estática, es decir, la dirección de la mirada es fija y la distorsión se analiza en la visión periférica. La distorsión también puede evaluarse en la visión dinámica, es decir, la

dirección de la mirada es libre y la distorsión se analiza en la visión central. La evaluación en la visión estática o dinámica se realiza en función del uso previsto de la lente. Se puede hacer referencia a la publicación «La distortion en optique de lunetterie» por Yves LE GRAND Annales d'Optique Oculaire 5ème année n°1 Janvier 1956.

- 5 La figura 11 ilustra la distorsión en la visión estática. En visión dinámica, las cantidades analizadas serían diferentes (aumento en visión periférica o central, respectivamente), pero las conclusiones siguen siendo las mismas, es decir, las variaciones de aumento deben dominarse.

A fin de reducir la distorsión, deben señalarse los fenómenos que provocan la distorsión. Con respecto a las lentes multifocales progresivas, hay dos fenómenos implicados. En primer lugar, en la periferia del campo de visión, la potencia óptica media en la visión central (y, en consecuencia, la potencia óptica media en la visión periférica) aumenta cuando se baja la dirección de la mirada (o cuando se baja la dirección de los rayos periféricos) desde la parte superior de la lente a la parte inferior de la lente. Este efecto se debe al hecho de que para satisfacer las necesidades de los usuarios presbiopes, aumenta la potencia óptica entre las visiones lejanas y cercanas de la lente. A continuación, la expresión "partes superior/inferior de la lente" significa las partes superior/inferior del campo de visión central o periférico, en función de si se considera la visión estática o la visión dinámica. Esto implica que los aumentos centrales o periféricos medios del sistema de lentes oculares también aumentan cuando desciende la dirección de la mirada o de los rayos periféricos desde la zona de visión lejana central o periférica a la zona de visión cercana central o periférica, ya que el aumento medio es, al menos, un primer orden, proporcional a la potencia media. Una forma de reducir la distorsión es minimizar la diferencia en el aumento medio central o periférico entre la zona de visión lejana y la zona de visión cercana.

20 En segundo lugar, la progresión de la potencia también genera astigmatismo residual a ambos lados del meridiano. Esta observación se puede mostrar comentando las figuras 16 y 17 que representan una parte de las características de una lente adecuada para un usuario cuya prescripción es una prescripción esférica (no hay astigmatismo en la prescripción). La figura 16 es una vista esquemática de la orientación media del eje de astigmatismo de la lente, el valor medio en la parte inferior de la lente que se calcula para una dirección de la mirada descendente igual a 25° . La figura 17 corresponde a la variación del eje del astigmatismo resultante evaluado en la visión central en función del ángulo de acimut β para un ángulo descendente fijo dado α_1 como se muestra en la figura 16. Se puede observar que en cada uno de los lados del meridiano 32, para un ángulo fijo dado α_1 , los ejes de astigmatismo residual son casi constantes para toda la dirección de la mirada (α_1, β). Por ejemplo, para la lente seleccionada, y para α_1 , en el lado temporal, el eje del astigmatismo resultante es aproximadamente 150° y, en el lado nasal, es aproximadamente 40° . Estas indicaciones se informan esquemáticamente en la figura 16. El astigmatismo residual se puede evaluar, tal como la potencia media, en la visión periférica o en la visión central. El astigmatismo residual es el defecto de astigmatismo que significa el astigmatismo que no se requiere para corregir la visión del usuario.

35 El astigmatismo tiene un impacto en la distorsión. De hecho, para cada una de las direcciones de la mirada, el valor de astigmatismo es la diferencia entre la potencia óptica mínima (potencia óptica a lo largo del eje del astigmatismo) y la potencia óptica máxima (potencia óptica a lo largo del eje contrario del astigmatismo, el eje contrario se define como igual al eje del astigmatismo $+90^\circ$), lo que resulta en una diferencia en el aumento entre los dos ejes (el eje y el eje contrario). Otra forma de reducir la distorsión es, por lo tanto, minimizar la diferencia en el aumento central o periférica entre estos dos ejes para cada una de las direcciones de la mirada.

40 Minimizando la diferencia en el aumento entre estos dos ejes para cada una de las direcciones de la mirada mientras se mantienen los criterios ópticos, por ejemplo, la potencia y el astigmatismo, permite mejorar el rendimiento de la lente en relación con la distorsión y garantiza una buena nitidez de la imagen para el usuario.

45 La figura 18 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo del procedimiento según la invención para determinar una lente oftálmica progresiva. En esta realización, el procedimiento comprende la etapa 10 de elegir una función óptica objetivo adecuada para el usuario. Como se sabe, para mejorar los rendimientos ópticos de una lente oftálmica, se utilizan procedimientos para optimizar los parámetros de la lente oftálmica. Dichos procedimientos de optimización están diseñados para obtener la función óptica de la lente oftálmica lo más cerca posible de una función óptica objetivo predeterminada.

50 La función óptica objetivo representa las características ópticas que debe tener la lente oftálmica. En el contexto de la presente invención y en el resto de la descripción, el término "función óptica objetivo de la lente" se utiliza por comodidad. Este uso no es estrictamente correcto en la medida en que una función óptica objetivo solo tiene sentido para un sistema de lente oftálmica y ergorama - usuario. De hecho, la función óptica objetivo de dicho sistema es un conjunto de criterios ópticos definidos para unas direcciones de la mirada dadas. Esto significa que una evaluación de un criterio óptico para una dirección de la mirada da un valor de criterio óptico. El conjunto de valores de los criterios ópticos obtenidos es la función óptica objetivo. La función óptica objetivo representa el rendimiento que debe alcanzarse. En el caso más simple, solo habrá un criterio óptico, como la potencia óptica o el astigmatismo; sin embargo, se pueden utilizar criterios más elaborados, como la potencia media, que es una combinación lineal de potencia óptica y astigmatismo. Se pueden considerar criterios ópticos que implican aberraciones de orden superior. El número de criterios N considerados depende de la precisión deseada. De hecho, cuanto más criterios se consideren, mayor será la probabilidad de que la lente obtenida satisfaga las necesidades del usuario. Sin embargo, el aumento del número N de criterios puede resultar en un aumento del tiempo de cálculo y la complejidad del

problema de optimización a resolver. La elección del número N de criterios considerados será un compromiso entre estos dos requisitos. Se pueden encontrar más detalles sobre las funciones ópticas objetivo, la definición de criterios ópticos y la evaluación de criterios ópticos en la solicitud de patente EP-A-2 207 118.

El procedimiento también comprende una etapa 12 para definir una primera superficie esférica de la lente y una segunda superficie esférica de la lente. Por ejemplo, la primera superficie es una superficie lateral del objeto y la segunda superficie es una superficie lateral del globo ocular. Cada superficie tiene en cada punto un valor medio de esfera SPH_{media} , un valor de cilindro CYL y el eje de cilindro γ_{AX} .

El procedimiento engloba además la etapa 14 de definir al menos una primera parte de la Parte1 en la zona temporal y al menos una segunda parte de la Parte2 en la zona nasal. Por lo tanto, la Parte1 se incluye en la Zona_temporal y la Parte2 se incluye en la Zona_nasal.

Los ejemplos de elección de estas partes Parte1 y Parte2 se ilustran en la figura 19. En el ejemplo de la figura 19, las partes son discos que son simétricos con respecto al meridiano 32 de la lente. Esas zonas ópticas Parte1 y Parte2 tienen partes correspondientes en la superficie delantera de la lente. Cada una de las direcciones de la mirada que delimita las partes ópticas interseca la primera superficie esférica (la superficie delantera) para definir las partes correspondientes en la superficie delantera Parte1_Superficie_Delantera y Parte2_Superficie_Delantera.

Según las realizaciones, las partes Parte1 y Parte2 de la zona temporal y de la zona nasal pueden definirse en la lente de la siguiente manera: Cuando se considera la visión central, la Parte1 de la zona temporal puede estar delimitada por las direcciones de la mirada de $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $-40^\circ < \beta < -5^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 de la zona nasal puede estar delimitada por las direcciones de la mirada de $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $5^\circ < \beta < 40^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se considera la visión central, la Parte1 de la zona temporal puede estar delimitada además por las direcciones de la mirada de $5^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $-30^\circ < \beta < -10^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 de la zona nasal puede estar delimitada además por las direcciones de la mirada de $5^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $10^\circ < \beta < 30^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se considera la visión periférica, para una dirección fija de la mirada en la dirección principal de la mirada, la Parte1 de la zona temporal puede estar delimitada por las direcciones de rayos de $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $-50^\circ < \beta < -10^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 de la zona nasal puede estar delimitada por las direcciones de rayos de $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $10^\circ < \beta < 50^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se considera la visión periférica, la Parte1 de la zona temporal puede estar delimitada además por las direcciones de rayos de $10^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $-40^\circ < \beta < -20^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 de la zona nasal puede estar delimitada además por las direcciones de rayos de $10^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $20^\circ < \beta < 40^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se considera la visión periférica, para una dirección fija de la mirada en las visiones intermedias o cercanas, la Parte1 de la zona temporal puede estar delimitada por las direcciones de rayos de $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ y $-50^\circ < \beta < -10^\circ$ y el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 de la zona nasal puede estar delimitada por las direcciones de rayos de $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ y $10^\circ < \beta < 50^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se considera la visión periférica, para una dirección fija de la mirada en las visiones intermedias o cercanas, la Parte1 de la zona temporal puede estar además delimitada por las direcciones de rayos de $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ y $-40^\circ < \beta < -20^\circ$ y de modo que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 en la zona nasal se puede delimitar aún más por direcciones de rayos de $-20^\circ < \alpha < 20^\circ$ y $20^\circ < \beta < 40^\circ$ y el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías.

Cuando se monta la lente, las partes Parte1 y Parte2 pueden reducirse aún más.

Cuando se considera una superficie de la lente, las partes Parte1 y Parte2 se definen como la proyección de las partes definidas anteriormente en la superficie. En una realización, la Parte1 podría estar delimitada en la superficie delantera por $-20 \text{ mm} < X < -2,5 \text{ mm}$ y $4 > y > -11 \text{ mm}$ y la Parte2 podría estar delimitada en la superficie delantera por $2,5 \text{ mm} < X < 20 \text{ mm}$ y $4 > y > -11 \text{ mm}$. En una realización, la Parte1 podría estar delimitada adicionalmente en la superficie delantera por $-15 \text{ mm} < x < -5 \text{ mm}$ y $0 > y > -11 \text{ mm}$ y la Parte2 podría estar delimitada aún más en la superficie delantera por $5 \text{ mm} < x < 15 \text{ mm}$ y $0 > y > -11 \text{ mm}$.

El procedimiento también comprende una etapa de determinación 16. Durante esta etapa, para la primera parte de la superficie Parte1_Superficie_Delantera, se determina un primer eje de referencia Γ_1 basándose en el eje medio del astigmatismo γ_T de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que pertenecen a la Parte1. El valor del ángulo Γ_1 se expresa en relación con el eje horizontal utilizando la convención como se ha descrito

anteriormente. γ_T corresponde a un valor medio de los diferentes ejes de astigmatismo $\gamma_{\alpha,\beta}$ para las direcciones de la mirada que intersecan la primera superficie en la primera parte Parte1. Matemáticamente esto significa que $\gamma_T = \langle \gamma_{\alpha,\beta} \rangle_{\text{Parte1}}$. Para la segunda parte de la primera superficie Parte2_Superficie_Delantera, también se determina un segundo eje de referencia Γ_2 basándose en el eje medio del astigmatismo γ_N de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada pertenecientes a la Parte2. Del mismo modo, el valor del ángulo Γ_2 se expresa en relación con el eje horizontal utilizando la convención descrita anteriormente y γ_N corresponde a un valor medio de los diferentes ejes de astigmatismo $\gamma_{\alpha,\beta}$ para las direcciones de la mirada que intersecan la primera superficie en la segunda parte Parte2. Matemáticamente esto significa que $\gamma_N = \langle \gamma_{\alpha,\beta} \rangle_{\text{Parte2}}$.

De forma alternativa, durante la etapa de determinación 16, solo uno del primer o el segundo eje de referencia Γ_1 , Γ_2 puede ser determinado.

En particular, durante la etapa de determinación 16, solo el primer eje de referencia Γ_1 se determina basándose en el eje medio del astigmatismo γ_T de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que pertenecen a la primera parte Parte1 de la primera superficie, es decir, en el lado temporal donde la distorsión puede molestar más la visión periférica del usuario.

De forma alternativa, durante la etapa de determinación 16, solo el segundo eje de referencia Γ_2 se determina basándose en el eje medio del astigmatismo γ_N de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que pertenecen a la segunda parte Parte2 de la primera superficie, es decir, en el lado nasal donde la distorsión a veces molesta al usuario en una posición de lectura.

El procedimiento comprende además una etapa 18 de modificación de la primera superficie. La primera superficie se modifica de modo que en la primera parte Parte1_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 (condición 1) y sobre la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia Γ_2 (condición 2). Estas condiciones se pueden expresar matemáticamente como:

- condición 1: sobre la primera parte, $\text{SPH}(\Gamma_1) > \text{SPH}(\perp\Gamma_1)$ y
- condición 2: sobre la segunda parte, $\text{SPH}(\Gamma_2) > \text{SPH}(\perp\Gamma_2)$

donde $\text{SPH}(\Gamma_1)$ es el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 , $\text{SPH}(\perp\Gamma_1)$ el valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 , $\text{SPH}(\Gamma_2)$ es el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 y $\text{SPH}(\perp\Gamma_2)$ el valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia Γ_2 .

En términos de curvatura, la primera superficie que es la superficie lateral del objeto, las condiciones 1 y 2 se pueden expresar como:

- condición 1: sobre la primera parte, $\text{CURV}(\Gamma_1) > \text{CURV}(\perp\Gamma_1)$ y
- condición 2: sobre la segunda parte, $\text{CURV}(\Gamma_2) > \text{CURV}(\perp\Gamma_2)$

donde $\text{CURV}(\Gamma_1)$ es el valor de la curvatura a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 , $\text{CURV}(\perp\Gamma_1)$ el valor de la curvatura a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 , $\text{CURV}(\Gamma_2)$ es el valor de la curvatura a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 y $\text{CURV}(\perp\Gamma_2)$ el valor de la curvatura a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia Γ_2 .

Cuando solo uno de los ejes de referencia primero o segundo Γ_1 , Γ_2 se determina durante la etapa de determinación 16, la etapa de modificación 18 comprende la modificación de la primera superficie de modo que, ya sea sobre la primera parte Parte1_Superficie_Delantera o sobre la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del eje de referencia determinado Γ_1 o Γ_2 es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular a dicho eje de referencia Γ_1 o Γ_2 . Estas condiciones se pueden expresar matemáticamente como:

- condición 1: sobre la primera parte, $\text{SPH}(\Gamma_1) > \text{SPH}(\perp\Gamma_1)$ o
- condición 2: sobre la segunda parte, $\text{SPH}(\Gamma_2) > \text{SPH}(\perp\Gamma_2)$.

Cuando solo uno de los ejes de referencia primero o segundo Γ_1 , Γ_2 se determina durante la etapa de determinación 16, la etapa de modificación 18 puede aplicar la condición 1 sobre la primera parte y dejar que la segunda parte esté libre de la condición 2, o puede aplicar la condición 2 sobre la segunda parte y dejar que la primera parte esté libre de la condición 1.

De forma alternativa, cuando solo el primer eje de referencia Γ_1 se determina durante la etapa de determinación 16, la etapa de modificación 18 puede comprender modificar la primera superficie de modo que sobre la primera parte Parte1_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 (condición 1) y sobre la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 (condición 1'). Estas condiciones se pueden expresar matemáticamente como:

- condición 1: sobre la primera parte, $SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$ y
- condición 1': sobre la segunda parte, $SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$.

De forma alternativa, cuando solo el segundo eje de referencia Γ_2 se determina durante la etapa de determinación 16, la etapa de modificación 18 puede comprender modificar la primera superficie de modo que sobre la primera parte Parte1_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 es superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia Γ_2 (condición 2') y sobre la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera, el valor de la esfera a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 superior al valor de la esfera a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_2 (condición 2'). Estas condiciones se pueden expresar matemáticamente como:

- condición 2': sobre la primera parte, $SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$ y
- condición 2: sobre la segunda parte, $SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$

Según una realización, cuando solo uno del primer o el segundo eje de referencia Γ_1 , Γ_2 se determina durante la etapa de determinación 16, la primera superficie se puede modificar durante la etapa 18 para que sea una superficie tórica con el toro orientado de modo que el eje de cilindro γ_{AX} en cada uno de los puntos se establece en el eje de referencia determinado Γ_1 o Γ_2 . Dicha primera superficie tórica proporcionará buenos rendimientos en la distorsión siempre que el eje de cilindro γ_{AX} está alineado con el eje de referencia Γ_1 o Γ_2 determinado basándose en el eje medio del astigmatismo y de la función óptica objetivo. Esta realización permite proporcionar una primera superficie personalizada para el usuario, especialmente cuando la primera superficie del toro está orientada con el eje de cilindro γ_{AX} basándose en la prescripción del usuario.

Las figuras 20a, 21 y 22 ilustran ejemplos de variaciones del valor de la esfera obtenidos cuando se tienen en cuenta las condiciones 1 y 2. La figura 20a corresponde, por ejemplo, a la superficie delantera de la lente de la figura 16, en la que el eje de referencia considerado se indica para una ordenada dada ($y = -10$ mm). En el lado temporal $\Gamma_1 = \gamma_T = 150^\circ$ y en el lado nasal $\Gamma_2 = \gamma_N = 40^\circ$.

La figura 21 representa la evolución con la abscisa del valor de la esfera a lo largo del primer eje de referencia Γ_1 y a lo largo del eje perpendicular al primer eje de referencia Γ_1 en la primera parte - zona temporal - para una lente tradicional (Lente 1) cuando la superficie delantera es una superficie progresiva clásica y para una lente obtenida según el procedimiento descrito anteriormente (Lente 3). La condición 1 se cumple con la lente obtenida por el procedimiento descrito anteriormente (lente 3), ya que la curva de la esfera a lo largo de Γ_1 está situada por encima de la curva de la esfera a lo largo de la perpendicular a Γ_1 . En cambio, la lente tradicional (lente 1) no cumple la condición 1 ya que las curvas de la esfera a lo largo de Γ_1 están por debajo de la curva de la esfera a lo largo de la perpendicular a Γ_1 .

La figura 22 representa la evolución con la abscisa del valor de curvatura a lo largo del segundo eje de referencia Γ_2 y a lo largo del eje perpendicular al segundo eje de referencia Γ_2 en la segunda parte, zona nasal para una lente tradicional (Lente 1) y una lente obtenida según el procedimiento descrito anteriormente (Lente 3). La condición 2 se cumple con la lente obtenida por el procedimiento descrito anteriormente (Lente 3), ya que la curva de la esfera a lo largo de Γ_2 está situada por encima de la curva de la esfera a lo largo de la perpendicular a Γ_2 . En cambio, la lente tradicional (Lente 1) no cumple la condición 2 ya que la curva de la esfera a lo largo de Γ_2 está situada por debajo de la curva de la esfera a lo largo de la perpendicular a Γ_2 .

La figura 20b ilustra un ejemplo donde la condición 1 y la condición 1' se aplican durante la etapa de modificación con un eje de referencia determinado solo en el lado temporal, $\Gamma_1 = \gamma_T = 150^\circ$. Aunque no se proporciona ninguna ilustración, el experto en la técnica puede comprender fácilmente que la superficie delantera de la lente podría modificarse de forma alternativa aplicando la condición 2 y la condición 2' durante la etapa de modificación con un eje de referencia determinado solamente en el lado nasal, $\Gamma_2 = \gamma_N = 40^\circ$.

Las figuras 20c y 20d ilustran ejemplos en los que solamente la condición 1 o la condición 2 se aplican durante la etapa de modificación con un eje de referencia determinado solamente en el lado temporal, $\Gamma_1 = \gamma_T = 150^\circ$ o solamente en el lado nasal, $\Gamma_2 = \gamma_N = 40^\circ$, el otro lado queda libre de dichas condiciones. Una superficie tórica es una posible solución que cumple dichas condiciones.

El procedimiento comprende además una etapa 20 de modificar la segunda superficie esférica para alcanzar la función óptica objetivo para la lente y garantizar una nitidez óptima de la lente. La modificación de la segunda superficie se lleva a cabo mediante la optimización óptica que minimiza la diferencia entre una función óptica actual y la función óptica objetivo con una función de coste. Una función de coste es una cantidad matemática que expresa la distancia entre dos funciones ópticas. Se puede expresar de diferentes maneras según los criterios ópticos favorecidos en la optimización. En el sentido de la invención, "llevar a cabo una optimización" debe entenderse preferiblemente como "minimizar" la función de coste. Por supuesto, el experto en la materia entenderá que la invención no está limitada a una minimización en sí. La optimización también podría ser una maximización de una función real, según la expresión de la función de coste que es considerada por el experto en la materia. Concretamente, "maximizar" una función real es equivalente a "minimizar" su opuesto. Con dichas condiciones 1 y 2, la lente obtenida (como la de las figuras 20, 21 y 22) presenta, por lo tanto, propiedades de distorsión reducidas al mismo tiempo que garantiza la función óptica objetivo, la función óptica objetivo que se define para proporcionar una nitidez óptima de la imagen al usuario. Dicho efecto puede entenderse cualitativamente por el hecho de que las orientaciones de las curvaturas de la primera superficie se modifican, lo que implica que se modifica el impacto en el aumento de la lente, lo que resulta en una distorsión reducida. Dicho de otro modo, la geometría de la primera superficie se elige de modo que se reduzca la distorsión de la lente. La segunda superficie está determinada para asegurar un rendimiento óptico óptimo que afecte a la nitidez de la imagen.

Las etapas 18 y 20 de modificación de las superficies primera y segunda pueden llevarse a cabo alternando entre las superficies primera y segunda con una primera función óptica objetivo asociada a la superficie delantera dedicada a minimizar la distorsión y una segunda función óptica objetivo asociada a la superficie trasera dedicada a asegurar la nitidez de la lente. Dicha alternancia entre la primera y la segunda optimización de superficies se describe, por ejemplo, en el documento EP-A-2 207 118.

La etapa de determinación 16 del procedimiento puede llevarse a cabo de diferentes maneras.

Por ejemplo, los ejes de referencia primero y/o segundo Γ_1 y Γ_2 pueden determinarse adicionalmente basándose en el astigmatismo prescrito. Los primeros y/o segundos ejes de referencia Γ_1 y Γ_2 , por lo tanto, se determinan de manera más relevante, ya que son adecuados para el usuario. En particular, cuando el astigmatismo prescrito es alto, el eje del astigmatismo total es igual a aproximadamente el eje del astigmatismo prescrito.

En la etapa de determinación 16, en lugar de considerar los valores medios del eje de astigmatismo para las direcciones de la mirada que pertenecen a la Parte1 y a la Parte2 para determinar los ejes de referencia Γ_1 y/o Γ_2 , se puede considerar el valor local del eje de astigmatismo para cada una de las direcciones de la mirada que intersecan la primera superficie. Las condiciones 1 y/o 2 o las condiciones 1 y 1' o las condiciones 2 y 2' descritas anteriormente se aplicarían a cada punto de la Parte1 y/o de la Parte2 al modificar la primera superficie, cada punto que es el punto de intersección entre dicha superficie y la dirección de la mirada.

En la etapa 16 de determinación, los ejes de referencia primero y/o segundo Γ_1 y Γ_2 también se pueden establecer en un valor comprendido entre $[\gamma - 20^\circ, \gamma + 20^\circ]$, donde γ es el eje del astigmatismo de las partes (Parte1, Parte2) consideradas. γ_T es el eje promedio del astigmatismo sobre la primera parte temporal de Parte1. γ_N es el eje promedio de astigmatismo sobre la segunda parte nasal, Parte2.

A continuación, para la primera parte Parte1_Superficie_Delantera, el valor del primer eje de referencia Γ_1 está comprendido en el intervalo $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$, γ_T que es el eje medio del astigmatismo en la primera parte (Γ_1 y γ_T se expresan en grados). De forma similar, para la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera, el valor del segundo eje de referencia Γ_2 está comprendido en el intervalo $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$, γ_N que es el eje medio del astigmatismo en la segunda parte (Γ_2 y γ_N se expresan en grados). Según una realización, los ejes de referencia Γ_1 y/o Γ_2 se pueden establecer en un valor igual a γ_T y/o γ_N respectivamente.

Según otra realización, cada uno de los ejes de referencia respectivos Γ_1 y/o Γ_2 también se pueden definir mediante la optimización óptica que minimiza la distorsión sobre la parte Parte1 y la Parte2 respectiva. La optimización también podría ser una maximización de una función real. Según esta realización, la modificación de las superficies primera y segunda puede llevarse a cabo alternando entre las superficies primera y segunda con una primera función óptica objetivo que minimiza la distorsión en la parte Parte1 y Parte2 respectiva y una segunda función óptica objetivo que garantiza la nitidez de la lente. Dicha alternancia entre la primera y la segunda optimización de las superficies se describe, por ejemplo, en el documento EP-A-2 207 118 antes mencionado.

Dicha realización con una optimización que minimiza la distorsión sobre las partes Parte1 y Parte2 respectivas permite determinar los ejes de referencia Γ_1 y/o Γ_2 que dan a una lente la distorsión más reducida. A continuación, detallaremos una manera de llevar a cabo dicha optimización mediante el uso de fórmulas analíticas aproximadas.

La potencia óptica $P_{\alpha,\beta}(\theta)$ de la lente en una dirección de la mirada dada (α,β) , a lo largo de un eje que forma un ángulo θ con el eje horizontal, es la combinación de las esferas a lo largo de este eje de la superficie trasera y la superficie delantera. Si $SPH_delantera_{x,y}(\theta)$ es la esfera de la cara delantera en el punto de intersección de la dirección de la mirada (α,β) con la superficie delantera, a lo largo del eje θ y $SPH_trasera_{x',y'}(\theta)$ es la esfera de la

superficie trasera en el punto de intersección de la dirección de la mirada (α, β) con la superficie trasera, la potencia óptica a lo largo del eje θ es aproximadamente la suma de estas dos cantidades, lo que significa que

$$P_{\alpha, \beta}(\theta) = SPH_{\text{delantera } x, y}(\theta) + SPH_{\text{trasera } x', y'}(\theta).$$

La figura 5 es una ilustración de esta fórmula para un punto de una superficie delantera con una esfera máxima de 7,0 δ , una esfera mínima de 5,0 δ y el eje de cilindro γ_{AX} de 65° (curva 22 comentada anteriormente) y una superficie trasera esférica (curva 42). Como era de esperar, la potencia óptica $P_{\alpha, \beta}(\theta)$ (curva 44) de la lente en la dirección de la mirada (α, β) a lo largo del eje es igual a la suma de la esfera de la superficie delantera a lo largo del mismo eje en el punto correspondiente (x, y) y la esfera de la superficie trasera a lo largo del mismo eje en el punto correspondiente (x', y'), los puntos correspondientes son los puntos de intersección entre la dirección de la mirada (α, β) y las superficies. En este ejemplo, por simplicidad, el espesor de la lente se considera igual a 0 mm de modo que $x=x'$ y $y=y'$.

A continuación, las fórmulas de aproximación permiten dar una estimación del aumento a lo largo de un eje dado que forma un ángulo θ con el eje horizontal en función de la potencia óptica a lo largo de este eje y la esfera de la superficie delantera a lo largo del mismo eje:

$$G_{\alpha, \beta}(\theta) = \frac{1}{1 - L \cdot P_{\alpha, \beta}(\theta)} \frac{1}{1 - \frac{t}{n} SPH_{\text{delantera } x, y}(\theta)}$$

donde $G_{\alpha, \beta}(\theta)$ es el aumento a lo largo del eje que forma un ángulo θ con el eje horizontal, L es la distancia desde la superficie lateral del globo ocular de la lente hasta el centro de rotación del ojo si se considera la visión central o L es la distancia desde la superficie lateral del globo ocular de la lente a la pupila si se considera la visión periférica, t el espesor de la lente y n el índice de refracción de la lente.

Con la fórmula de Gauss dada antes, la evolución del aumento $G_{\alpha, \beta}$ en función del ángulo θ se conoce así. La figura 23 es una representación de dicha variación para una dirección de la mirada que pertenece a la Parte 1 (Zona temporal)

El eje del astigmatismo es γ como se ha explicado antes. Para cualquier dirección de la mirada, el eje del astigmatismo es el eje a lo largo del cual la potencia óptica es mínima. La potencia óptica máxima es así a lo largo del eje $\gamma + 90^\circ$. Por consiguiente, el aumento mínimo es $G_{\alpha, \beta}(\gamma)$ y el aumento máximo es $G_{\alpha, \beta}(\gamma + 90^\circ)$. La cantidad $DG_{\alpha, \beta}(\gamma) = G_{\alpha, \beta}(\gamma + 90^\circ) - G_{\alpha, \beta}(\gamma)$ es, por lo tanto, una evaluación de la diferencia de los aumentos principales, que es la cantidad que se busca minimizar para cada una de las direcciones de la mirada (α, β). De hecho, la presencia de esta diferencia genera distorsión.

Con la fórmula anterior, se puede expresar la cantidad $DG_{\alpha, \beta}(\gamma) = G_{\alpha, \beta}(\gamma + 90^\circ) - G_{\alpha, \beta}(\gamma)$. El aumento mínimo $G_{\alpha, \beta}(\gamma)$ se puede calcular así:

$$G_{\alpha, \beta}(\gamma) = \frac{1}{1 - L \cdot P(\gamma)} \frac{1}{1 - \frac{t}{n} SPH_{\text{delantera } x, y}(\gamma)} = \frac{1}{1 - L \cdot P_{\min}} \frac{1}{1 - \frac{t}{n} SPH_{\text{delantera } x, y}(\gamma)}$$

Del mismo modo, también se puede calcular el aumento máximo $G(\gamma + 90^\circ)$:

$$G_{\alpha, \beta}(\gamma + 90^\circ) = \frac{1}{1 - L \cdot P(\gamma + 90^\circ)} \frac{1}{1 - \frac{t}{n} SPH_{\text{delantera } x, y}(\gamma + 90^\circ)} = \frac{1}{1 - L \cdot P_{\max}} \frac{1}{1 - \frac{t}{n} SPH_{\text{delantera } x, y}(\gamma + 90^\circ)}$$

De hecho, como la función óptica objetivo ya se ha definido, los valores de la potencia óptica mínima $P_{\min}$ y la potencia óptica máxima $P_{\max}$ se imponen en cualquier dirección de la mirada. Por lo tanto, deben considerarse constantes en las fórmulas para la cantidad $DG_{\alpha, \beta}(\gamma)$.

Sin embargo, el valor de la esfera de la superficie delantera a lo largo del eje γ y el valor de la esfera de la superficie delantera a lo largo del eje $\gamma + 90^\circ$ dado mediante la fórmula de Gauss depende del eje del cilindro. Esto implica que el valor de $DG_{\alpha, \beta}(\gamma)$ depende del eje del cilindro elegido. Dicho de otro modo, $DG_{\alpha, \beta}(\gamma)$ es una función de γ_{AX} . Esta función cuando está representada permite obtener la figura 24. El ejemplo se llevó a cabo con un valor de L de 25 mm para la distancia desde la superficie lateral del globo ocular de la lente hasta el globo ocular, un valor t de 1,4 mm para el espesor de la lente y un valor n de 1,665 para el índice de refracción.

El gráfico de la figura 24 muestra que la cantidad $DG_{\alpha, \beta}(\gamma)$ es mínimo para un valor del eje de cilindro. En el caso de la zona temporal, el valor obtenido es de 155°. Un cálculo similar realizado para la zona nasal conllevaría un valor de

40°. Seleccionando los ejes de referencia Γ_1 y Γ_2 como siendo iguales a estos valores ($\Gamma_1 = 155^\circ$ y $\Gamma_2 = 40^\circ$), la cantidad $DG_{\alpha,\beta}(\gamma)$ se minimizará, dando como resultado una distorsión reducida. Un ejemplo de realización de una optimización para la etapa 16 del procedimiento según el diagrama de flujo de la figura 18 se ha descrito de este modo.

Además, o en sustitución, a las condiciones 1 y 2, se pueden imponer otras condiciones en la etapa 18 de modificación de la primera superficie. Por ejemplo, las condiciones 3 y 4 también se pueden tener en cuenta en la etapa 18 de modificación de la primera superficie. La condición 3 requiere que sobre la primera parte, el valor medio de la esfera disminuya a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical desde la parte superior hasta la parte inferior, y la condición 4 requiere de una manera similar a la de la segunda parte, el valor medio de la esfera disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical desde la parte superior hasta la parte inferior. Tal como se ha definido antes, la parte "superior" de la lente corresponde a un ángulo descendente negativo $\alpha < 0^\circ$ y la parte "inferior" de la lente corresponde a un ángulo descendente positivo $\alpha > 0^\circ$. Por lo tanto, en la primera superficie, la parte "superior" corresponde a un valor positivo a lo largo del eje y y la parte "inferior" corresponde a un valor negativo a lo largo del eje y en la montura como se ha definido antes con respecto a las figuras 3, 6 y 7. La parte superior de la primera superficie puede ser esférica, aunque la primera superficie en su conjunto es asférica.

La adición de estas condiciones permite reducir localmente la curvatura local de la lente. Por lo tanto, se reduce la diferencia de aumento medio entre la parte superior de la lente y la parte inferior de la lente. Como esto es causa de distorsión, la imposición de las condiciones en la etapa 18 permite obtener una lente con una distorsión reducida. El aumento medio de la lente se puede estimar calculando el producto del aumento a lo largo del eje de astigmatismo y el aumento a lo largo del eje contrario.

Las figuras 25 y 26 ilustran una lente para la cual las cuatro condiciones 1, 2, 3 y 4 se han impuesto en la etapa 18. La figura 25 es una representación similar a la representación de la figura 19. Una línea vertical a lo largo de la cual se representa la variación de la esfera en la figura 27 es la línea cuya abscisa es constante, fija a -10 mm. La variación de la esfera está representada en la figura 26 a lo largo de la línea para una lente progresiva tradicional (curva 62) y dos lentes obtenidas por el procedimiento del diagrama de flujo de la figura 18 (curvas 64 y 66). La curva 62 aumenta cuando pasa de la parte superior de la lente a la parte inferior de la lente, mientras que las curvas 64 y 66 disminuyen cuando pasa de la parte superior de la lente a la parte inferior de la lente.

Preferiblemente, el valor medio de la esfera no aumenta desde la parte superior de la lente hasta la parte inferior de la lente.

Otras condiciones, especialmente en el meridiano, como se mostrarán más adelante en la descripción, también pueden usarse en combinación con las condiciones 1 y 2 o en combinación con las condiciones 1 a 4.

Como se ha explicado anteriormente, el procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva permite obtener una lente oftálmica progresiva.

En las figuras 27 a 30 se dan ejemplos de lentes adecuadas para un usuario con astigmatismo. Las representaciones de las figuras 27 a 30 son representaciones similares a la de la figura 19; las partes correspondientes de la descripción no se repiten allí, pero debe entenderse que todas las propiedades descritas en referencia a estas figuras se incluyen aquí. Las figuras 27 a 30 corresponden respectivamente al eje del astigmatismo total de la función óptica objetivo cuando se tiene en cuenta un astigmatismo prescrito. La adición prescrita es 1 dioptría y la potencia prescrita es 0 dioptrías para las 4 figuras, pero el astigmatismo prescrito es diferente. Es igual a 0 dioptrías respectivamente para la figura 27, 2 dioptrías y el eje 40° para la figura 28, 1 dioptría y el eje 20° para la figura 29 y 3 dioptrías y el eje 120° para la figura 30. Para cada una de las direcciones de la mirada, el eje del astigmatismo total es igual a la combinación del eje del astigmatismo residual y el eje del astigmatismo prescrito. El eje del astigmatismo residual viene dado por la función óptica adecuada para una prescripción esférica. Los valores del eje medio del astigmatismo total de las funciones ópticas objetivo en la Parte1 y la Parte2 ópticas se indican en las figuras. Para cada una de las prescripciones, los ejes de referencia Γ_1 y Γ_2 de la superficie delantera que permiten los mejores rendimientos en distorsión para el usuario son iguales a los ejes de astigmatismo total indicados en las figuras.

Para caracterizar la lente con la distorsión reducida descrita previamente, se pueden usar varias características alternativas. Estas diferentes formas de caracterizar la lente están todas vinculadas por el hecho de que mejoran la comodidad de uso para el usuario a quien se destina la lente al mejorar el rendimiento de la lente en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario. En particular, el uso de esta función puede ser una forma de caracterizar una lente obtenida por cualquiera de los procedimientos descritos previamente.

La lente puede exhibir una propiedad etiquetada P1. Según esta propiedad P1, la primera superficie de dicha lente tiene al menos la primera parte Parte1_Superficie_Delantera de la zona temporal Zona_temporal, el eje de cilindro γ_{AX_T} comprendido entre 90° y 180° . Si la primera superficie cumple con el requisito de la propiedad P1, esta superficie también tiene al menos la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera de la zona nasal, el eje de cilindro γ_{AX_N} de manera que la diferencia de ángulo en valor absoluto entre el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte

PortionParte1_Superficie_Delantera y el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera es superior a 20° . Esto se puede expresar matemáticamente como $|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| > 20^\circ$, con los ejes del cilindro γ_{AX_N} y γ_{AX_T} expresados en grados. Esto implica notablemente que los valores del eje del cilindro γ_{AX_T} en la zona temporal y γ_{AX_N} en la zona nasal son diferentes.

- 5 Una lente que cumple con dicha propiedad P1 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario. De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

La superficie delantera óptima para las lentes de los ejemplos de las figuras 27 y 29 verifica esta propiedad P1, es decir, para la figura 27, el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal es igual a 150° y el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal es igual a 40° . Así, el eje del cilindro γ_{AX_T} está comprendido entre 90° y 180° y $|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| = |150^\circ - 40^\circ| = 110^\circ$, que es superior a 20° . Por lo tanto, la propiedad P1 se cumple con la superficie del ejemplo de la figura 27.

Del mismo modo, en la figura 29, el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal es igual a 178° y el eje del cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal es igual a 29° . Así, el eje del cilindro γ_{AX_T} está comprendido entre 90° y 180° y $|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| = |178^\circ - 29^\circ| = 149^\circ$, que es superior a 20° . Por lo tanto, la propiedad P1 se cumple con la superficie de los ejemplos de la figura 29.

La lente que tiene la superficie ilustrada en las figuras 27 y 29, por lo tanto, exhibirá propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario.

Según una realización preferida para la propiedad P1, en al menos una primera parte de la zona temporal, el eje del cilindro γ_{AX_T} puede estar comprendido entre 110° y 180° y, en al menos una segunda parte de la zona nasal, el eje del cilindro γ_{AX_N} puede estar comprendido entre 0° y 70° . Estos valores corresponden a valores medios para los cuales se reduce la diferencia de aumento, tal como se explica en referencia a las figuras 23 y 24. Según otra forma de caracterizar dicha lente, la lente puede exhibir una propiedad etiquetada P2. Según esta propiedad P2, la primera superficie de dicha lente tiene al menos la primera parte Parte1_Superficie_Delantera de la zona temporal Zona_temporal, el eje del cilindro γ_{AX_T} comprendida entre 0° y 90° y en al menos la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera de la zona nasal Zona_nasal, el eje del cilindro γ_{AX_N} está comprendido entre 0° y 90° . Si la primera superficie cumple con el requisito de la propiedad P2, esta superficie también tiene al menos la segunda parte Parte2_Superficie_Delantera de la zona nasal, el eje de cilindro γ_{AX_N} de manera que la diferencia de ángulo en valor absoluto entre el eje del cilindro γ_{AX_T} en la primera parte PortionParte1_Superficie_Delantera y el eje del cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 es superior a 20° . Esto se puede expresar matemáticamente como $|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| > 20^\circ$, con los ejes del cilindro γ_{AX_N} y γ_{AX_T} expresados en grados. Esto implica notablemente que los valores del eje de cilindro γ_{AX_T} y γ_{AX_N} y en la zona temporal y nasal son diferentes.

Una lente que cumple con dicha propiedad P2 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al tiempo al mismo tiempo que garantiza una buena compensación del fenómeno "óptico". De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

Según otra forma de caracterizar dicha lente, la lente puede exhibir una propiedad etiquetada P3. En este caso, la primera superficie tiene la zona de visión lejana situada en la parte superior de la lente y la zona de visión cercana situada en la parte inferior de la lente y una parte del meridiano en la zona de visión lejana define un eje vertical. Además, en la primera parte de la Parte1 de la zona temporal, el valor medio de la esfera disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical desde la parte superior hasta la parte inferior. De manera similar, en la segunda parte Parte2 la zona nasal, el valor medio de la esfera disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical desde la parte superior hasta la parte inferior.

Una lente que cumple con dicha propiedad P3 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario. De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

Según otra forma de caracterizar dicha lente, la lente puede exhibir una propiedad etiquetada P4. La primera superficie tiene al menos la primera parte de la Parte1 de la zona temporal, el eje de cilindro γ_{AX_T} igual al eje de astigmatismo en la parte considerada más o menos 20° ; preferiblemente más o menos 10° . Si el eje de astigmatismo en la primera parte está etiquetado como γ_T , el eje de cilindro γ_{AX_T} en la Parte1 está en el intervalo $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$, donde γ_{AX_T} y γ_T se expresan en grados. Además o de forma alternativa, en al menos la segunda parte de la zona nasal, el eje de cilindro γ_{AX_N} es igual al eje de astigmatismo en la parte considerada más o menos 20° ; preferiblemente más o menos 10° . Si el eje de astigmatismo en la segunda parte está etiquetado como γ_N , el eje de cilindro γ_{AX_N} en la Parte2 está en el intervalo $[\gamma_N - 20^\circ; \gamma_N + 20^\circ]$, donde γ_{AX_N} y γ_N se expresan en grados.

Una lente que cumple con dicha propiedad P4 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario. De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

Los ejes del astigmatismo γ_N y γ_T pueden ser los ejes de astigmatismo residual de la lente en la parte considerada. De forma alternativa, los ejes del astigmatismo γ_N y γ_T pueden ser los ejes de astigmatismo prescrito o astigmatismo total de la lente en la parte considerada.

Según otra forma de caracterizar dicha lente, la lente puede exhibir una propiedad etiquetada P5. Según esta propiedad P5, la primera superficie de dicha lente tiene al menos la primera parte Parte1_Superficie_Delanteras de la zona temporal Zona_temporal, el eje de cilindro γ_{AX_T} comprendida entre 0° y 70° y en al menos la segunda parte Parte2_Superficie_Delanteras de la zona nasal Zona_nasal, el eje de cilindro γ_{AX_N} está comprendido entre 0° y 70° .

Una lente que cumple con dicha propiedad P5 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al tiempo al mismo tiempo que garantiza una buena compensación del fenómeno "óptico". De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

La superficie delantera óptima para la lente del ejemplo de la figura 28 verifica esta propiedad P5. De hecho, en la figura 28, el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal es igual a 32° y el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal es igual a 41° . Así, ambos ejes de cilindro γ_{AX_T} y γ_{AX_N} están comprendidos entre 0° y 70° . Por lo tanto, la propiedad P5 se cumple con la superficie de los ejemplos de la figura 28.

La lente que tiene la superficie ilustrada en las figuras 28, por lo tanto, exhibirá propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario.

Según otra forma de caracterizar dicha lente, la lente puede exhibir una propiedad etiquetada P6. Según esta propiedad P6, la primera superficie de dicha lente tiene al menos la primera parte Parte1_Superficie_Delanteras de la zona temporal Zona_temporal, el eje de cilindro γ_{AX_T} comprendida entre 110° y 180° y en al menos la segunda parte Parte2_Superficie_Delanteras de la zona nasal Zona_nasal, el eje de cilindro γ_{AX_N} está comprendido entre 110° y 180° .

Una lente que cumple con dicha propiedad P6 exhibe propiedades mejoradas en relación con la distorsión al tiempo al mismo tiempo que garantiza una buena compensación del fenómeno "óptico". De este modo se incrementa la comodidad del usuario de dicho tipo de lente.

La superficie delantera óptima para la lente del ejemplo de la figura 30 verifica esta propiedad P6. De hecho, en la figura 30, el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal es igual a 127° y el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal es igual a 120° . Así, ambos ejes de cilindro γ_{AX_T} y γ_{AX_N} están comprendidos entre 110° y 180° . Por lo tanto, la propiedad P6 se cumple con la superficie de los ejemplos de la figura 30.

La lente que tiene la superficie ilustrada en las figuras 30, por lo tanto, exhibirá propiedades mejoradas en relación con la distorsión al mismo tiempo que garantiza una nitidez óptima de la imagen percibida por el usuario.

La lente según la invención se puede caracterizar así mediante una cualquiera de las propiedades P1 a P6. Además, debe entenderse que para cada una de las propiedades, esto implica que la condición 1 y la condición 2 se cumplen para esta lente.

Además, la lente puede exhibir varias propiedades P_i cuando sea relevante. Notablemente, la lente puede presentar la combinación de propiedades P1 y P3 o la combinación de propiedades P2 y P3 o la combinación de propiedades P4 y P3 o la combinación de propiedades P5 y P3 o la combinación de propiedades P6 y P3.

Además de las propiedades P_i ya descritas, la lente puede tener otras características. Por ejemplo, la primera superficie puede tener un meridiano sustancialmente umbilical. Este caso se ilustra en las figuras 31 y 32. La figura 31 indica el eje de cilindro en la zona temporal que es de 146° y el eje de cilindro en la zona nasal que es de 38° . La figura 32 es una figura que representa la variación de la esfera media de la superficie delantera a lo largo del meridiano (la curva central de las 3 curvas) con respecto al valor de la esfera media del punto correspondiente al punto de prescripción de la visión lejana. El eje vertical es Y. La figura 32 muestra que el meridiano es, de hecho, sustancialmente umbilical, ya que el cilindro está cerca de cero. La imposición de dicho meridiano en la etapa 18 del procedimiento según el diagrama de flujo de la figura 18 es, por lo tanto, una condición que puede ser ventajosa, ya que permite después de la etapa 20 proporcionar una lente al usuario en la que no hay deformación de la visión central a lo largo del meridiano óptico para una prescripción esférica. La superficie se define para la prescripción cuya característica óptica de la lente se define en la figura 27. Esta superficie cumple las condiciones 1, 2, 3, 4. Para obtener un rendimiento máximo en la distorsión, el valor absoluto de la esfera media que es negativo tiene que ser un problema de fabricación altamente inductor.

Las figuras 33 y 34 ilustran un ejemplo de una superficie que también cumple las condiciones 1, 2, 3, 4. Estas figuras 33 y 34 corresponden respectivamente a las figuras 31 y 32. La figura 33 indica que el eje de cilindro en la zona temporal que es de 115° y el eje de cilindro en la zona nasal que es de 60° . La figura 34 muestra que el meridiano de la lente no es umbilical. Esta superficie exhibe más valor de cilindro en la periferia que la superficie ilustrada en las figuras 31 y 32 sin imponer que el valor absoluto de la esfera media, que es negativo, sea muy alto. Esto puede

ser ventajoso para el proceso de fabricación. Para alcanzar la adición prescrita, cuanto más sea el valor absoluto de la esfera media en el punto correspondiente a la dirección de la mirada cercana en la superficie delantera, más alta será la esfera media en la superficie trasera en el punto correspondiente. Por eso es ventajoso reducir este valor.

Las figuras 35 y 36, que corresponden respectivamente a las figuras 31 y 32 ilustran una superficie que solo cumple las condiciones 1 y 2. La figura 35 indica que el eje de cilindro en la zona temporal es de 100° y el eje de cilindro en la zona nasal es de 80° . Basándose en la figura 36, se puede observar que la primera superficie de la lente tiene un valor medio de la esfera que permanece sustancialmente constante a lo largo del meridiano. Esa superficie puede ser ventajosa para el proceso de fabricación.

Las figuras 37 y 38 ilustran otro ejemplo de una lente que tiene una cara delantera tórica. Estas figuras 37 y 38 corresponden respectivamente a las figuras 31 y 32. La figura 37 indica que el eje de cilindro en la zona temporal que es de 145° y el eje de cilindro en la zona nasal que es de 145° . Basándose en la figura 38, se puede observar que la primera superficie de la lente tiene un valor medio de la esfera que permanece sustancialmente constante a lo largo del meridiano. Cuando el astigmatismo prescrito es alto en comparación con el valor del astigmatismo residual, el eje del astigmatismo total es igual al astigmatismo prescrito. Una superficie tórica como la superficie ilustrada en las figuras 37 y 38 proporcionará un buen rendimiento en la distorsión para un eje prescrito de aproximadamente 145° cuando el valor del astigmatismo prescrito sea alto. Por ejemplo, si la lente tiene que mostrar un valor de adición de aproximadamente 1 dioptría, entonces el astigmatismo residual en la periferia será de aproximadamente 1 dioptría. A continuación, para un astigmatismo prescrito de aproximadamente 2 dioptrías, la superficie proporcionará un buen rendimiento en la distorsión. Esa superficie también puede ser ventajosa para el proceso de fabricación.

Dicha superficie delantera tórica también proporcionará mejores rendimientos en la distorsión que la superficie delantera tradicional para los usuarios cuyo astigmatismo prescrito es bajo cuando se determina un eje de referencia de aproximadamente 145° en la zona temporal o en la zona nasal y el eje de cilindro se establece en 145° tanto sobre la zona temporal como sobre la zona nasal. Por lo tanto, los rendimientos mejoran parcialmente, ya que solamente el lado temporal o el lado nasal mejoran en la distorsión.

Una superficie tórica también proporcionará un buen rendimiento en la distorsión, independientemente de la prescripción, cualquiera que sea el astigmatismo total, residual o prescrito.

Por ejemplo, la superficie delantera de la lente puede tener el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal igual al eje de astigmatismo γ_T en dicha primera parte, y el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal también igual a γ_T . De forma alternativa, la superficie delantera de la lente puede tener el eje de cilindro γ_{AX_N} en la segunda parte Parte2 de la zona nasal igual al eje del astigmatismo γ_N en dicha segunda parte, y el eje de cilindro γ_{AX_T} en la primera parte Parte1 de la zona temporal también igual a γ_N .

Cada una de las lentes descritas previamente puede obtenerse mediante el procedimiento de determinación de una lente oftálmica progresiva descrita anteriormente. Este procedimiento puede ser implementado en un ordenador. En este contexto, a menos que se especifique lo contrario, se aprecia que a lo largo de esta especificación, los análisis que utilizan términos como "calculo", "calcular" "generar" o similares, se refieren a la acción y/o procedimientos de un ordenador o sistema informático, o dispositivo electrónico de cálculo similar, que manipula y/o transforma datos representados como físicos, tal como electrónicos, cantidades dentro de los registros y/o memorias del sistema informático en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de las memorias, registros del sistema informático u otros dispositivos de visualización, transmisión, almacenamiento de la información por el estilo.

También se propone un producto de programa informático que comprende una o más secuencias de instrucciones almacenadas a las que puede acceder un procesador y que, cuando es ejecutado por el procesador, hace que el procesador lleve a cabo las etapas del procedimiento.

Dicho programa de ordenador puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo, entre otros, cualquier tipo de disco, incluidos disquetes, discos ópticos, CD-ROM, discos magnético-ópticos, memorias de solo lectura (ROM), memorias de acceso aleatorio (RAM), memorias de solo lectura programables eléctricamente (EPROM), memorias de solo lectura programables y borrrables eléctricamente (EEPROM), tarjetas magnéticas u ópticas, o cualquier otro tipo de medio adecuado para almacenar instrucciones electrónicas, y que se puedan acoplar al bus de un sistema informático. Por lo tanto, se propone un medio legible por ordenador que lleva una o más secuencias de instrucciones del producto del programa informático. Esto permite llevar a cabo el procedimiento en cualquier lugar.

Los procedimientos y pantallas presentados en la presente memoria no están relacionados intrínsecamente con ningún ordenador u otro aparato en particular. Se pueden usar varios sistemas de propósito general con programas según las enseñanzas de este documento, o puede resultar conveniente construir un aparato más especializado para realizar el procedimiento deseado. La estructura deseada para una variedad de estos sistemas aparecerá en la descripción a continuación. Además, las realizaciones de la presente invención no se describen en referencia a

ningún lenguaje de programación particular. Se apreciará que se pueden usar una variedad de lenguajes de programación para implementar las enseñanzas de las invenciones como se describe en la presente memoria.

Se pueden usar muchos aparatos o procedimientos para obtener el par de lentes utilizando una primera superficie de una lente determinada según el procedimiento descrito anteriormente. Los procedimientos a menudo implican un intercambio de un conjunto de datos. Por ejemplo, este conjunto de datos puede comprender solo la primera superficie de una lente determinada según el procedimiento. Preferiblemente, este conjunto de datos puede comprender además datos relacionados con los ojos del usuario, de manera que con este conjunto, se puede fabricar la lente oftálmica progresiva.

Este intercambio de datos puede ser comprendido esquemáticamente por el aparato de la figura 39 que representa un aparato 333 para recibir datos numéricos. Comprende un teclado 88, una pantalla 104, un centro de información externo 86, un receptor de datos 102, conectado a un dispositivo de entrada/salida 98 de un aparato para el procesamiento de datos 100 que se realiza allí como una unidad lógica.

El aparato para el procesamiento de datos 100 comprende, interconectado entre ellos por un bus de datos y direcciones 92:

- una unidad central de procesamiento 90;
- una memoria RAM 96,
- una memoria ROM 94, y
- dicho dispositivo de entrada/salida 98.

Dichos elementos ilustrados en la figura 39 son bien conocidos por los expertos en la materia. Esos elementos no se describen más.

Para obtener una lente oftálmica progresiva correspondiente a una prescripción del usuario, los fabricantes de lentes pueden proporcionar las piezas brutas de lentes oftálmicas semiacabadas a los laboratorios de prescripción. En general, una pieza bruta de lente oftálmica semiacabada comprende una primera superficie correspondiente a una superficie de referencia óptica, por ejemplo una superficie progresiva en el caso de lentes de adición progresiva, y una segunda superficie inacabada. Se selecciona una pieza bruta de lente semiacabada con las características ópticas adecuadas basándose en la prescripción del usuario. La superficie inacabada finalmente es mecanizada y pulida por el laboratorio de prescripción para obtener una superficie que cumpla con la prescripción. Se obtiene así una lente oftálmica que cumple con la prescripción.

Notablemente, según la invención, las piezas brutas de lentes semiacabadas se pueden proporcionar con una primera superficie que cumpla con las condiciones descritas previamente en referencia a la primera superficie de una lente oftálmica progresiva.

Para proporcionar dichas piezas brutas semiacabadas, se debe elegir una función óptica objetivo para cada conjunto de prescripciones (de manera similar a la etapa 10 en la figura 18). Se definen una primera superficie esférica y una segunda superficie inacabada (de manera similar a la etapa 12 en la figura 18). Al menos un eje de referencia Γ_1 o Γ_2 se determina no solo basándose en el eje medio del astigmatismo γ_T y γ_N de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que pertenecen a Parte1 y Parte2, sino también en el eje medio del astigmatismo para las lentes del conjunto de prescripciones. La primera superficie esférica de la pieza bruta de lente semiacabada se modifica para cumplir con las condiciones 1 y 2 o 1 y 1' o 2 y 2' y/o 3 y 4 definidas anteriormente.

Sin embargo, se puede utilizar otro procedimiento para la fabricación. El procedimiento según la figura 40 es un ejemplo. El procedimiento de fabricación comprende una etapa 74 para proporcionar datos relacionados con los ojos del usuario en una primera ubicación. Los datos se transmiten desde la primera ubicación a una segunda ubicación en la etapa 76 del procedimiento. La lente oftálmica progresiva se determina posteriormente en la etapa 78 en la segunda ubicación según el procedimiento de determinación previamente descrito. El procedimiento para la fabricación comprende además una etapa 80 de transmisión en relación con la primera superficie a la primera ubicación. El procedimiento también comprende una etapa 82 de llevar a cabo una optimización óptica basándose en los datos en relación con la primera superficie transmitida. El procedimiento abarca además una etapa de transmitir 84 el resultado de la optimización óptica a una tercera ubicación. El procedimiento engloba además una etapa de fabricación 86 de la lente oftálmica progresiva según el resultado de la optimización óptica.

Dicho procedimiento de fabricación hace posible obtener una lente oftálmica progresiva con una distorsión reducida sin degradar los otros rendimientos ópticos de la lente.

Las etapas de transmisión 76 y 80 se pueden conseguir electrónicamente. Esto permite acelerar el procedimiento. La lente oftálmica progresiva se fabrica más rápidamente.

Para mejorar este efecto, la primera ubicación, la segunda ubicación y la tercera ubicación pueden ser solo tres sistemas diferentes, uno dedicado a la recopilación de datos, uno para el cálculo y el otro para la fabricación, los tres sistemas que se encuentran en el mismo edificio. Sin embargo, las tres ubicaciones también pueden ser tres compañías diferentes, por ejemplo, una de ellas es un vendedor de gafas (óptico), una es un laboratorio y la otra un diseñador de lentes.

También se describe un conjunto de aparatos para fabricar una lente oftálmica progresiva, en la que los aparatos están adaptados para llevar a cabo el procedimiento de fabricación.

La invención se ilustra con más detalle con el uso de los ejemplos siguientes.

Descripción general de las figuras de los ejemplos.

10 Como se ha explicado anteriormente, una superficie puede ser definida localmente por un triplete constituido por la esfera máxima $SPH_{\max}$, la esfera mínima $SPH_{\min}$ y el eje de cilindro γ_{AX} .

Por lo tanto, las caracterizaciones de superficie de los ejemplos se dan al dar un mapa de la esfera máxima, la esfera mínima y el eje de cilindro para cada una de las superficies considerada.

15 Las figuras 41, 48, 55, 62, 69, 86 y 95 son mapas de esfera mínima. Los ejes vertical y horizontal de los mapas son los valores de la abscisa X (en mm) y de la ordenada Y (en mm). Las curvas de valor iso indicadas en estos mapas conectan puntos que corresponden a un mismo valor de esfera mínimo. Los valores mínimos respectivos de la esfera para las curvas se incrementan en 0,10 dioptrías entre curvas adyacentes, y se indican en algunas de estas curvas.

20 Las figuras 42, 49, 56, 63, 70, 87 y 96 son mapas de esfera mínima. Los ejes vertical y horizontal de los mapas son los valores de la abscisa X (en mm) y de la ordenada Y (en mm). Las curvas de valor iso indicadas en estos mapas conectan puntos que corresponden a un mismo valor de esfera máximo. Los valores mínimos respectivos de la esfera para las curvas se incrementan en 0,10 dioptrías entre curvas adyacentes, y se indican en algunas de estas curvas.

25 Las figuras 43, 50, 57, 64, 71, 88 y 97 son mapas de ejes de cilindro. Los ejes vertical y horizontal de los mapas son los valores de la abscisa X (en mm) y de la ordenada Y (en mm). Las curvas isométricas indicadas en estos mapas conectan puntos que corresponden a un mismo valor de eje de cilindro. Los respectivos valores del eje de cilindro para las curvas se incrementan en 5° entre las curvas adyacentes, y se indican en algunas de estas curvas. Las superficies delanteras de las lentes ejemplificadas tienen un cilindro medio de al menos 0,25 dioptrías en las partes consideradas, preferiblemente de al menos 1 dioptría, y preferiblemente de 2 dioptrías. Cuanto más alto y bien orientado esté el cilindro, más baja será la distorsión y menos sensible será la distorsión de la orientación del eje sobre la superficie delantera.

Las figuras 102 y 105 muestran los perfiles de esfera máximos y mínimos para las superficies delanteras tóricas.

Las figuras 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 65, 66, 67, 68, 72, 73, 74, 75, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 89, 90, 93, 94, 98, 99, 103, 104, 106, 107, 108 proporcionan análisis ópticos del rendimiento de las lentes consideradas.

35 Las figuras 46, 53, 60, 67, 74, 80, 83, 89, 93, 98, 103 y 106 son mapas de la potencia óptica. Los ejes vertical y horizontal de los mapas son los valores del ángulo de declinación del ojo α y el ángulo de acimut del ojo β . Las curvas isométricas indicadas en estos mapas conectan las direcciones de la mirada que corresponden a un mismo valor de potencia óptica. Los valores de potencia óptica respectivos para las curvas se incrementan en 0,25 dioptrías entre curvas adyacentes, y se indican en algunas de estas curvas.

40 Las figuras 47, 54, 61, 68, 75, 81, 84 y 107 son gráficos de contorno de astigmatismo residual, con ejes similares a los de los mapas de potencia óptica. Las curvas isométricas indicadas conectan las direcciones de la mirada que corresponden a un mismo valor de astigmatismo residual.

45 Las figuras 82, 85, 90, 94, 99, 104 y 108 son gráficos de contorno de astigmatismo total, con ejes similares a los de los mapas de potencia óptica. Las curvas isométricas indicadas conectan las direcciones de la mirada que corresponden a un mismo valor de astigmatismo total.

50 Las figuras 44, 51, 58, 65 y 72 son mapas de la potencia óptica periférica. Los ejes vertical y horizontal de los mapas son los valores de las direcciones de los rayos periféricos (α , β). Las curvas isométricas indicadas en estos mapas conectan las direcciones de los rayos periféricos que corresponden a un mismo valor de potencia óptica periférica. Los valores de potencia óptica periférica respectivos para las curvas se incrementan en 0,25 dioptrías entre curvas adyacentes, y se indican en algunas de estas curvas.

Las figuras 45, 52, 59, 66 y 73 son gráficos de contorno de astigmatismo residual periférico, con ejes similares a los de los mapas de potencia óptica periférica. Las curvas indicadas conectan las direcciones de los rayos periféricos que corresponden a un mismo valor de astigmatismo residual periférico.

Las figuras 76, 77, 78, 79, 91, 92, 100 y 101 ofrecen comparaciones de la distorsión para las lentes ejemplificadas.

Ejemplo 1 (técnica anterior)

El ejemplo 1 corresponde a una lente LENTE1 según la técnica anterior. En este caso, la prescripción de potencia es de 0 δ en visión lejana y la adición prescrita es de 2,5 δ. En este ejemplo 1, no se prescribe astigmatismo para el usuario.

Las figuras 41, 42 y 43 son las características de superficie de la superficie delantera para la LENTE1. En aras de comparación, se consideran dos puntos específicos A y B. El punto A está ubicado en la zona temporal, mientras que el punto B está ubicado en la zona nasal. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 6,90 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 4,80 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A} = 64^\circ$. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_B}$ es igual a 6,90 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_B}$ es igual a 4,65 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B} = 126^\circ$.

Las figuras 44 y 45 muestran el rendimiento óptico de la LENTE 1 para la visión periférica cuando la dirección de la mirada se fija en la dirección principal de la mirada. En aras de la comparación, se consideran dos direcciones específicas de rayos periféricos D_A y D_B . D_A y D_B intersecan la superficie delantera de la LENTE 1 en los puntos A y B.

Para la dirección D_A , la potencia periférica media es 1,64 δ, el astigmatismo periférico es 3,56 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 150° y el defecto de astigmatismo periférico es de 3,56 δ. La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G_{DA}(\gamma_A + 90^\circ) - G_{DA}(\gamma_A)$ que asciende a 0,05238233. El valor correspondiente del aumento medio $G_{DA}(\gamma_A + 90^\circ) * G_{DA}(\gamma_A)$ es 1,05670098.

Para la dirección D_B , la potencia periférica media es 1,62 δ, el astigmatismo periférico es 3,38 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 38° y el defecto de astigmatismo es 3,38 δ. La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G_{DB}(\gamma_B + 90^\circ) - G_{DB}(\gamma_B)$ que asciende a 0,04838258. El valor correspondiente del aumento medio $G_{DB}(\gamma_B + 90^\circ) * G_{DB}(\gamma_B)$ es 1,05646721.

Además de este análisis local en dos direcciones de rayos periféricos del rendimiento de la LENTE1, también se puede realizar un análisis global. La Parte1 en la zona temporal puede estar delimitada por direcciones de rayo de $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $-50^\circ < \beta < -10^\circ$ y de manera que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. La Parte2 en la zona nasal puede estar delimitada por direcciones de rayos de $0^\circ < \alpha < 50^\circ$ y $50^\circ > \beta > 10^\circ$ y de manera que el astigmatismo resultante en la parte considerada es más de 0,50 dioptrías. El valor medio del eje γ calculado en la Parte1 es de aproximadamente 150° . El valor correspondiente de $G(\gamma + 90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,034529416. El valor correspondiente de $G(\gamma + 90^\circ) * G(\gamma)$ es 1,045640351. El valor medio del eje γ calculado en la Parte2 es de aproximadamente 40° . El valor correspondiente de $G(\gamma + 90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,026984956. El valor correspondiente de $G(\gamma + 90^\circ) * G(\gamma)$ es 1,044253906.

La misma evaluación se puede hacer en la visión central. Las figuras 46 y 47 muestran el rendimiento óptico de la LENTE1 para la visión central. Para la dirección de la mirada D_A , en la visión central, la potencia media es 1,11 δ, el astigmatismo es 2,51 δ el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 153° y el defecto de astigmatismo es de 2,51 δ. La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G_{DA}(\gamma_A + 90^\circ) - G_{DA}(\gamma_A)$ que asciende a 0,068361295. El valor de aumento medio $G_{DA}(\gamma_A + 90^\circ) * G_{DA}(\gamma_A)$ es 1,069477041.

Para la dirección D_B , la potencia media es 1,08 δ, el astigmatismo es 2,22 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 37° y el defecto de astigmatismo es 2,22 δ. La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G_{DB}(\gamma_B + 90^\circ) - G_{DB}(\gamma_B)$ que asciende a 0,060693133. El valor correspondiente de $G_{DB}(\gamma_B + 90^\circ) * G_{DB}(\gamma_B)$ es 1,067490878.

Estas diferentes caracterizaciones permitirán una comparación con las LENTE2, LENTE3, LENTE4 y LENTE5, cuyas características se desarrollan en los ejemplos 2, 3, 4 y 5. Estos cuatro ejemplos son lentes según la invención hechas para la misma prescripción que la de la LENTE1.

La primera etapa del procedimiento (etapa 10 en la figura 18) es definir una función óptica objetivo. La función óptica objetivo predeterminada es la misma para la LENTE1, LENTE2, LENTE3, LENTE4 y LENTE5.

Por lo tanto, para esta prescripción, los ejes de referencia determinados en la etapa 16 del procedimiento son $\Gamma_1 = 150^\circ$ en la Parte1 (Zona_Temporal) y $\Gamma_2 = 40^\circ$ en la Parte2 (Zona nasal), la Parte1 y la Parte2 de la superficie delantera que se determinan a partir de la Parte1 y Parte2 ópticas definidas en este ejemplo.

Todas las etapas del procedimiento (etapas 10, 12, 14, 16, 18, 20) se han llevado a cabo para las lentes LENTE2 a LENTE5. De la LENTE2 a LENTE5 exhiben un rendimiento diferente en términos de distorsión pero los mismos rendimientos en potencia y astigmatismo.

Ejemplo 2:

Las figuras 48, 49 y 50 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE2. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 4,88 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 3,00 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A} =$

153°, entonces el valor medio de la esfera es 3,94 δ. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{\max_B}$ es igual a 4,72 δ, la esfera mínima $SPH_{\min_B}$ es igual a 3,05 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B} = 37^\circ$, entonces la esfera media es 3,89 δ.

Las figuras 51 y 52 muestran los análisis ópticos del rendimiento periférico de la LENTE2. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B . Para la dirección D_A , la potencia periférica media es 1,72 δ, el astigmatismo periférico es 3,68 δ, el eje del defecto de astigmatismo periférico γ_A es de 150° y el defecto de astigmatismo periférico es de 3,68 δ. Para la dirección D_B , la potencia periférica media es 1,74 δ, el astigmatismo periférico es 3,39 δ, el eje del defecto de astigmatismo periférico γ_B es de 40° y el defecto de astigmatismo periférico es de 3,39 δ. Los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE2 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo.

Sin embargo, a pesar de los rendimientos ópticos periféricos similares en términos de potencia óptica y astigmatismo, la distorsión de la LENTE2 se reduce con respecto a LENTE1. De hecho, $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ) - G_{DA}(\gamma_A) = 0,04887881$. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 6,7%. Además, $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A) = 1,05330224$. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,3%. Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,04492625. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 7,1%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,05310467. En comparación con el valor del ejemplo 1, hay una reducción del 0,3%.

Además de este análisis local, también se puede llevar a cabo un análisis global. Las partes son las mismas que para la LENTE1. El eje medio γ para la zona temporal es de 150°. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,034307044. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,6%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ)*G(\gamma)$ es 1,045072749. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,05%. El eje medio para la zona nasal es de 40°. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,026948119. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,1%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ)*G(\gamma)$ es 1,042590305. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,16%.

La misma evaluación se puede hacer en la visión central. Las figuras 53 y 54 muestran el rendimiento óptico de la LENTE2 para la visión central.

Para la dirección D_A , en la visión central, la potencia media es 1,12 δ, el astigmatismo es 2,52 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 153° y el defecto de astigmatismo es de 2,52 δ. Para la dirección D_B , la potencia media es 1,10 δ, el astigmatismo es 2,22 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 37° y el defecto de astigmatismo es 2,22 δ. Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE2 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ) - G_{DA}(\gamma_A)$ que asciende a 0,064786606. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 5,2%. El valor correspondiente de $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ es 1,066037202. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,3%. La distorsión en la dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,057186898. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 5,8%. El valor correspondiente de $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ es 1,064093242. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,3%.

A continuación, el rendimiento de la LENTE2 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE1 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario.

Ejemplo 3:

Las figuras 55, 56 y 57 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE3. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{\max_A}$ es igual a 5,10 δ, la esfera mínima $SPH_{\min_A}$ es igual a 2,66 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A} = 154^\circ$, entonces el valor medio de la esfera es 3,38 δ. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{\max_B}$ es igual a 5,07 δ, la esfera mínima $SPH_{\min_B}$ es igual a 2,60 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B} = 27^\circ$, entonces el valor medio de la esfera es 3,83 δ.

Las figuras 58 y 59 muestran los análisis ópticos del rendimiento periférico de la LENTE3. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B . Para la dirección D_A , la potencia periférica media es 1,68 δ, el astigmatismo periférico es 3,70 δ, el eje del defecto de astigmatismo periférico γ_A es de 151° y el defecto de astigmatismo periférico es de 3,70 δ. Para la dirección D_B , la potencia periférica media es 1,70 δ, el astigmatismo periférico es 3,44 δ, el eje del defecto de astigmatismo periférico γ_B es de 39° y el defecto de astigmatismo periférico es de 3,44 δ. Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE3 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo periférico.

Sin embargo, a pesar de los rendimientos similares en términos de potencia óptica y astigmatismo periférica, la distorsión de la LENTE3 se reduce con respecto a la LENTE1. De hecho, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,0484037. En comparación con el valor de la

LENTE1, hay una reducción del 7,6%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ) \cdot G(\gamma_A)$ es 1,05319618. En comparación con el valor del ejemplo 1, hay una reducción del 0,3%.

Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,04441357. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 8,2%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ) \cdot G(\gamma_A)$ es 1,0530075. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,3%.

También se puede realizar un análisis global. El eje medio γ para la zona temporal es de 150° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,033326186. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 3,5%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) \cdot G(\gamma)$ es 1,044583748. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,10. El eje global γ para la zona nasal es de 40° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,025899471. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 4,0%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) \cdot G(\gamma)$ es 1,042440926. En comparación con el valor del ejemplo 1, hay una reducción del 0,17%.

La misma evaluación se puede hacer en la visión central. Las figuras 60 y 61 muestran el rendimiento óptico de la LENTE3 para la visión central.

Para la dirección D_A , en la visión central, la potencia media es 1,12 δ , el astigmatismo es 2,51 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 153° y el defecto de astigmatismo es de 2,51 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 1,09 δ , el astigmatismo es 2,23 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 37° y el defecto de astigmatismo es 2,23 δ . Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE3 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $GDA(\gamma_A+90^\circ) - GDA(\gamma_A)$ que asciende a 0,06429864. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 5,94%. El valor correspondiente de $GDA(\gamma_A+90^\circ) \cdot GDA(\gamma_A)$ es 1,06592987. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,33%. Como era de esperar, la reducción es mayor que para la LENTE2. La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,05662577. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 6,7%. El valor correspondiente de $GDB(\gamma_B+90^\circ) \cdot GDB(\gamma_B)$ es 1,063995107. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción del 0,33%.

A continuación, el rendimiento de la LENTE3 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE1 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario. Además, el rendimiento de la LENTE3 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE2 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario.

Ejemplo 4:

Las figuras 62, 63 y 64 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE4. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{\max_A}$ es igual a 5,02 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_A}$ es igual a 1,27 δ y el eje de cilindro γ_{AX_A} es 153° . Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{\max_B}$ es igual a 4,80 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_B}$ es igual a 1,42 δ y el eje de cilindro γ_{AX_B} es 37° .

En comparación con la superficie delantera de la LENTE2, esta superficie tiene aproximadamente el mismo eje de cilindro en los puntos A y B. Para esta superficie, la esfera media en el punto A es aproximadamente 3,15 δ y en el punto B aproximadamente 3,11 δ . Dado que los valores medios de la esfera son más bajos que los de la LENTE2, la distorsión debe mejorarse para la LENTE4 en comparación con la LENTE2.

Las figuras 65 y 66 muestran los análisis ópticos del rendimiento periférico de la LENTE4. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B . Para la dirección D_A , la potencia media es 1,77 δ , el astigmatismo es 3,72 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 149° y el defecto de astigmatismo es 3,72 δ . Para dirección D_B , la potencia media es 1,80 δ , el astigmatismo es 3,39 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 41° y el defecto de astigmatismo es 3,39 δ . Esto significa que los rendimientos ópticos de la LENTE4 en las direcciones D_A y D_B son sustancialmente los mismos que el rendimiento de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia periférica y astigmatismo periférico.

Sin embargo, a pesar de estos resultados similares, la distorsión de la LENTE4 se reduce con respecto a la LENTE1. De hecho, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - D(\gamma_A)$ que asciende a 0,04724064. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 9,8%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ) \cdot G(\gamma_A)$ es 1,05189442. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,45%. Como era de esperar, la reducción es mayor que para la LENTE2.

Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,04342451. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 10,2%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ) \cdot G(\gamma_B)$ es 1,05173226. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,45%. Como era de esperar, la reducción es mayor que para la LENTE2.

También se puede realizar un análisis global. El eje global γ para la zona temporal es de 150° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,03396042. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción de 1,65%. La reducción es mayor que para la LENTE2.

- 5 El eje global γ para la zona nasal es de 40° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,026100465. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 3,28%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,041071791. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,3%. La reducción es mayor que para la LENTE2.

La misma evaluación se puede hacer en la visión central. Las figuras 67 y 68 muestran el rendimiento óptico de LENTE4 para la visión central.

- 10 Para la dirección D_A , en la visión central, la potencia media es 1,13 δ , el astigmatismo es 2,55 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 152° y el defecto de astigmatismo es de 2,55 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 1,12 δ , el astigmatismo es 2,21 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 37° y el defecto de astigmatismo es 2,21 δ . Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE3 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo.
- 15 La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $GDA(\gamma_A+90^\circ) - GDA(\gamma_A)$ que asciende a 0,063119118. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 7,67%. El valor correspondiente de $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ es 1,064612381. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,45%. La reducción es mayor que para la LENTE2. La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,055665757. En comparación con el valor del ejemplo 1, hay una reducción del 8,28%. El valor correspondiente de $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ es 1,062706521. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,45%. La reducción es mayor que para LENTE2.
- 20

Entonces, el rendimiento de la LENTE4 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE1, al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario. Además, el rendimiento de la LENTE4 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE2 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario.

- 25

Ejemplo 5:

Las figuras 69, 70 y 71 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE5. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{\max_A}$ es igual a 4,95 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_A}$ es igual a 2,87 δ y el eje de cilindro γ_{AX_A} es 117° , entonces el valor medio de la esfera es 3,91 δ . Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{\max_B}$ es igual a 4,98 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_B}$ es igual a 2,66 δ y el eje de cilindro γ_{AX_B} es 60° , entonces el valor medio de la esfera es 3,82 δ .

- 30

En este ejemplo, el eje de cilindro de la superficie delantera en los puntos A y B no está basado en el eje de referencia $\Gamma_1 = 150^\circ$ y $\Gamma_2 = 40^\circ$. Además, los valores medios de la esfera en los puntos A y B respectivamente son aproximadamente los mismos que en el ejemplo 3. En estas condiciones, la distorsión debe ser mayor que para la LENTE5 en comparación con la LENTE3.

- 35

Las figuras 72 y 73 muestran los análisis ópticos del rendimiento periférico de la LENTE5. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B . Para la dirección D_A , la potencia media es 1,66 δ , el astigmatismo es 3,68 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 151° y el defecto de astigmatismo es 3,68 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 1,70 δ , el astigmatismo es 3,41 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 39° y el defecto de astigmatismo es 3,41 δ . Los rendimientos ópticos de la LENTE5 en las direcciones D_A y D_B son sustancialmente los mismos que el rendimiento de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo periféricos.

- 40

Sin embargo, a pesar de estos resultados similares, la distorsión de la LENTE5 se reduce con respecto a la LENTE1. De hecho, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,04976309. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 5%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,05324847. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,3%. La reducción es menor que para los casos de la LENTE3.

- 45

Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,04487357. En comparación con el valor del ejemplo 1, hay una reducción del 7,3%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,05298936. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,3%. La reducción es menor que para los casos de LENTE3.

- 50

También se puede realizar un análisis global. El eje global γ para la zona temporal es de 150° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ)-G(\gamma)$ es 0,034391644. En comparación con el valor de la LENTE1, hay una reducción de 0,4%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ)*G(\gamma)$ es 1,044392747. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,12%.

- 55

El eje global γ para la zona nasal es de 40° . El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ) - G(\gamma)$ es 0,026054279. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 3,45%. El valor correspondiente de $G(\gamma+90^\circ)*G(\gamma)$ es 1,042346482. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,18%.

5 La misma evaluación se puede hacer en la visión central. Las figuras 74 y 75 muestran el rendimiento óptico de LENTE4 para la visión central.

10 Para la dirección D_A , en la visión central, la potencia media es 1,11 δ , el astigmatismo es 2,51 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es de 153° y el defecto de astigmatismo es de 2,51 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 1,08 δ , el astigmatismo es 2,22 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 37° y el defecto de astigmatismo es 2,22 δ . Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE5 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE1 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

15 La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ) - G_{DA}(\gamma_A)$ que asciende a 0,065832877. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 3,70%. El valor correspondiente de $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ es 1,065982726. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,33%. Como era de esperar, la reducción es menor que para la LENTE3.

La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,057219922. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 5,71%. El valor correspondiente de $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ es 1,063976669. En comparación con el valor de LENTE1, hay una reducción del 0,33%. Como era de esperar, la reducción es menor que para la LENTE3.

20 A continuación, el rendimiento de la LENTE5 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE1 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario. Además, el rendimiento de la LENTE3 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE5 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario.

25 En las figuras 76, 77, 78 y 79 se muestran $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)-G_{DA}(\gamma_A)$ y $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ para la dirección temporal D_A , $G(\gamma_B+90^\circ)-G(\gamma_B)$ y $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ para la dirección nasal D_B , respecto a la LENTE1, LENTE2, LENTE3, LENTE4 y LENTE5, en la visión central y en la visión periférica. Se puede ver que la distorsión mejora para la LENTE2, LENTE3, LENTE4 y LENTE5 en comparación con la LENTE1. Además, la distorsión mejora para la LENTE4 en comparación con la LENTE2. La distorsión también mejora para la LENTE3 en comparación con la LENTE5.

30 Ejemplo 6 (técnica anterior)

El ejemplo 6 corresponde a una lente LENTE6 según la técnica anterior. En este caso, la prescripción de potencia es de 0,0 δ y la adición es de 2,5 δ . Para este ejemplo 6, el astigmatismo prescrito para el usuario es 2,00 δ con un eje de 45° .

35 La superficie delantera de la LENTE6 es la misma que la superficie delantera de LENTE1. En cuanto al ejemplo 1, las figuras 41, 42 y 43 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE6. En aras de comparación, se consideran los mismos puntos específicos A y B. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{\max_A}$ es igual a 6,90 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_A}$ es igual a 4,80 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A}=64^\circ$. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{\max_B}$ es igual a 6,90 δ , la esfera mínima $SPH_{\min_B}$ es igual a 4,65 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B}=126^\circ$.

40 Las figuras 80, 81 y 82 muestran los análisis ópticos de los rendimientos de la LENTE6. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B del ejemplo 1.

Para la dirección D_A , la potencia media es 2,04 δ , el astigmatismo es 1,31 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 4° y el defecto de astigmatismo es 2,22 δ . Además, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,041523015. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,125915769.

45 Para la dirección D_B , la potencia media es 2,00 δ , el astigmatismo es 4,04 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 41° y el defecto de astigmatismo es 2,07 δ . Además, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,11919188. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,127009929.

50 Estas diferentes caracterizaciones permitirán una comparación con las LENTE7 y LENTE8 cuyas características se desarrollan en los ejemplos 7 y 8. Estos dos ejemplos son lentes según la invención hechas para la misma prescripción que la de la LENTE6. Por lo tanto, para esta prescripción, los ejes de referencia determinados en la etapa 16 del procedimiento son $\Gamma_1=5^\circ$ en la Parte1 (Zona_Temporal) y $\Gamma_2=40^\circ$ en la Parte2 (Zona nasal), la Parte1 y la Parte2 de la superficie delantera que se determinan a partir de la Parte1 y Parte2 ópticas definidas en el ejemplo 1.

La primera etapa del procedimiento (etapa 10 en la figura 18) es definir una función óptica objetivo. La función óptica objetivo predeterminada es la misma para la LENTE6, LENTE7 y LENTE8.

Ejemplo 7:

La superficie delantera de la LENTE7 es la misma que la superficie delantera de LENTE2. En cuanto al ejemplo 2, las figuras 48, 49 y 50 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE7. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 4,88 δ , la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 3,00 δ y el eje de cilindro γ_{AX_A} = 153°, entonces el valor medio de la esfera es 3,94 δ . Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_B}$ es igual a 4,72 δ , la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_B}$ es igual a 3,05 δ y el eje de cilindro γ_{AX_B} = 37°, entonces el valor medio de la esfera es 3,89 δ .

Las figuras 83, 84 y 85 muestran los análisis ópticos de los rendimientos de la LENTE7 en la visión central. En aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B . Para la dirección D_A , la potencia media es 2,06 δ , el astigmatismo es 1,35 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 3° y el defecto de astigmatismo es 2,29 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 2,08 δ , el astigmatismo es 4,04 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 41° y el defecto de astigmatismo es 2,07 δ . Los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE7 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE6 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

Sin embargo, a pesar de estos resultados similares, la distorsión de la LENTE7 se reduce en comparación con la LENTE6. De hecho, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A + 90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,039313407. En comparación con el valor del ejemplo 6, hay una reducción del 5,32%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A + 90^\circ) * G(\gamma_A)$ es 1,122294486. En comparación con el valor de LENTE6, hay una reducción del 0,32 %.

Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B + 90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,115520465. En comparación con el valor del ejemplo 6, hay una reducción del 3,08%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B + 90^\circ) * G(\gamma_B)$ es 1,123422866. En comparación con el valor de la LENTE6, hay una reducción de 0,32%.

Entonces, el rendimiento de la LENTE7 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE6, al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario.

Ejemplo 8:

Las figuras 86, 87 y 88 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE8. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 4,84 δ , la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 2,81 δ y el eje de cilindro γ_{AX_A} = 6°, entonces el valor medio de la esfera en el punto A es 2,82 δ . Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_B}$ es igual a 5,00 δ , la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_B}$ es igual a 2,53 δ y el eje de cilindro γ_{AX_B} = 32°. El valor medio de la esfera en el punto B es 3,76 δ .

Los valores medios de la esfera en los puntos A y B para la LENTE8 son aproximadamente los mismos que los de la LENTE7. El eje de cilindro en el punto A, γ_{AX_A} es aproximadamente el valor del eje de referencia Γ_1 definido anteriormente. Además, el eje de cilindro γ_{AX_B} es aproximadamente el valor del eje de referencia Γ_2 definido anteriormente. Por lo tanto, la LENTE8 debería mejorar la distorsión en comparación con la LENTE7, ya que los ejes de cilindro de la superficie delantera de la LENTE7 no están basados en el eje de referencia Γ_1 y Γ_2 .

Las figuras 89 y 90 muestran los análisis ópticos de los rendimientos de la LENTE8.

Para la dirección D_A , la potencia media es 2,06 δ , el astigmatismo es 1,34 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 3° y el defecto de astigmatismo es 2,28 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 2,07 δ , el astigmatismo es 4,05 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 41° y el defecto de astigmatismo es 2,08 δ . Los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE8 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE6 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

Sin embargo, a pesar de estos resultados similares, la distorsión de la LENTE8 se reduce con respecto a la LENTE6 y la LENTE7. De hecho, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A + 90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,038391923. En comparación con el valor del ejemplo 6, hay una reducción del 7,54%. En comparación con el valor de LENTE7, hay una reducción del 2,34%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A + 90^\circ) * G(\gamma_A)$ es 1,121236736. En comparación con el valor de LENTE6, hay una reducción del 0,42 %. Como era de esperar, la reducción es del 0,44% en comparación con la LENTE7.

Del mismo modo, la distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B + 90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,115015136. En comparación con el valor del ejemplo 6, hay una reducción del 3,50%. En comparación con el valor de LENTE7, hay una reducción del 0,09%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B + 90^\circ) * G(\gamma_B)$ es 1,123319183. En comparación con el valor de la LENTE6, hay una reducción de 0,33%. En comparación con el valor de la LENTE7, esto es una reducción de 0,01%.

A continuación, el rendimiento de la LENTE8 en relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE6 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario. Además, el rendimiento de la LENTE8 en

relación con la distorsión mejora en comparación con la LENTE7 al mismo tiempo que garantiza la misma nitidez de la imagen para el usuario

Las figuras 91 y 92 muestran $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)-G_{DA}(\gamma_A)$ y $O_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ para la dirección temporal D_A , $G(\gamma_B+90^\circ)-G(\gamma_B)$ y $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ para la dirección nasal D_B , en la visión central respecto a la LENTE6, LENTE7 y LENTE8. Se puede ver que la distorsión mejora para la LENTE7 y LENTE8 en comparación con la LENTE6. Además, la distorsión mejora para la LENTE8 en comparación con la LENTE7.

Ejemplo 9 (técnica anterior)

El ejemplo 9 corresponde a una lente LENTE9 según la técnica anterior. En este caso, la prescripción de potencia es de 0,0 δ y la adición es de 1,00 δ. Para este ejemplo 9, el astigmatismo prescrito para el usuario es 2,00 δ con un eje de 140°.

La superficie delantera de la LENTE9 no se muestra en las figuras, pero es una superficie progresiva clásica, como para la de la LENTE1. Se consideran los mismos puntos A y B. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 5,52 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 4,75 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A}=60^\circ$. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_B}$ es igual a 5,50 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_B}$ es igual a 4,65 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B}=126^\circ$.

Las figuras 93 y 94 muestran los análisis ópticos de los rendimientos de la LENTE9. Igual que en el ejemplo 1, en aras de la comparación, se consideran las dos mismas direcciones específicas D_A y D_B .

Para la dirección D_A , la potencia media es 1,37 δ, el astigmatismo es 2,72 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 142° y el defecto de astigmatismo es 0,73 δ. Además, la distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,07396544. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,08283716.

Para la dirección D_B , la potencia media es 1,44 δ, el astigmatismo es 1,28 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 147° y el defecto de astigmatismo es 0,82 δ. La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,03403641. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,048741551.

Estas diferentes caracterizaciones permitirán una comparación con las LENTE10 cuyas características se desarrollan en el ejemplo 10. Este ejemplo es una lente según la invención hecha para la misma prescripción que la de LENTE9. Por lo tanto, para esta prescripción, los ejes de referencia determinados en la etapa 16 del procedimiento son $\Gamma_1=140^\circ$ en la Parte1 (Zona_Temporal) y $\Gamma_2=145^\circ$ en la Parte2 (Zona nasal), la Parte1 y la Parte2 de la superficie delantera que se determinan a partir de la Parte1 y Parte2 ópticas definidas en el ejemplo 1.

La primera etapa del procedimiento (etapa 10 en la figura 18) es definir una función óptica objetivo. La función óptica objetivo predeterminada es la misma para la LENTE9 y la LENTE10.

Ejemplo 10:

Las figuras 95, 96 y 97 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE10. Para el punto A, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_A}$ es igual a 5,12 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_A}$ es igual a 2,54 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_A}=144^\circ$. Para el punto B, la esfera máxima $SPH_{m\acute{a}x_B}$ es igual a 4,95 δ, la esfera mínima $SPH_{m\acute{i}n_B}$ es igual a 2,48 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX_B}=146^\circ$.

Las figuras 98 y 99 muestran los análisis ópticos de los rendimientos de la LENTE10. En aras de la comparación, se consideran las dos direcciones específicas D_A y D_B definidas previamente.

Para la dirección D_A , la potencia media es 1,37 δ, el astigmatismo es 2,72 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 142° y el defecto de astigmatismo es 0,73 δ. Para la dirección D_B , la potencia media es 1,44 δ, el astigmatismo es 1,28 δ, el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 147° y el defecto de astigmatismo es 0,82 δ. Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE10 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE9 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central

La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,07097944. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 4.04%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,08045844. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 0.20%

La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,03238737. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 4.484%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,08312921. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 0.23%.

Para esta prescripción, Γ_1 y Γ_2 son sustancialmente iguales. Por lo tanto, una superficie delantera tórica cuyo eje es $\gamma_{AX} = 145^\circ$ y, finalmente, cuyo valor de cilindro es igual al valor de cilindro de la superficie delantera de la LENTE10 proporcionará aproximadamente el mismo resultado en términos de reducción de la distorsión.

Las figuras 100 y 101 muestran $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)-G_{DA}(\gamma_A)$ y $G_{DA}(\gamma_A+90^\circ)*G_{DA}(\gamma_A)$ en la dirección temporal D_A , $G(\gamma_B+90^\circ)-G(\gamma_B)$ y $G_{DB}(\gamma_B+90^\circ)*G_{DB}(\gamma_B)$ en la dirección nasal D_B , para la LENTE9 y LENTE10 en la visión central y en la visión

periférica. Se puede ver que la distorsión está claramente mejorada para la LENTE10 en comparación con la LENTE9.

- 5 Los ejemplos 1 a 10 descritos anteriormente se mostraron con las condiciones 1 y 2 que se acumularon durante la determinación de la primera superficie. Sin embargo, se entiende que solamente puede usarse una de las condiciones 1 o 2 durante la determinación de la primera superficie. Los ejemplos descritos anteriormente, por lo tanto, son aplicables tanto a la parte temporal o la parte nasal.

Ejemplo 11:

- 10 La figura 102 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE 11, que es una superficie tórica. La esfera máxima, la esfera mínima y los valores del eje son constantes sobre la superficie. Para todos los puntos y particularmente para los puntos A y B, la esfera máxima $SPH_{\max}$ es igual a 5,0 δ , la esfera mínima $SPH_{\min}$ es igual a 2,50 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX}=145^\circ$.

Las figuras 103 y 104 muestran los análisis ópticos del rendimiento de la LENTE11. En aras de la comparación, se consideran las dos direcciones específicas D_A y D_B definidas previamente.

- 15 Para la dirección D_A , la potencia media es 1,36 δ , el astigmatismo es 2,71 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_A es 142° y el defecto de astigmatismo es 0,73 δ . Para la dirección D_B , la potencia media es 1,43 δ , el astigmatismo es 1,27 δ , el eje del defecto de astigmatismo γ_B es 147° y el defecto de astigmatismo es 0,82 δ . Esto significa que los rendimientos ópticos periféricos de la LENTE11 en D_A y D_B son sustancialmente los mismos que los rendimientos ópticos de la LENTE9 con respecto a los valores de potencia y astigmatismo en la visión central.

- 20 La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,07105139. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 3.94%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,08031271. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 0,23%

La distorsión en esta dirección D_B puede indicarse con el valor de $G(\gamma_B+90^\circ) - G(\gamma_B)$ que asciende a 0,03236598. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 4.91%. El valor correspondiente de $G(\gamma_B+90^\circ)*G(\gamma_B)$ es 1,08319312. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 0.22%.

- 25 La LENTE11 con una superficie delantera tórica proporciona aproximadamente el mismo resultado en términos de reducción de la distorsión que la LENTE10.

Ejemplo 12:

En este caso, la prescripción de potencia es de 0,0 δ y la adición es de 2,5 δ . Para este ejemplo 12, el astigmatismo prescrito para el usuario es 2,00 δ con un eje de 45° .

- 30 La figura 105 son las características de superficie de la superficie delantera de la LENTE12, que es una superficie tórica. Para todos los puntos y particularmente para los puntos A y B, la esfera máxima $SPH_{\max}$ es igual a 4,8 δ , la esfera mínima $SPH_{\min}$ es igual a 2,8 δ y el eje de cilindro $\gamma_{AX}=6^\circ$.

Las figuras 106, 107 y 108 muestran los análisis ópticos del rendimiento de la LENTE12. En aras de la comparación, solamente se considera la dirección específica D_A .

- 35 Para la dirección D_A , la potencia media es 2,02 δ , el astigmatismo es 1,30 δ , el eje del defecto astigmatismo γ_A es 4° y el defecto de astigmatismo es 2,21 δ .

La distorsión en esta dirección D_A puede indicarse con el valor de $G(\gamma_A+90^\circ) - G(\gamma_A)$ que asciende a 0,03854906. En comparación con el valor de LENTE9, hay una reducción del 7.16%. El valor correspondiente de $G(\gamma_A+90^\circ)*G(\gamma_A)$ es 1,12203026. En comparación con el valor de LENTE6, hay una reducción del 0.35%.

- 40 La LENTE 12 con una superficie delantera tórica cuya orientación γ_{AX} del eje de cilindro se define como casi igual al primer eje de referencia $\Gamma_1= 5^\circ$ (aproximadamente igual a γ_A) proporciona un buen resultado en términos de reducción de la distorsión en el lado temporal. Respecto a la LENTE 12, las condiciones 1 y 1' tal como se han definido anteriormente se usaron para determinar la superficie delantera.

- 45 Aunque no se ilustra, una lente que tiene una distorsión reducida en el lado nasal podría definirse de manera similar definiendo una superficie delantera tórica que tiene una orientación del eje definido solamente con Γ_2 .

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar una lente oftálmica progresiva para un usuario, la lente que comprende un meridiano principal (32) que separa la lente en una zona nasal (Zona nasal) y una zona temporal (Zona temporal), el procedimiento que comprende las etapas de:
 - 5 - elegir una función óptica objetivo que representa el rendimiento que debe alcanzarse y que sea adecuado para el usuario para una prescripción que comprenda un valor de potencia de visión lejana y una adición que representa el incremento de potencia entre la visión lejana y la visión cercana y, opcionalmente, una prescripción de astigmatismo, la función óptica objetivo que define, para cada una de las direcciones de la mirada cuando se usa la lente, una potencia refractiva ($P_{\alpha,\beta}$), un módulo de astigmatismo ($Ast_{\alpha,\beta}$) y un eje de astigmatismo ($\gamma_{\alpha,\beta}$), cada una de las
 - 10 direcciones de la mirada correspondiente a un ángulo descendente (α) y a un ángulo de acimut (β);
 - definir una superficie delantera de la lente y una superficie trasera de la lente, cada una de las superficies que tiene en cada uno de los puntos un valor medio de la esfera (SPH_{media}), un valor de cilindro (CYL) y el eje de cilindro (γ_{AX}),
 - definir al menos una primera parte (Parte1) en la zona temporal (Zona temporal) y al menos una segunda parte (Parte2) en la zona nasal (Zona nasal), donde dichas partes se definen cuando se considera la visión central, donde
 - 15 la primera parte (Parte1) en la zona temporal está delimitada por las direcciones de mirada de $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $-40^\circ < \beta < -5^\circ$ y de manera que el astigmatismo resultante en dicha parte es más de 0,50 dioptrías, y donde la segunda parte (Parte2) en la zona nasal está delimitada por las direcciones de mirada de $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ y $5^\circ < \beta < 40^\circ$ y de manera que el astigmatismo resultante en dicha parte sea más de 0,50 dioptrías;
 - para al menos una de la primera o la segunda parte de la superficie delantera (Parte1, Parte2), determinar
 - 20 respectivamente un primer o un segundo ejes de referencia (Γ_1 , Γ_2), el primer eje de referencia (Γ_1) que se establece en un valor comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ, \gamma_T + 20^\circ]$ con γ_T que es el eje promedio del astigmatismo de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada que intersecan la superficie delantera sobre la primera parte temporal (Parte1), y el segundo eje de referencia (Γ_2) que se establece en un valor comprendido entre $[\gamma_N - 20^\circ, \gamma_N + 20^\circ]$ con γ_N que es el eje promedio del astigmatismo de la función óptica objetivo para las direcciones de la mirada
 - 25 que intersecan la superficie delantera sobre la segunda parte nasal (Parte2), el eje promedio (γ_N , γ_T) del astigmatismo de la función óptica objetivo que define una dirección de la potencia óptica más pequeña;
 - modificar la superficie delantera de modo que:
 - sobre la primera parte (Parte1), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_1)$) de la superficie delantera a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de la esfera ($SPH(\perp\Gamma_1)$) de la superficie delantera a lo largo de un eje perpendicular al
 - 30 primer eje de referencia ($SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$); o
 - sobre la segunda parte (Parte2), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_2)$) de la superficie delantera a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera ($SPH(\perp\Gamma_2)$) de la superficie delantera a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia ($SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$);
 - modificar la superficie trasera para cumplir con la función óptica objetivo.
- 35 2. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que los ejes de referencia primero y segundo (Γ_1 , Γ_2) se determinan respectivamente para la primera y segunda parte de la superficie delantera (Parte1, Parte2) y en la que la superficie delantera se modifica de modo que:
 - sobre la primera parte (Parte1), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_1)$) a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de esfera ($SPH(\perp\Gamma_1)$) a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia ($SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$); y
 - 40 - sobre la segunda parte (Parte2), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_2)$) a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera ($SPH(\perp\Gamma_2)$) a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia ($SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$).
3. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que el primer eje de referencia (Γ_1) se determina para la primera parte de la superficie delantera (Parte1) y en la que la superficie delantera se modifica de modo que:
 - 45 - sobre la primera parte (Parte1), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_1)$) a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de esfera ($SPH(\perp\Gamma_1)$) a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia ($SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$); y
 - sobre la segunda parte (Parte2), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_1)$) a lo largo del primer eje de referencia es superior al valor de esfera ($SPH(\perp\Gamma_1)$) a lo largo de un eje perpendicular al primer eje de referencia ($SPH(\Gamma_1) > SPH(\perp\Gamma_1)$).
- 50 4. El procedimiento según la reivindicación 1 en el que el segundo eje de referencia (Γ_2) se determina para la segunda parte de la superficie delantera (Parte2) y en la que la superficie delantera se modifica de modo que:

- sobre la primera parte (Parte1), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_2)$) a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera ($SPH(\perp\Gamma_2)$) a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia ($SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$); y
 - sobre la segunda parte (Parte2), el valor de la esfera ($SPH(\Gamma_2)$) a lo largo del segundo eje de referencia es superior al valor de la esfera ($SPH(\perp\Gamma_2)$) a lo largo de un eje perpendicular al segundo eje de referencia ($SPH(\Gamma_2) > SPH(\perp\Gamma_2)$).
- 5 El procedimiento según las reivindicaciones 3 o 4 en el que la superficie delantera se modifica de modo que la superficie delantera es una superficie tórica con un eje de cilindro (γ_{AX}) en cada uno de los puntos ajustado al eje de referencia determinado (Γ_1 o Γ_2).
- 10 6. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que el primer eje de referencia (Γ_1) se ajusta al eje promedio de astigmatismo (γ_T) sobre la primera parte temporal (Parte1) y en el que el segundo eje de referencia (Γ_2) se ajusta al eje promedio de astigmatismo (γ_N) sobre la segunda parte nasal (Parte2).
7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que cada eje de referencia respectivo (Γ_1 , Γ_2) se define por optimización óptica para minimizar la distorsión en la parte respectiva (Parte1, Parte2).
- 15 8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la superficie delantera tiene una parte superior constituida por puntos de intersección con direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente negativo (α) y una parte inferior de la lente constituida por puntos de intersección con direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente positivo (α), un eje vertical que se define basándose en el micromarcado de la lente,
- 20 la superficie delantera también se modifica de modo que:
- sobre la primera parte (Parte1), el valor medio de la esfera (SPH_{media}) disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior, y
 - sobre la segunda parte (Parte2), el valor medio de la esfera (SPH_{media}) disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior.
- 25 9. Una lente oftálmica progresiva que tiene, cuando se usa y para cada una de las direcciones de la mirada, una potencia refractiva ($P_{\alpha, \beta}$), un módulo de astigmatismo ($Ast_{\alpha, \beta}$) y un eje de astigmatismo ($\gamma_{\alpha, \beta}$), cada una de las direcciones de la mirada correspondiente a un ángulo descendente (α) y a un ángulo de acimut (β),
- la lente que comprende una superficie delantera y una superficie trasera, cada una de las superficies que tiene en cada uno de los puntos un valor medio de la esfera (SPH_{media}), un valor de cilindro (CYL) y un eje de cilindro (γ_{AX}), el
- 30 eje de cilindro que es el eje de la esfera máxima, la lente que comprende
- un meridiano principal (32) que separa la lente en una zona nasal (Zona_nasal) y una zona temporal (Zona_temporal),
- 35 en el que la superficie delantera tiene una Parte1 y una Parte2 donde la Parte1 está delimitada en la superficie delantera por $-20 \text{ mm} < X < -2,5 \text{ mm}$ y $4 > y > -11 \text{ mm}$ y la Parte2 está delimitada en la superficie delantera por $2,5 \text{ mm} < X < 20 \text{ mm}$ y $4 > y > -11 \text{ mm}$,
- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), el eje de cilindro (γ_{AX_T}) de la superficie delantera está comprendida entre $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$, γ_T que es el eje medio del astigmatismo (γ_T) de la lente sobre la primera parte que define una dirección de la potencia óptica más pequeña; o
 - en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), el eje de cilindro (γ_{AX_N}) de la superficie delantera está comprendida entre $[\gamma_N - 20^\circ; \gamma_N + 20^\circ]$, γ_N que es el eje medio del astigmatismo (γ_N) de la lente sobre la segunda parte que define una dirección de la potencia óptica más pequeña.
10. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 9 en la que la superficie delantera tiene:
- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), el eje de cilindro (γ_{AX_T}) que está comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$, γ_T que es el eje medio del astigmatismo (γ_T) de la lente sobre la primera parte; y
 - en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) que está comprendido entre $[\gamma_N - 20^\circ; \gamma_N + 20^\circ]$, γ_N que es el eje medio del astigmatismo (γ_N) de la lente sobre la segunda parte.
11. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 9 en la que la superficie delantera tiene:
- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) que está comprendido entre $[\gamma_T - 20^\circ; \gamma_T + 20^\circ]$; y
- 50

- en la segunda parte de la zona nasal (Parte 2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) que está comprendido entre [γ_T-20° ; γ_T+20°],

γ_T que es el eje medio del astigmatismo de la lente sobre la primera parte de la zona temporal (Parte1).

12. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 9 en la que la superficie delantera tiene:

5 - en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) que está comprendido entre [γ_N-20° ; γ_N+20°]; y

- en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) que está comprendido entre [γ_N-20° ; γ_N+20°],

γ_N que es el eje medio del astigmatismo de la lente sobre la primera parte de la zona nasal (Parte2).

10 13. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 10 en la que la primera superficie tiene:

- en la primera parte (Parte1) de la zona temporal, un eje de cilindro (γ_{AX_T}) comprendido entre 90° y 180° ; y

- en la segunda parte de la zona nasal (Parte 2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) de manera que la diferencia de ángulo en el valor absoluto entre el eje de cilindro en la primera parte (γ_{AX_T}) y el eje de cilindro en la segunda parte (γ_{AX_N}) es superior a 20° ($|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| > 20^\circ$), el eje de cilindro que está definido como el eje de la esfera máxima.

15 14. La lente oftálmica progresiva según la reivindicación 10 en la que la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) igual a 155° más o menos 20° ; y

- en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) igual a 27° más o menos 20° .

15. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 11 en la que la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) comprendido entre 0° y 90° ; y

20 - en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) comprendido entre 0° y 90° y de manera que la diferencia de ángulo en el valor absoluto entre el eje de cilindro en la primera parte (γ_{AX_T}) y el eje de cilindro en la segunda parte (γ_{AX_N}) es superior a 20° ($|\gamma_{AX_T} - \gamma_{AX_N}| > 20^\circ$), el eje de cilindro que está definido como el eje de la esfera máxima.

16. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 10 en la que la primera superficie tiene:

25 - en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) comprendido entre 0° y 70° ; y

- en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) comprendido entre 0° y 70° , el eje de cilindro que se define como el eje de la esfera máxima.

17. La lente oftálmica progresiva de la reivindicación 10 en la que la primera superficie tiene:

- en la primera parte de la zona temporal (Parte1), un eje de cilindro (γ_{AX_T}) comprendido entre 110° y 180° ; y

30 - en la segunda parte de la zona nasal (Parte2), un eje de cilindro (γ_{AX_N}) comprendido entre 110° y 180° , el eje de cilindro que se define como el eje de la esfera máxima.

18. La lente oftálmica progresiva según una cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12 en la que la superficie delantera es una superficie tórica.

35 19. La lente oftálmica progresiva según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 18, en la que la lente tiene, cuando se usa, una parte superior definida para las direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente negativo (α) y una parte inferior definida para las direcciones de la mirada correspondientes a un ángulo descendente positivo (α), un eje vertical que se define basándose en el micromarcado de la lente y en la que la superficie delantera tiene:

40 - en al menos una primera parte de la zona temporal (Parte1), un valor medio de la esfera (SPH_{media}) que disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior;

- en al menos una segunda parte de la zona nasal (Parte2), un valor medio de la esfera (SPH_{media}) que disminuye a lo largo de cualquier línea paralela al eje vertical orientado desde la parte superior a la parte inferior.

20. La lente oftálmica progresiva de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 19 en la que la superficie delantera tiene un valor medio de la esfera que permanece sustancialmente constante a lo largo del meridiano.

21. Un producto de programa informático que comprende una o más secuencias de instrucciones almacenadas a las que puede acceder un procesador y que, cuando es ejecutado por el procesador, hace que el procesador lleve a cabo las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

5 22. Un medio legible por ordenador que lleva a cabo una o más secuencias de instrucciones del producto de programa informático de la reivindicación 21.

23. Un procedimiento para fabricar una lente oftálmica progresiva que comprende las etapas de:

- proporcionar datos relativos a los ojos de un usuario,

- transmitir datos relativos al usuario,

10 - determinar una superficie delantera y una superficie trasera de una lente según el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,

- transmitir datos relativos a la superficie delantera y la superficie trasera,

- fabricar la lente oftálmica progresiva según los datos relativos a la superficie delantera y superficie trasera.

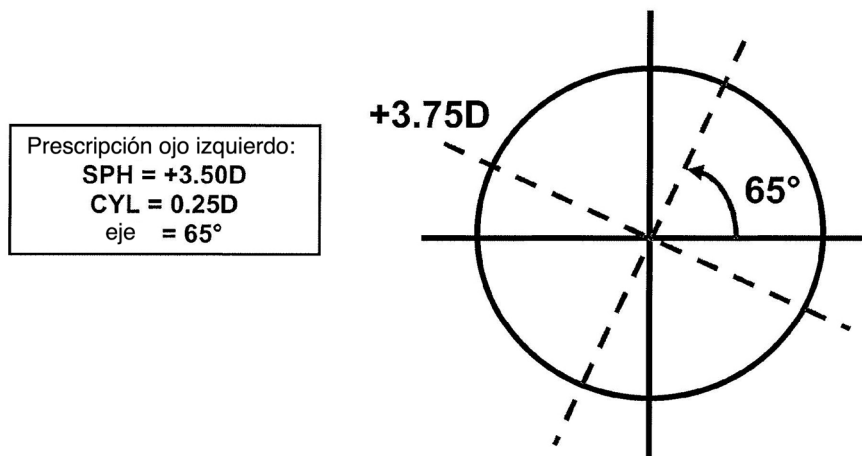


Figura 1

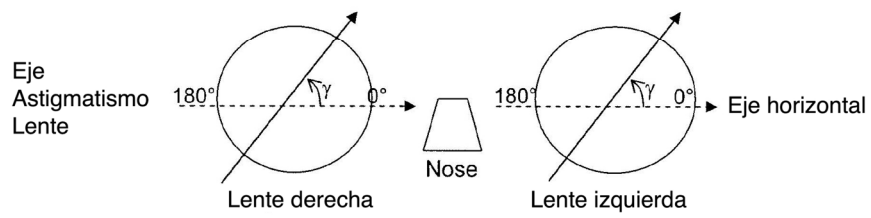


Figura 2

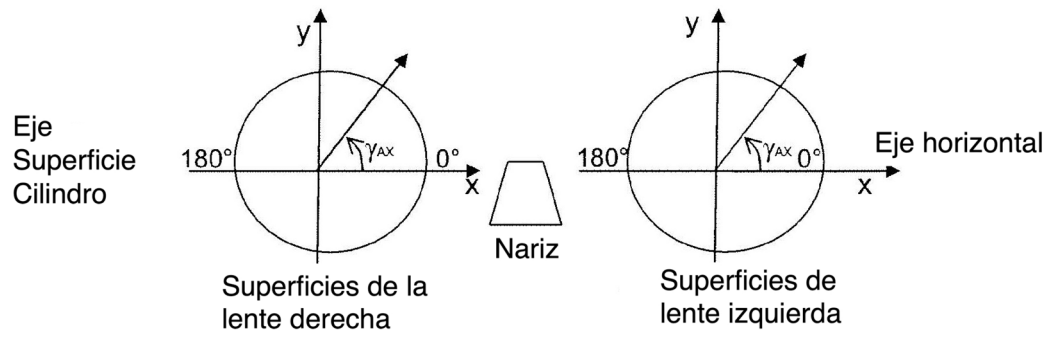


Figura 3

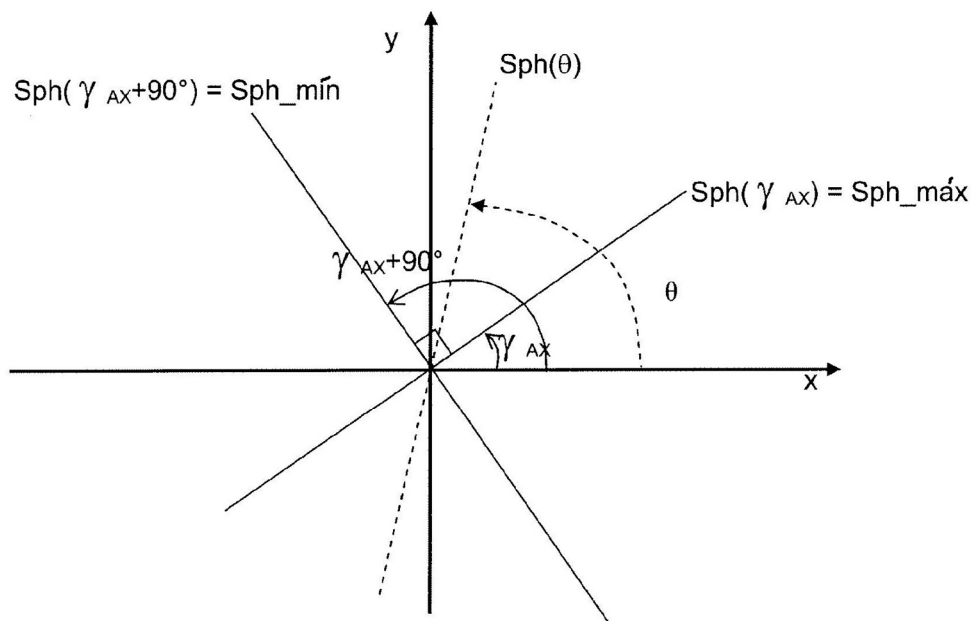


Figura 4

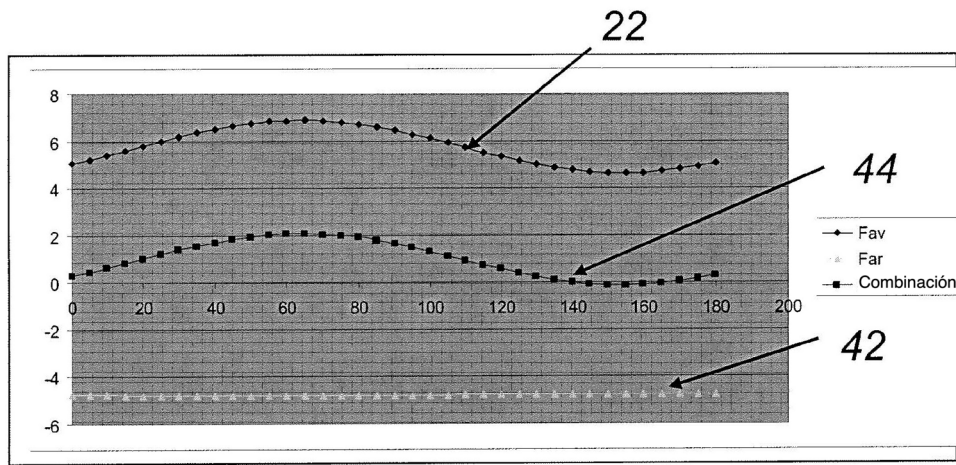


Figura 5

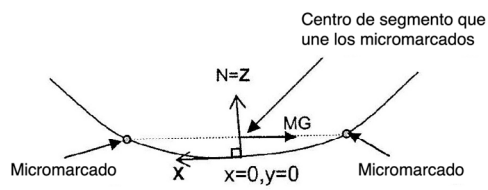


Figura 6

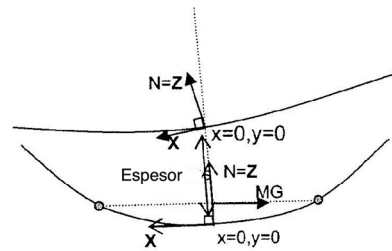


Figura 7

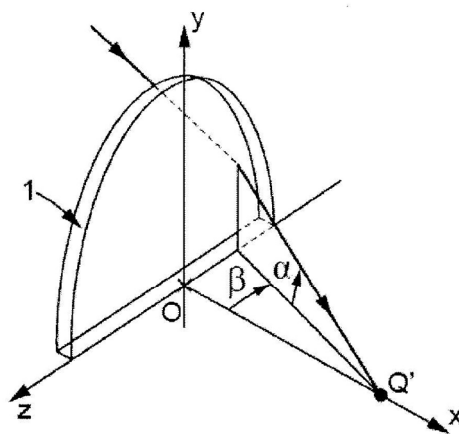


Figura 8

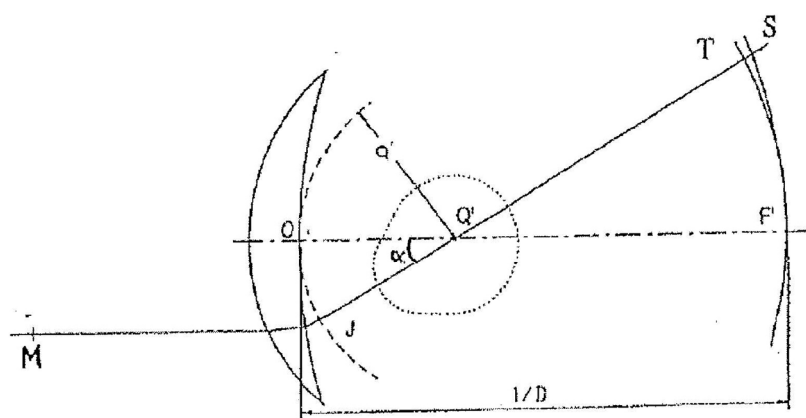


Figura 9

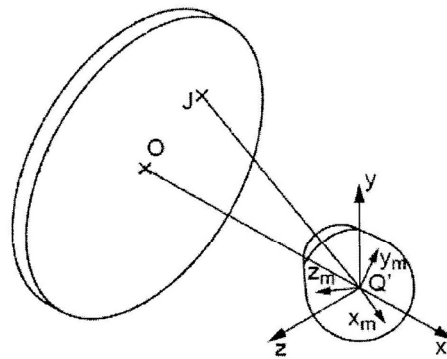


Figura 10

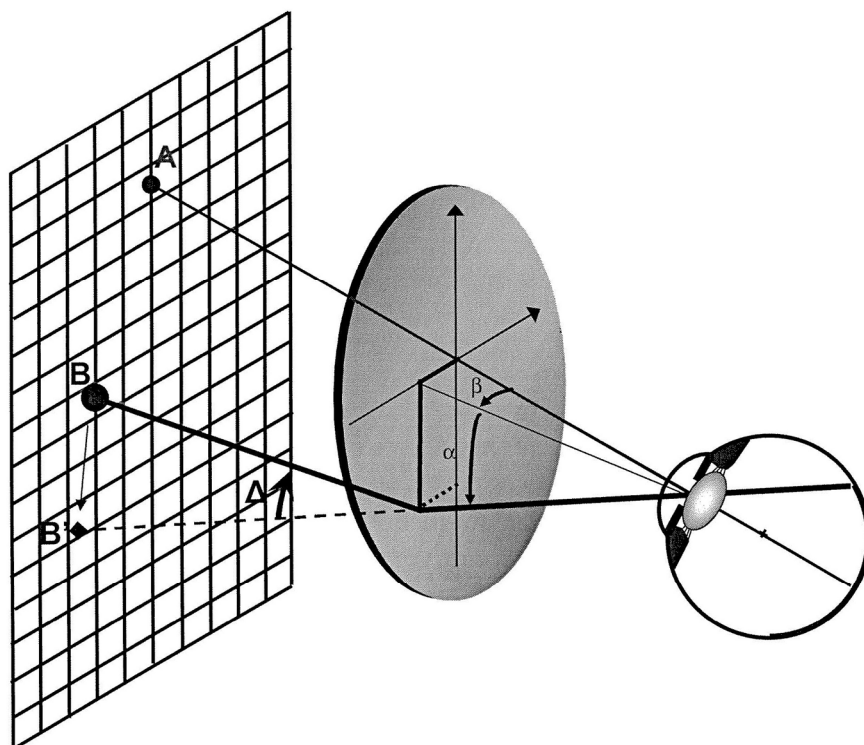


Figura 11

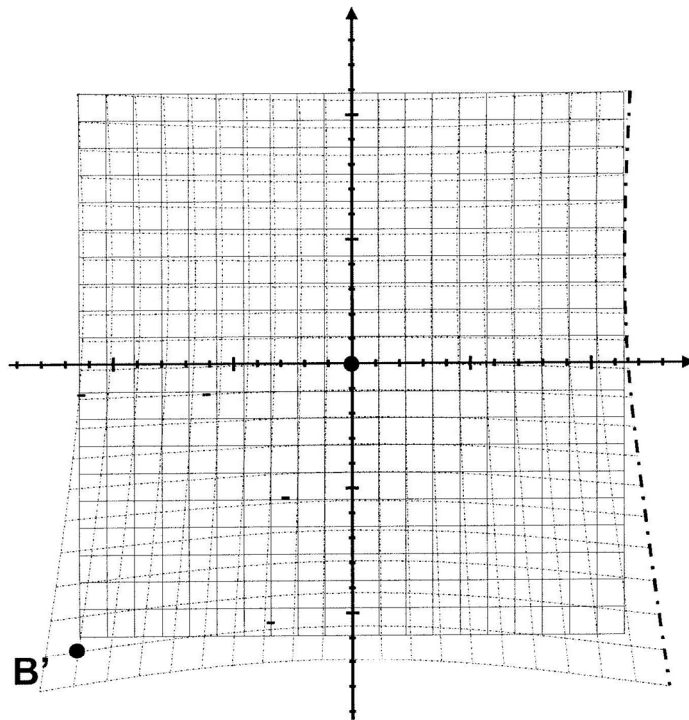


Figura 12

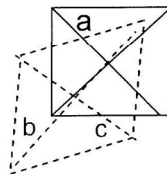


Figura 13

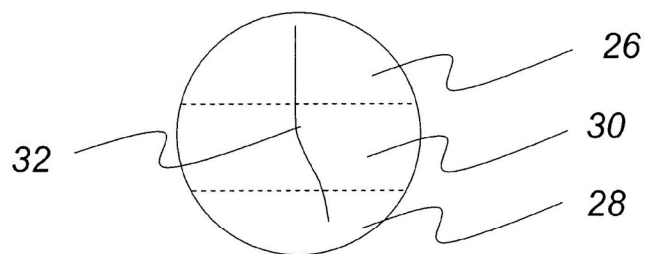


Figura 14

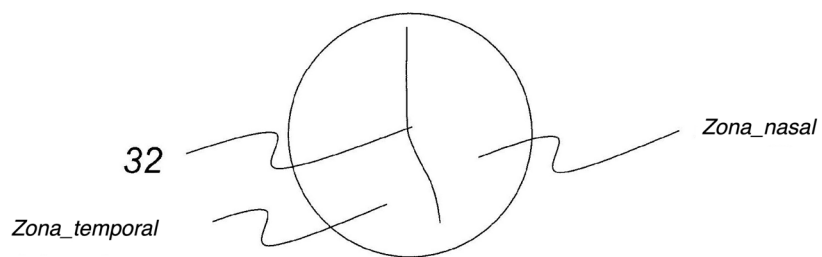


Figura 15

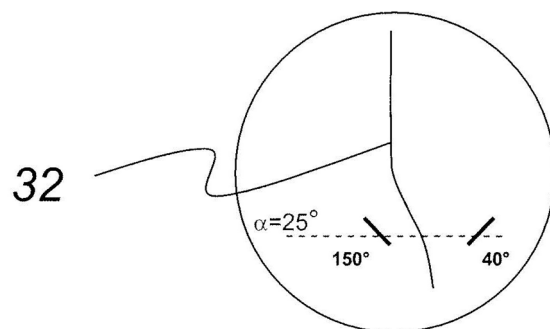


Figura 16

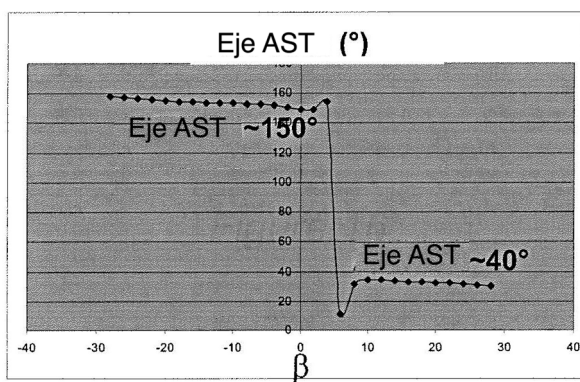


Figura 17

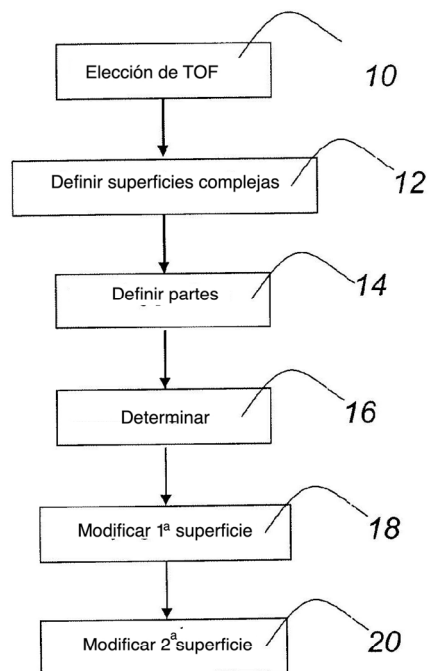


Figura 18

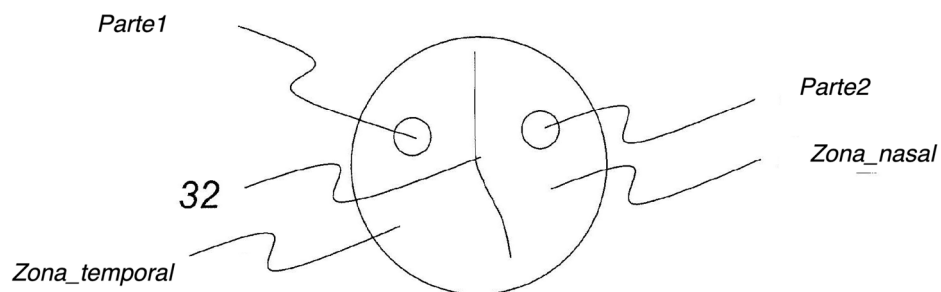


Figura 19

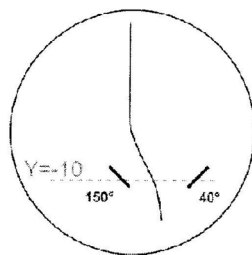


Figura 20a

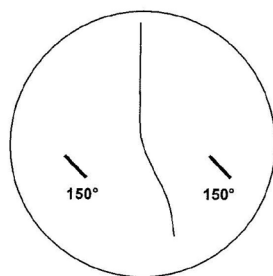


Figura 20b

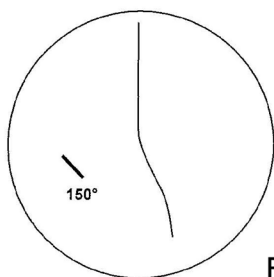


Figura 20c

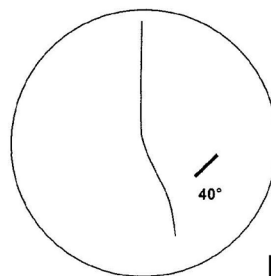
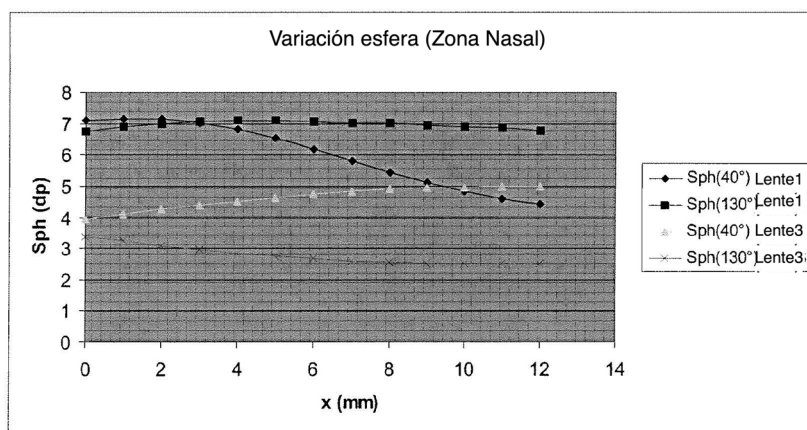
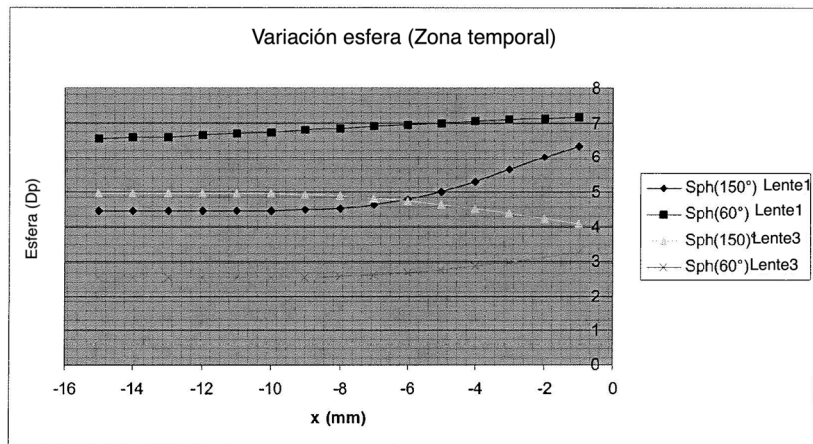


Figura 20d



Figuras 21 & 22

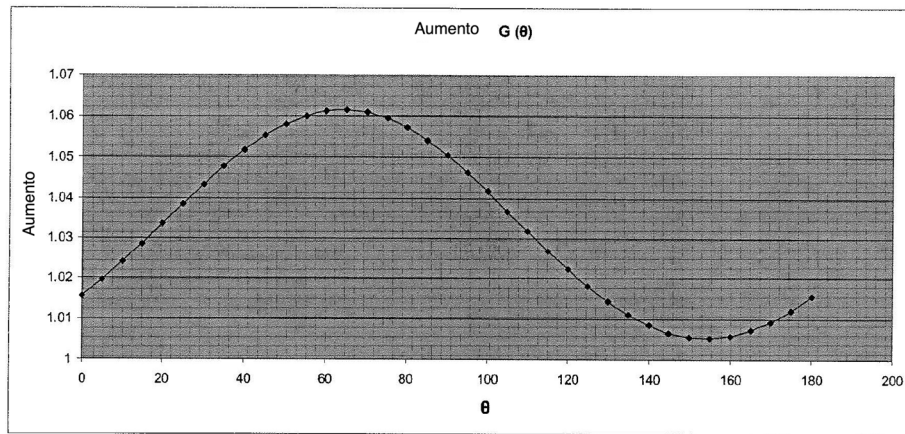


Figura 23

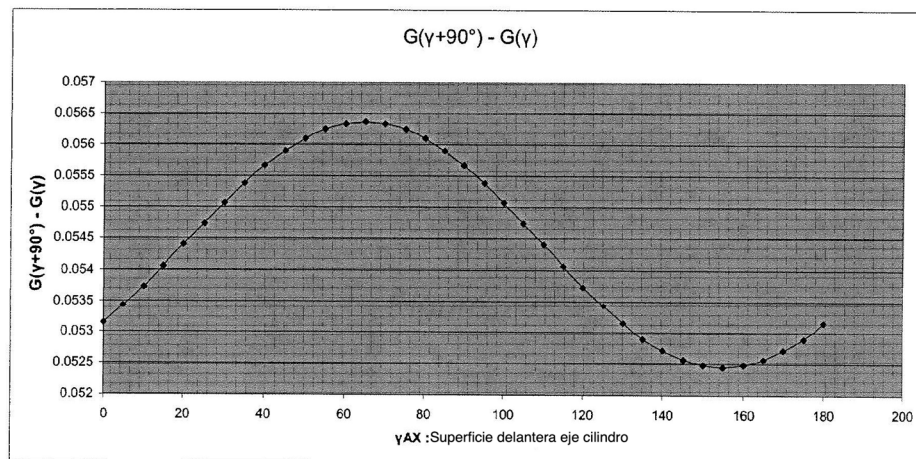


Figura 24

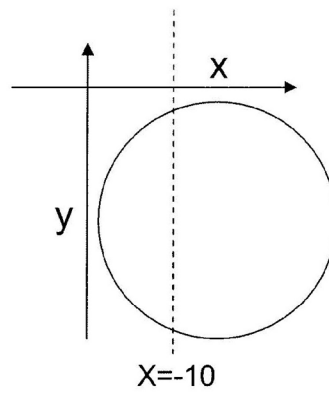


Figura 25

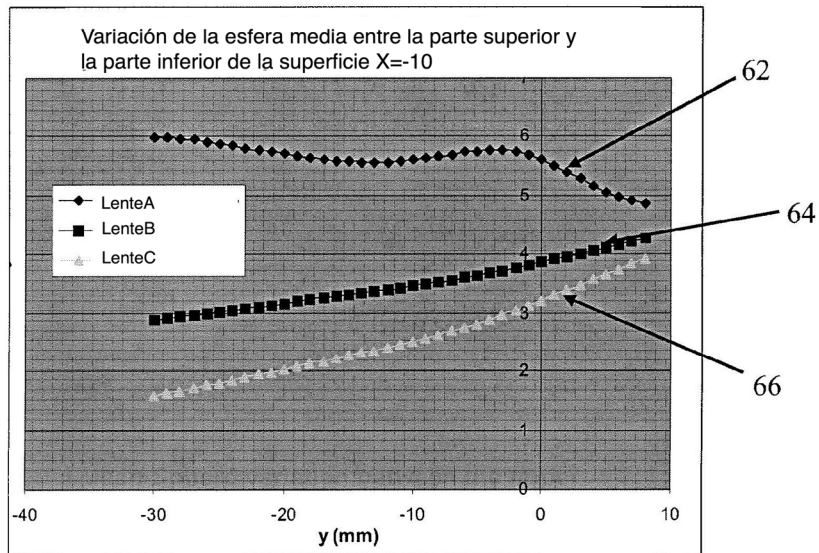


Figura 26

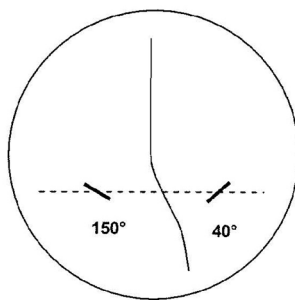


Figura 27

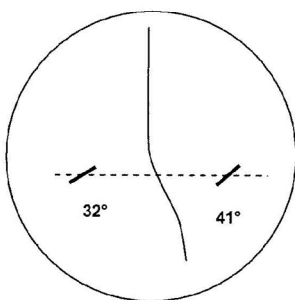


Figura 28

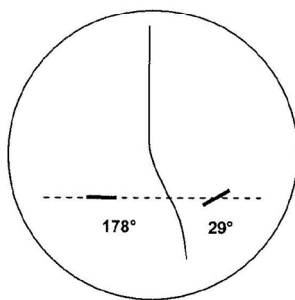


Figura 29

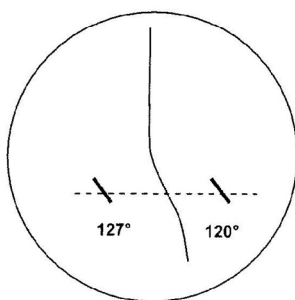


Figura 30

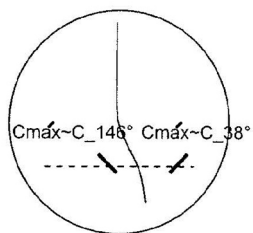


Figura 31

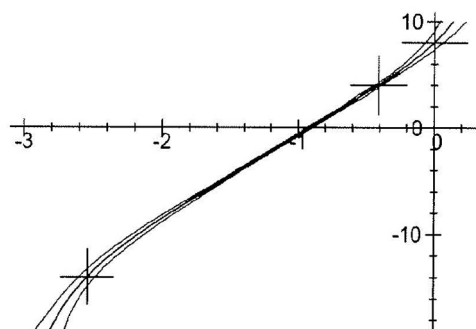


Figura 32

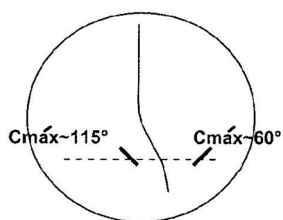


Figura 33

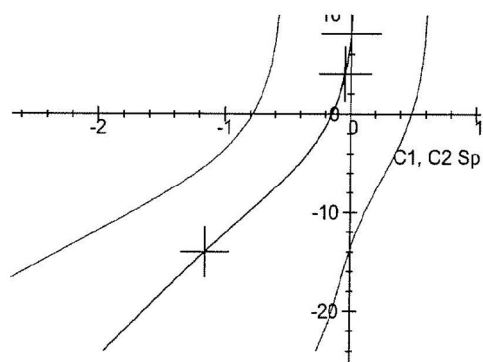


Figura 34

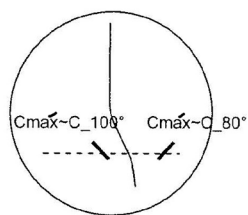


Figura 35

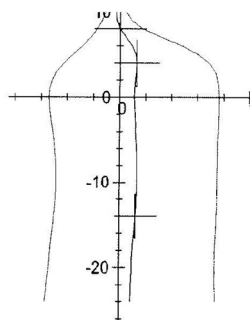


Figura 36

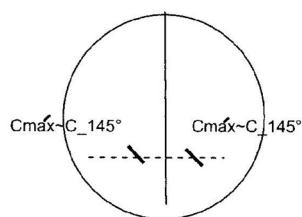


Figura 37

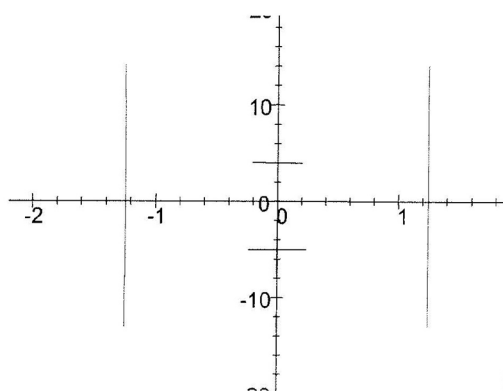


Figure 38

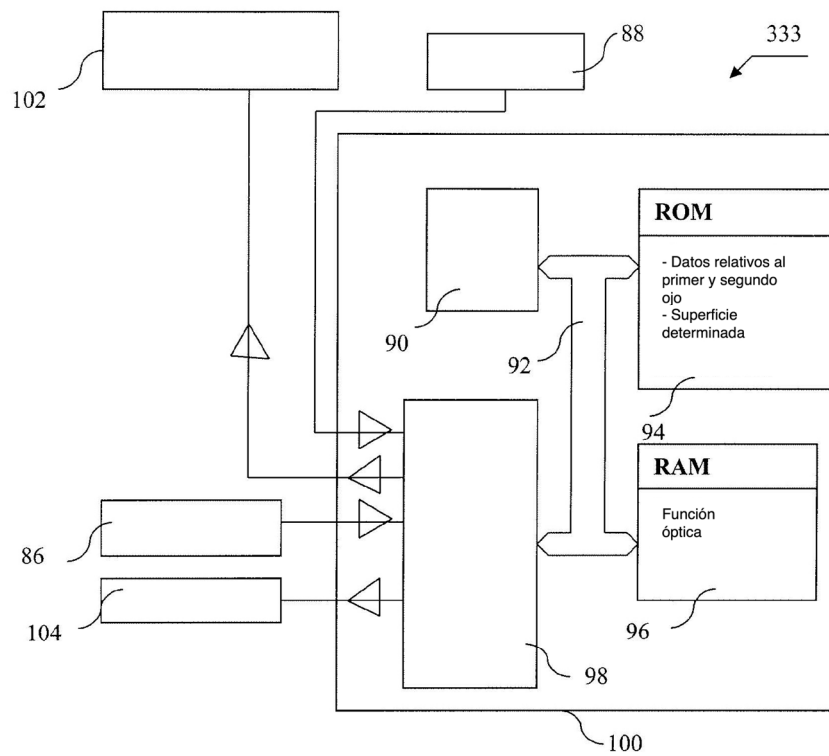


Figura 39

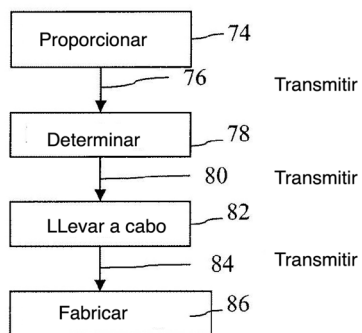
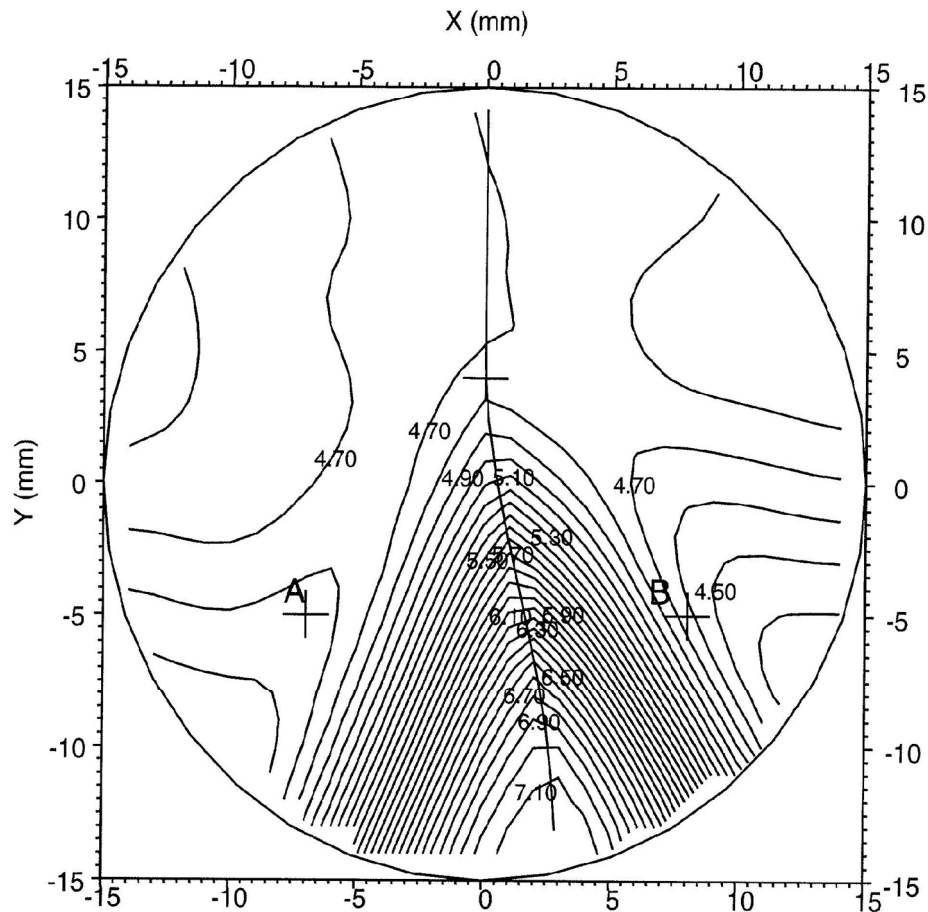


Figura 40

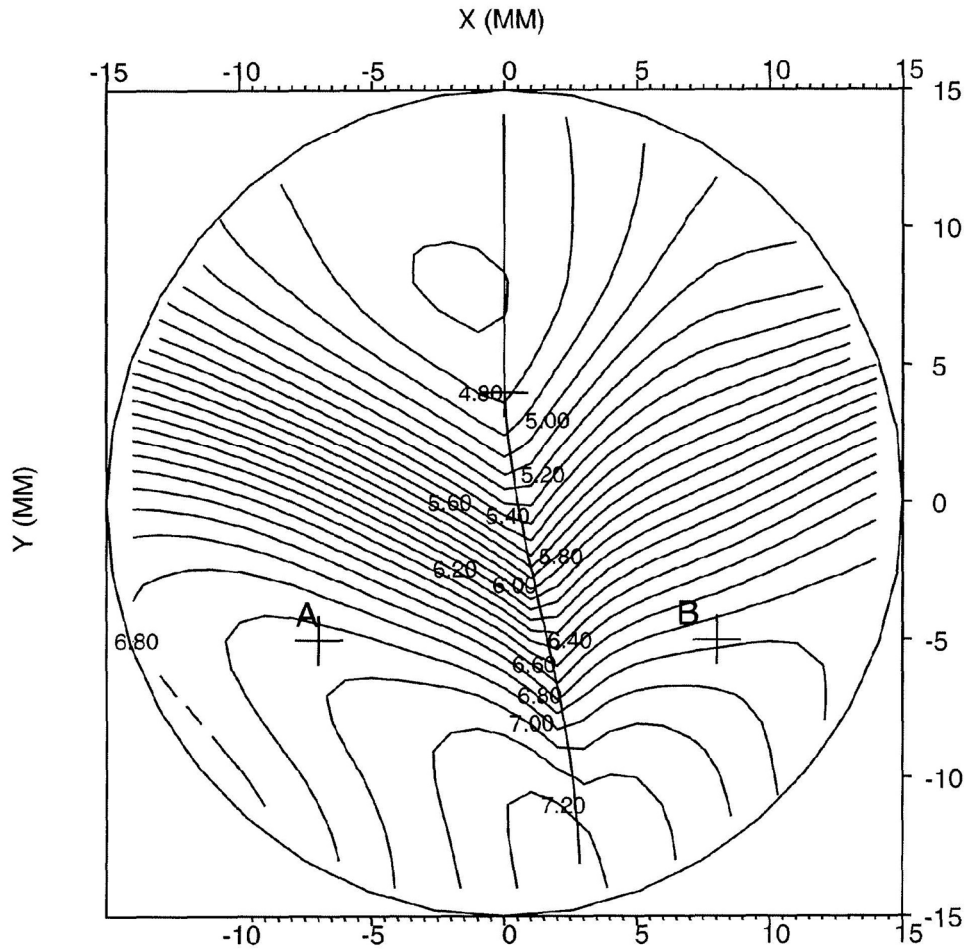
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE1
	ESFERA MÍNIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO			
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:			
Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	4.80	4.65
Esfera máx	(dioptrías)	6.90	6.90
Eje	(grados)	64	126

Figura 41

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE1
	ESFERA MÁXIMA



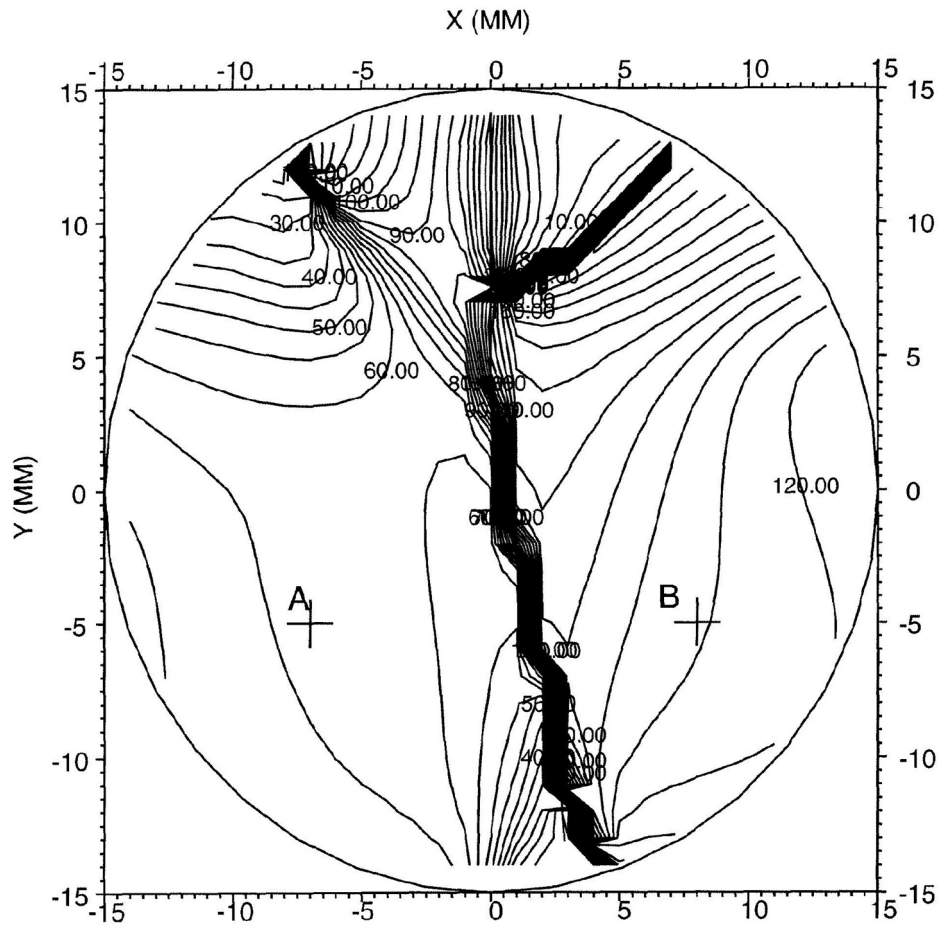
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

Figura 42

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	4.80	4.65
Esfera máx	(dioptrías)	6.90	6.90
Eje	(grados)	64	126

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE1
	EJE DE CILINDRO



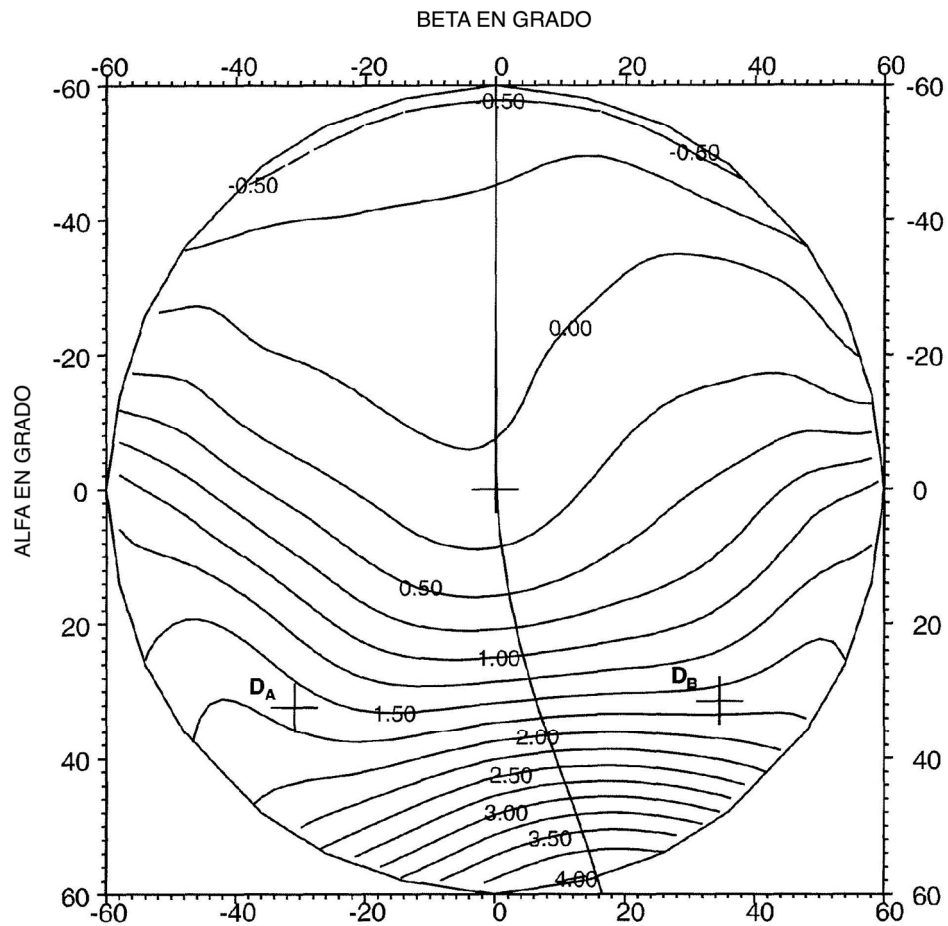
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

Figura 43

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	4.80	4.65
Esfera máx	(dioptrías)	6.90	6.90
Eje	(grados)	64	125

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE1
	POTENCIA ÓPTICA (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato. Tabo)

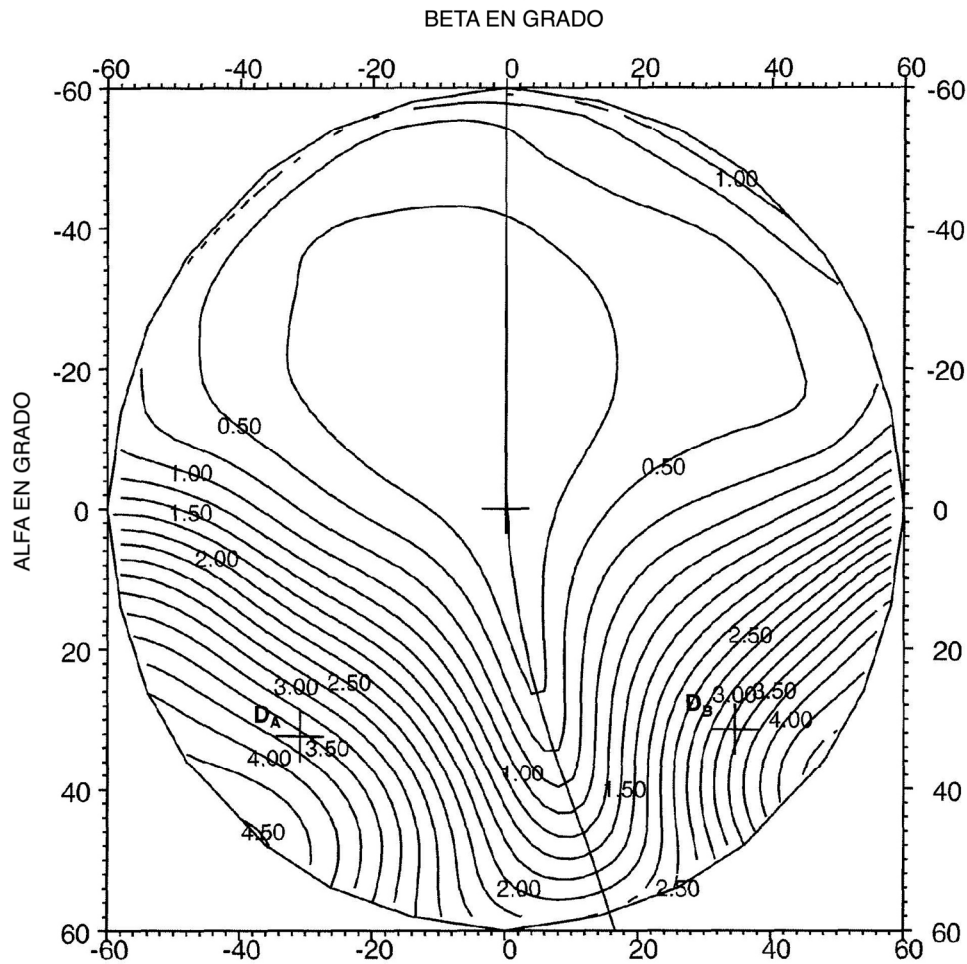
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.64	1.62
Astigmatismo	(dioptrías)	3.56	3.38
Eje	(grados)	150.46	38.43
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.56	3.38

Figura 44

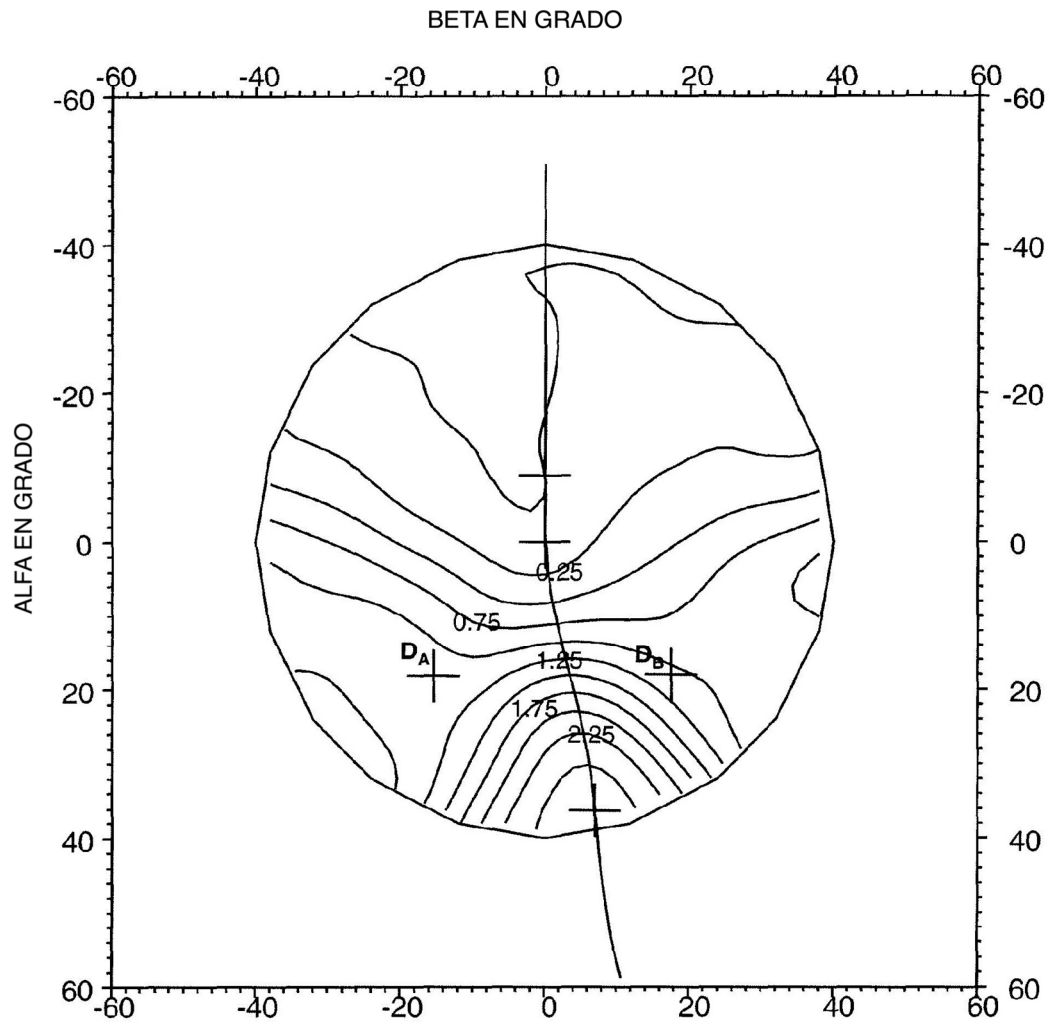
	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE1
	ASTIGMATISMO RESULTANTE (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO (Formato.Tabo)				
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS				
Dirección de rayo periférico				
		D_A	D_B	
Potencia media	(dioptrías)	1.64	1.62	
Astigmatismo	(dioptrías)	3.56	3.38	
Eje	(grados)	150.46	38.43	
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.56	3.38	

Figura 45

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE1
	POTENCIA ÓPTICA



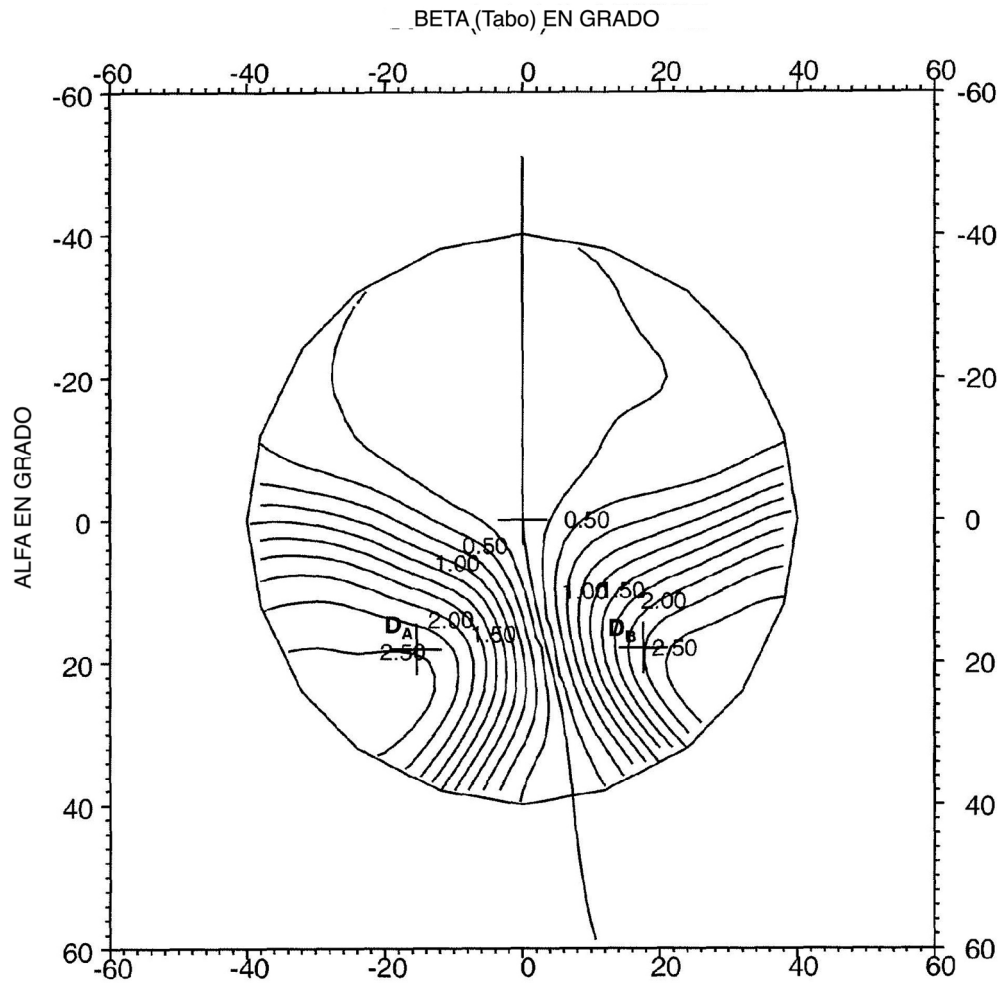
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.11	1.08
Astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22
Eje	(grados)	152.52	37.29
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22

Figura 46

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE1
	ASTIGMATISMO RESULTANTE



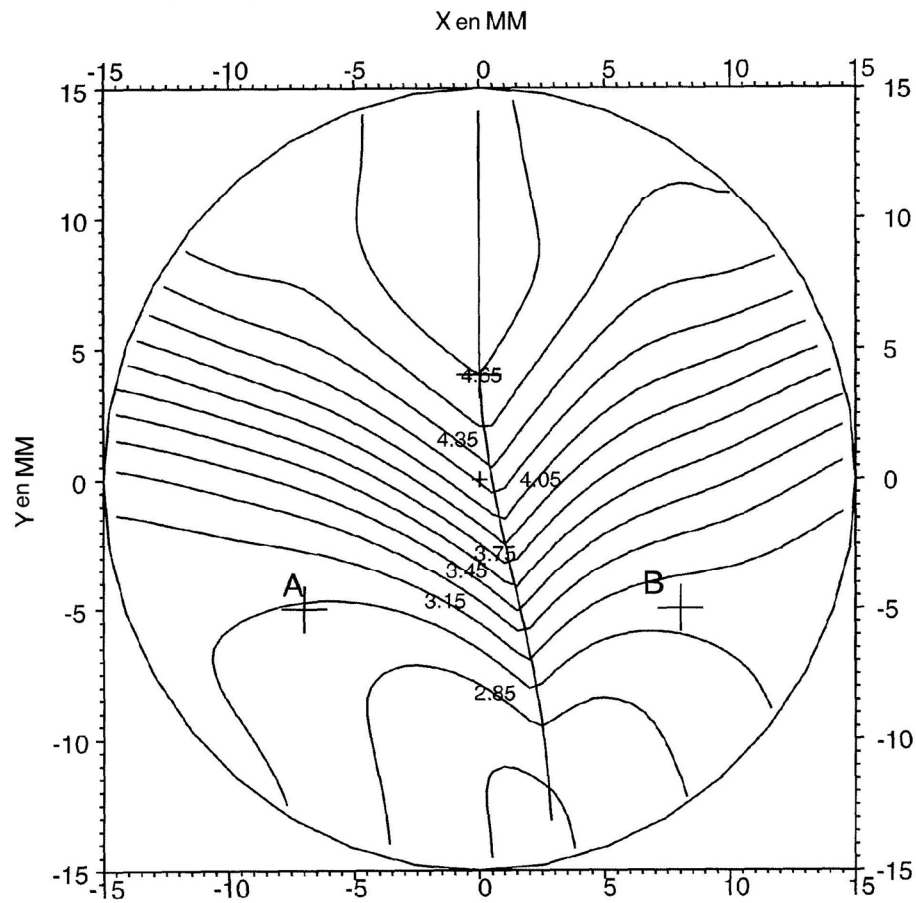
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Figura 47

		D_A	D_B
Dirección de la mirada		1.11	1.08
Potencia media	(dioptrías)	2.51	2.22
Astigmatismo	(dioptrías)	152.52	37.29
Eje	(grados)	2.51	2.22
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)		

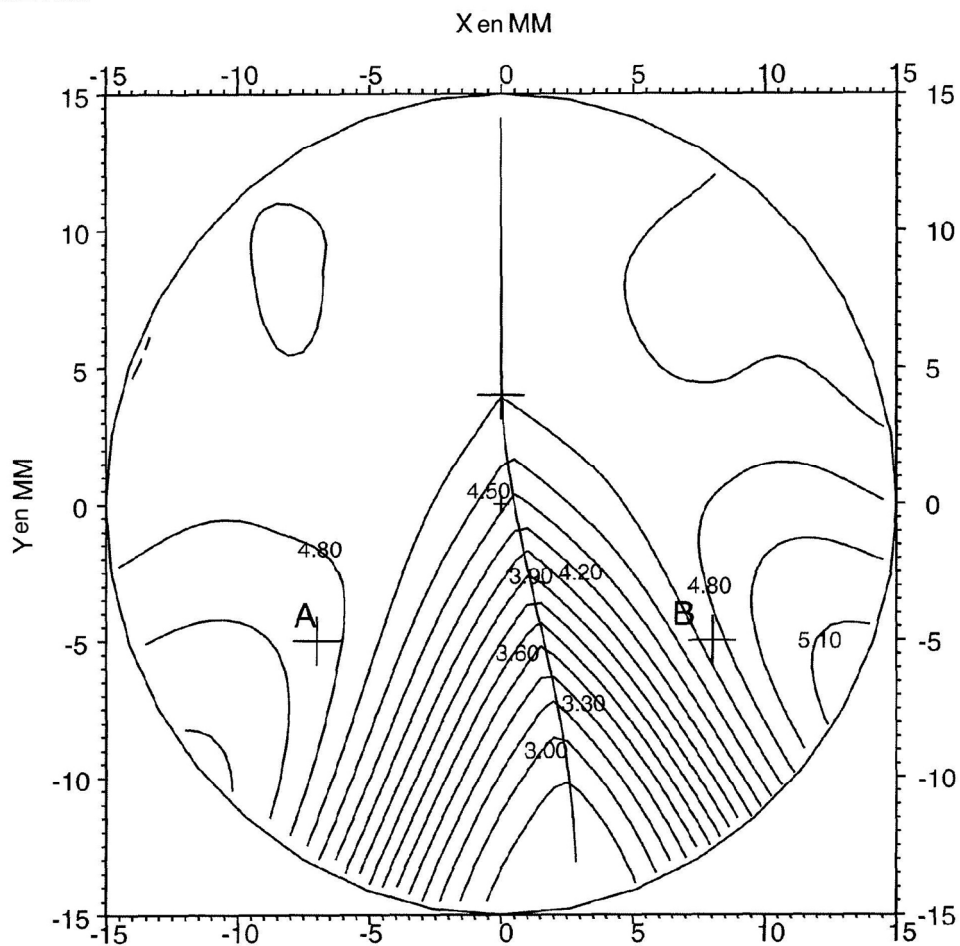
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	Lente 2
	ESFERA MÍNIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO				
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:				
Puntos		A	B	
Esfera mín	(dioptrías)	4.88	4.72	
Esfera máx	(dioptrías)	3.00	3.05	
Eje	(grados)	153	37	

Figura 48

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	Lente 2
	ESFERA MÁXIMA



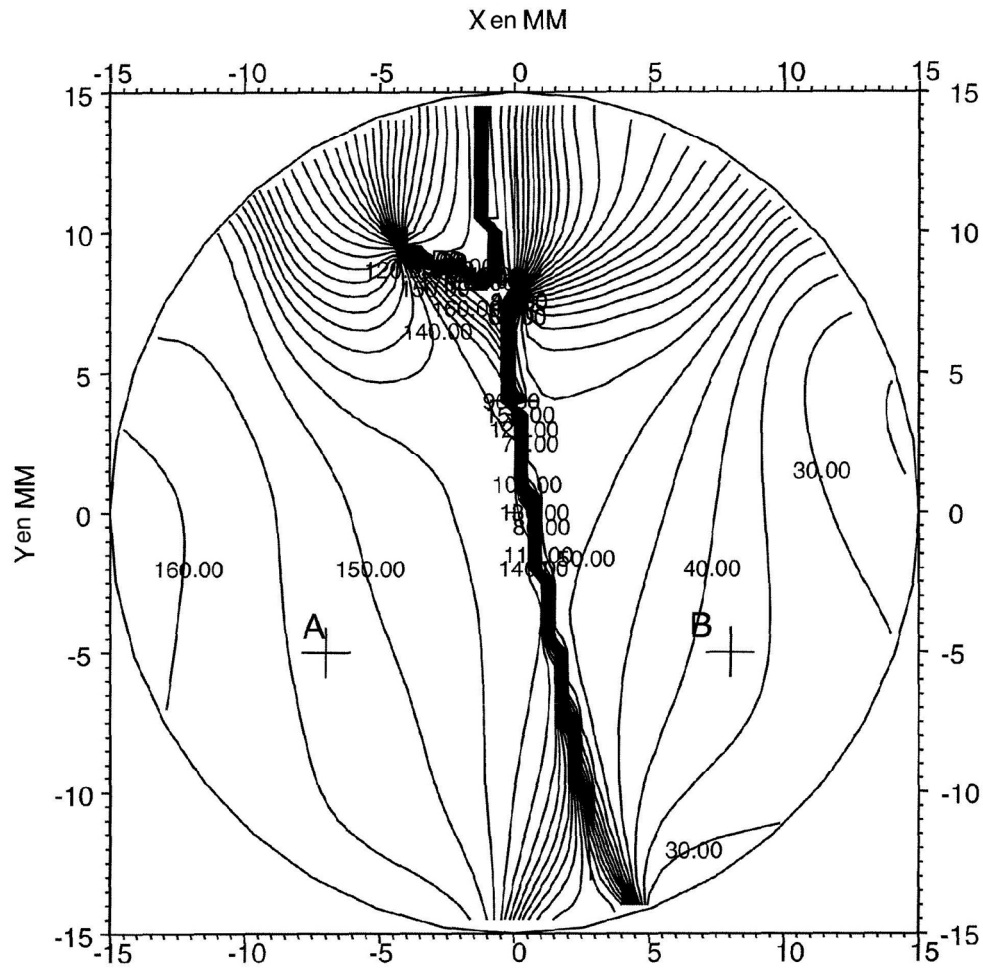
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	4.88	4.72
Esfera máx	(dioptrías)	3.00	3.05
Eje	(grados)	153	37

Figura 49

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	Lente 2
	EJE DE CILINDRO



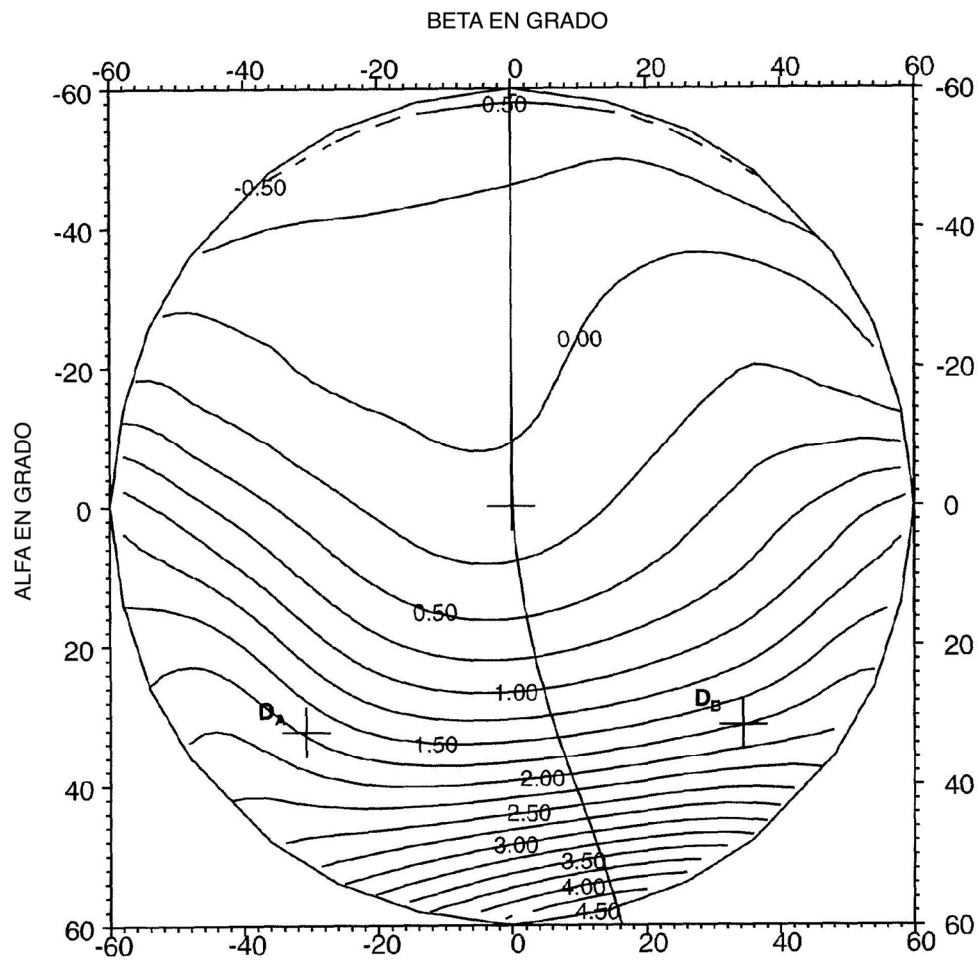
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	4.88	4.72
Esfera máx	(dioptrías)	3.00	3.05
Eje	(grados)	153	37

Figura 50

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	Lente 2
	POTENCIA ÓPTICA (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

D_A

D_B

Potencia media

(dioptrías)

1.72 1.74

Astigmatismo

(dioptrías)

3.68 3.39

Eje

(grados)

149.6 40.04

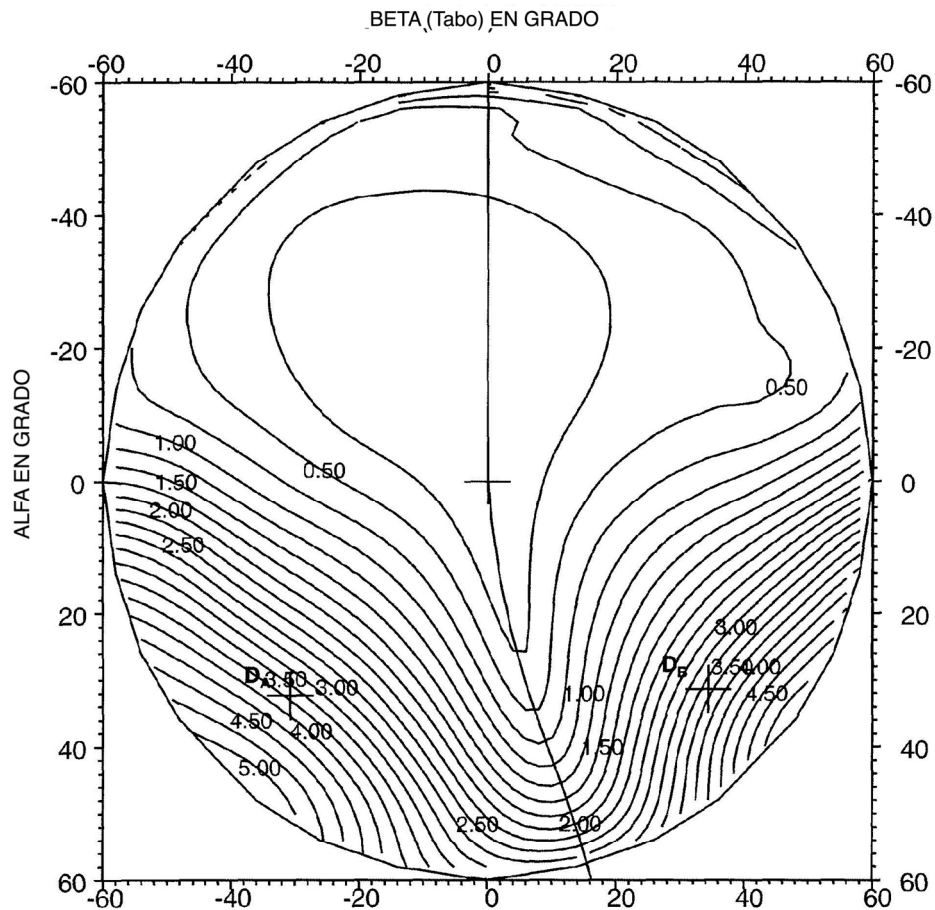
Astigmatismo resultante

(dioptrías)

3.68 3.39

Figura 51

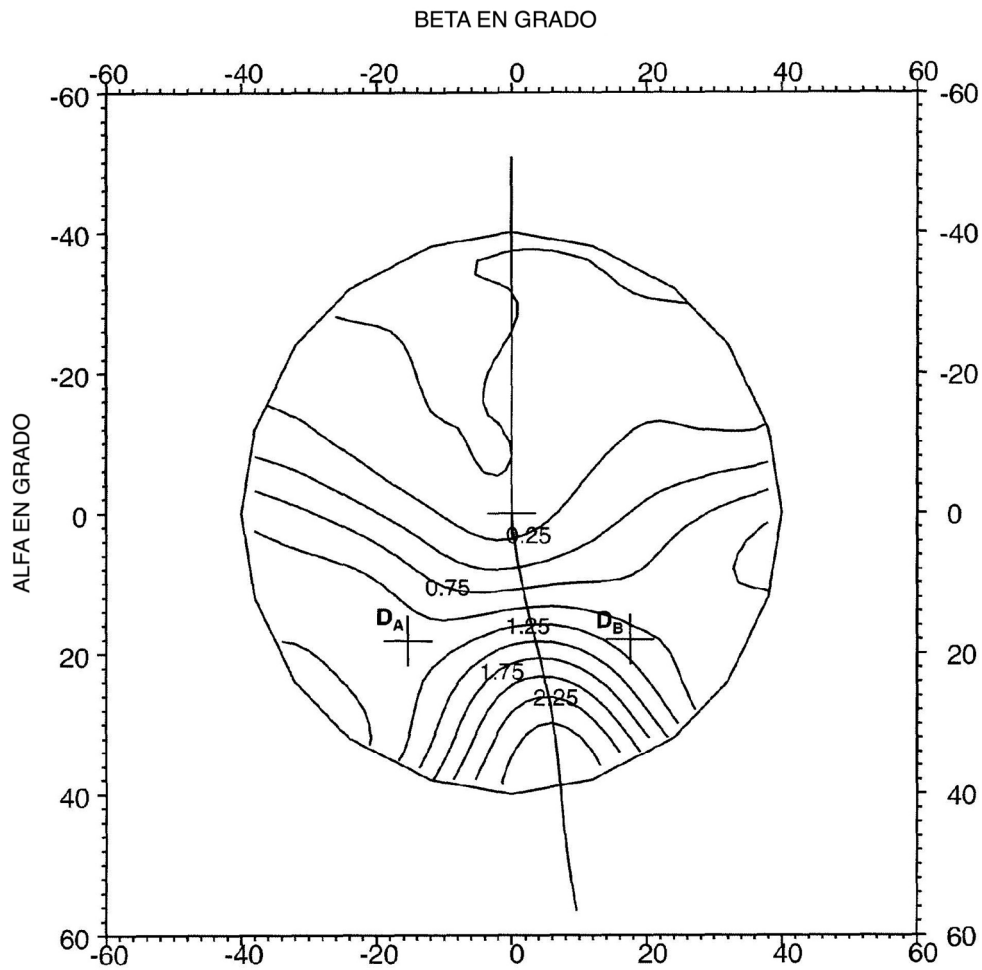
	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE2
	ASTIGMATISMO RESULTANTE (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO (Formato.Tabo)				
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS				
Dirección de rayo periférico		D _A	D _B	
Potencia media	(dioptrías)	1.72	1.74	
Astigmatismo	(dioptrías)	3.68	3.39	
Eje	(grados)	149.6	40.04	
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.68	3.39	

Figura 52

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	Lente 2
	POTENCIA ÓPTICA



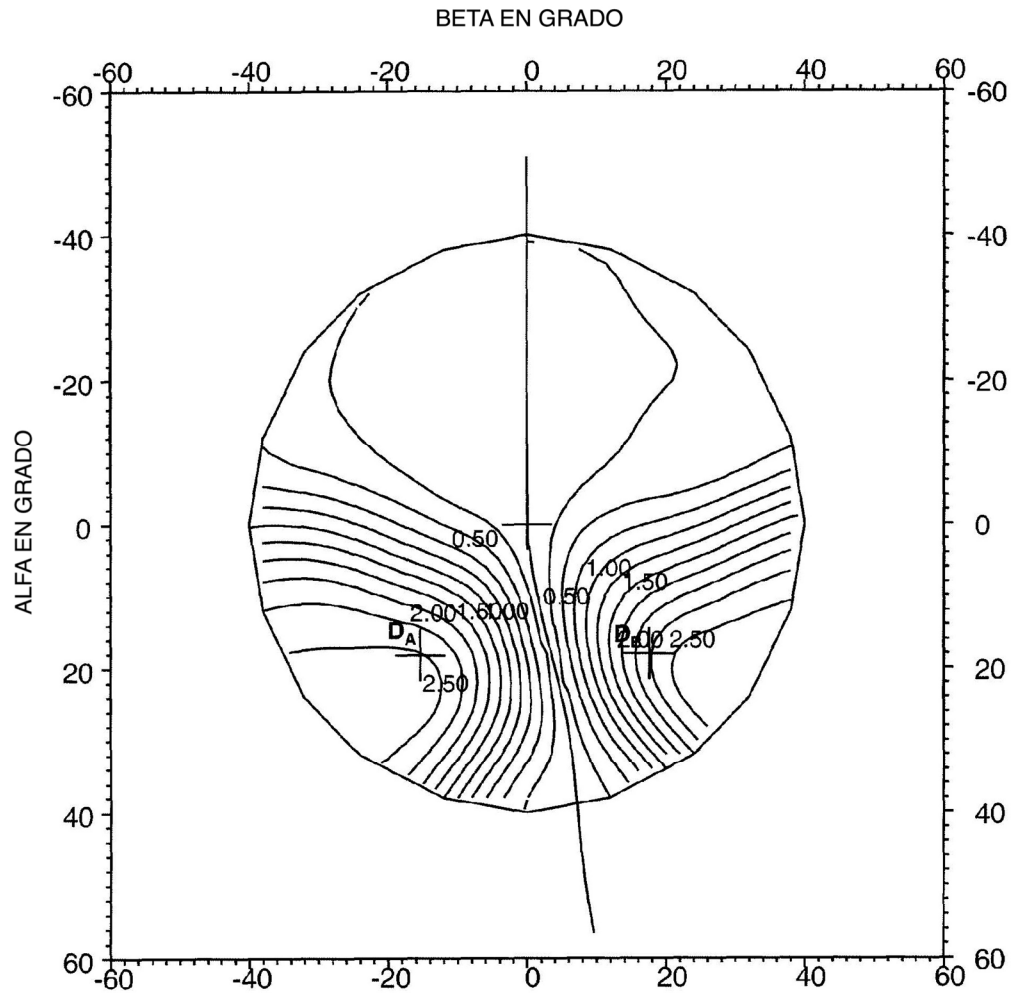
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Figura 53

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.12	1.10
Astigmatismo	(dioptrías)	2.52	2.22
Eje	(grados)	152.5	37.36
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.52	2.22

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	Lente 2
	ASTIGMATISMO RESULTANTE



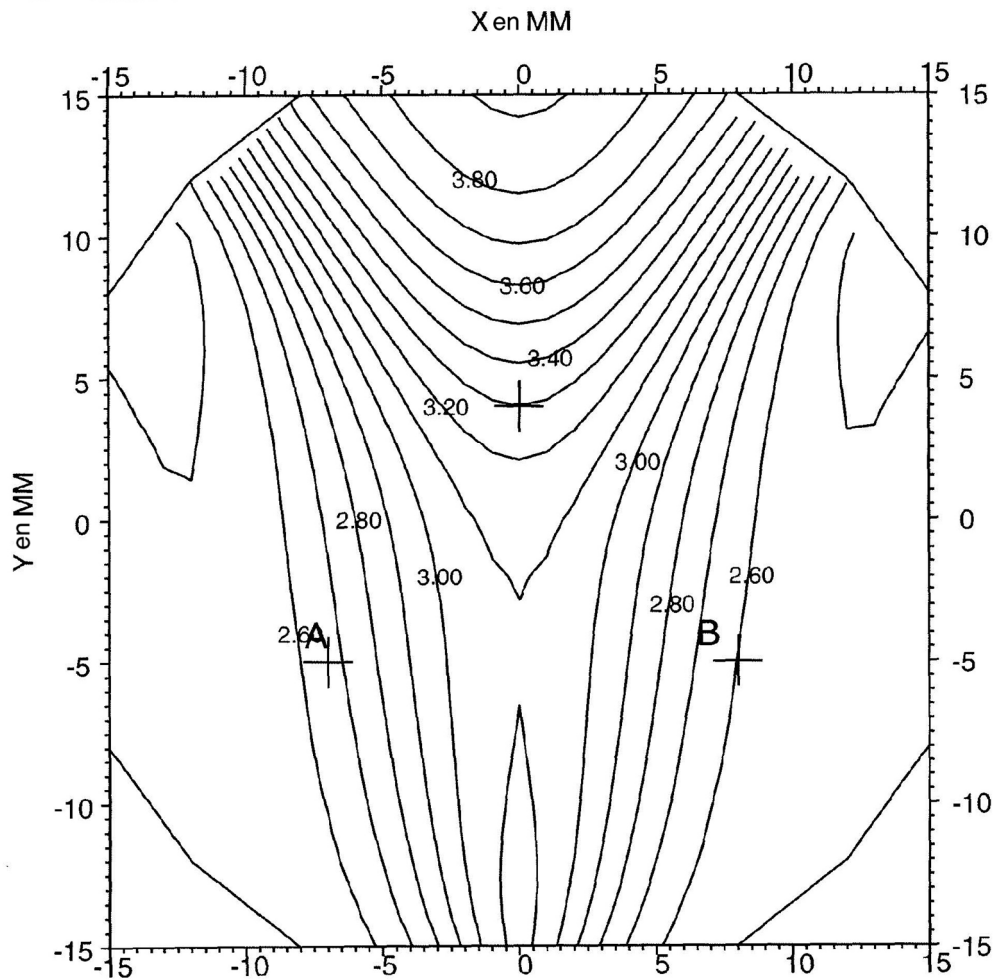
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.12	1.10
Astigmatismo	(dioptrías)	2.52	2.22
Eje	(grados)	152.5	37.36
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.52	2.22

Figura 54

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE3
	ESFERA MÍNIMA



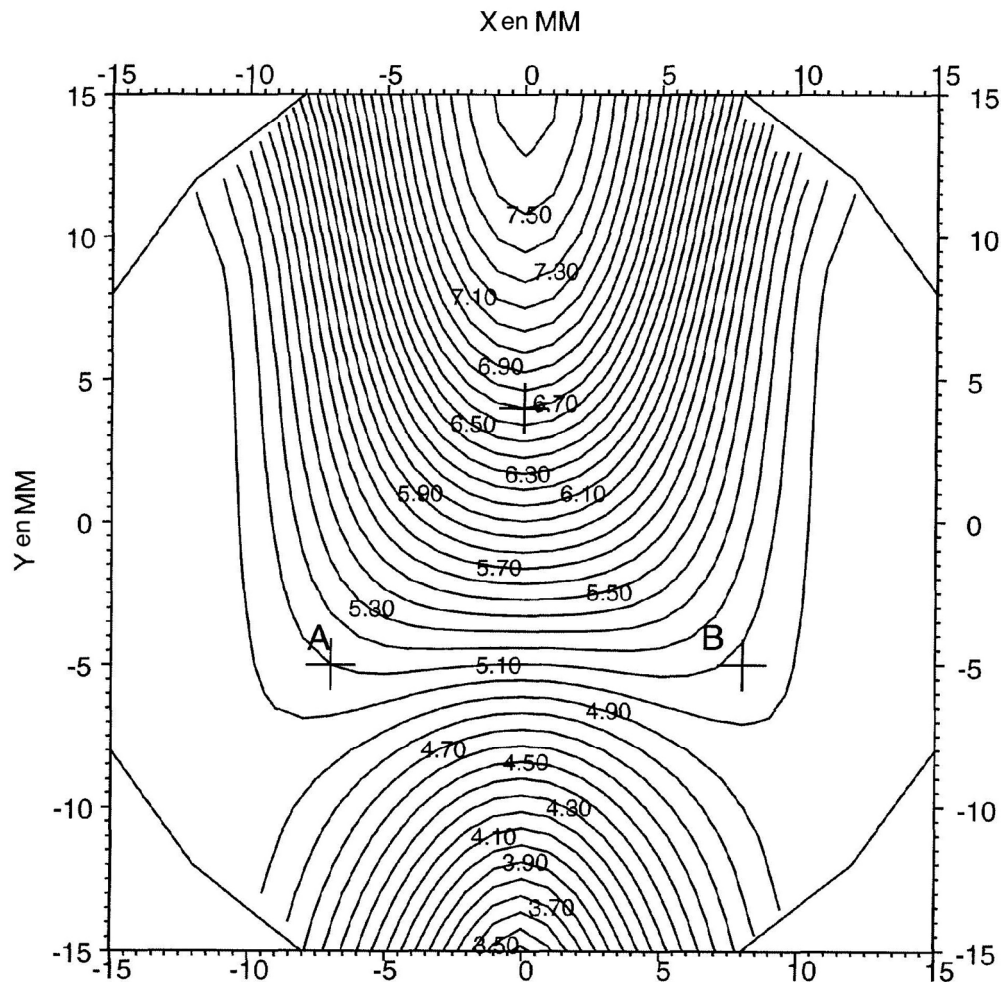
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Figura 55

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.66	2.60
Esfera máx	(dioptrías)	5.10	5.07
Eje	(grados)	154	27

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE3
	ESFERA MÁXIMA



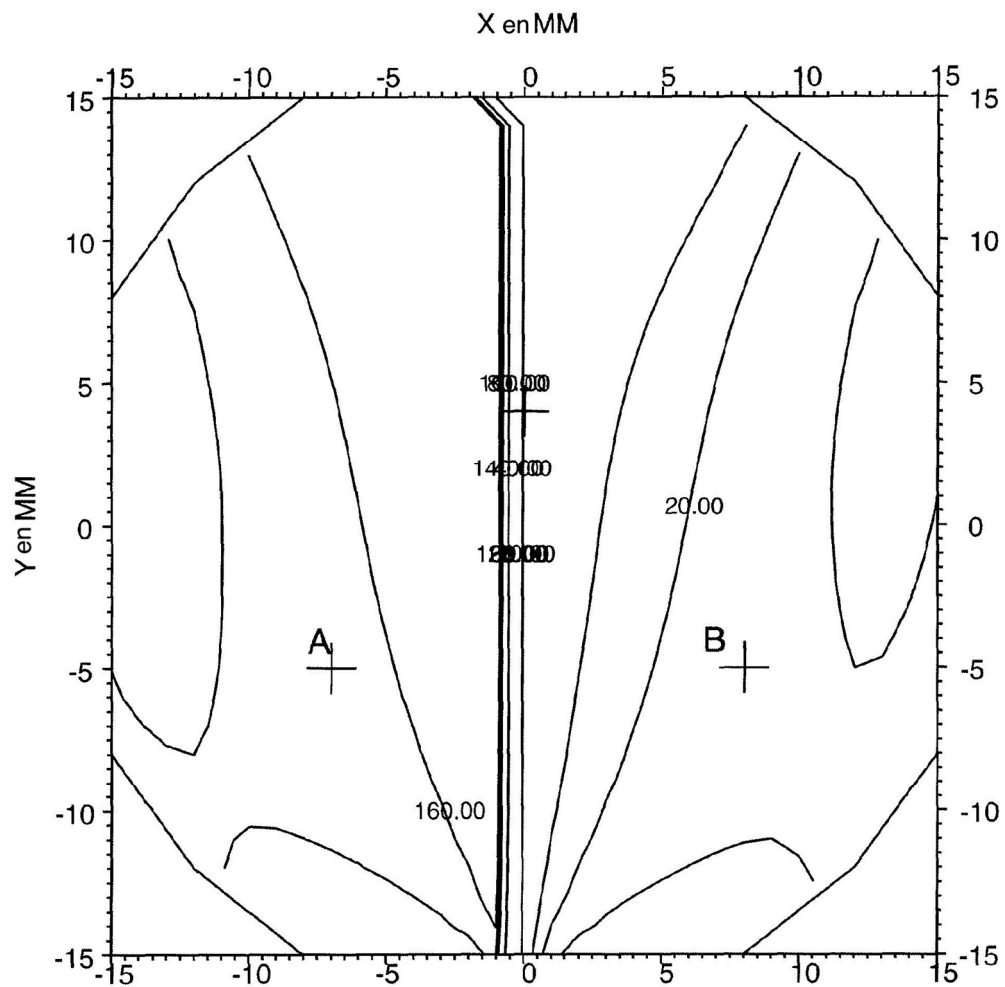
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Figura 56

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.66	2.60
Esfera máx	(dioptrías)	5.10	5.07
Eje	(grados)	154	27

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE3
	EJE DE CILINDRO



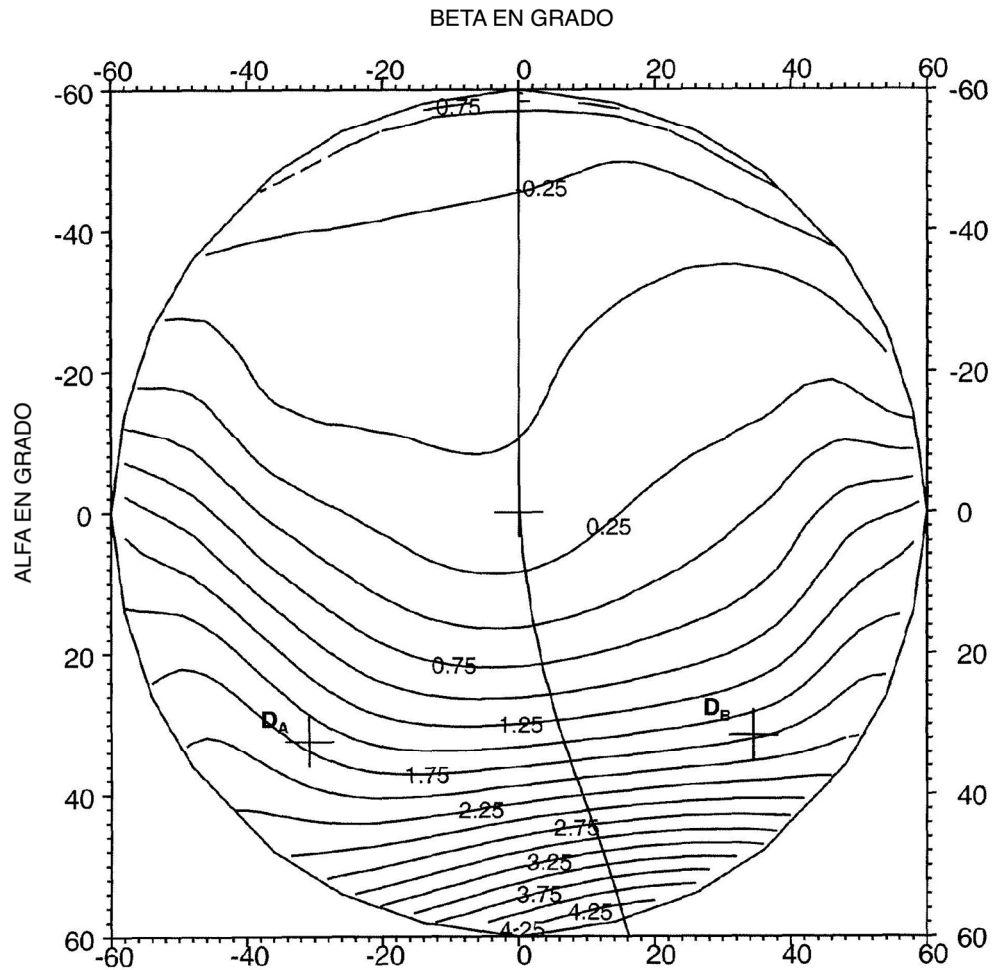
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.66	2.60
Esfera máx	(dioptrías)	5.10	5.07
Eje	(grados)	154	27

Figura 57

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE3
	POTENCIA ÓPTICA (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

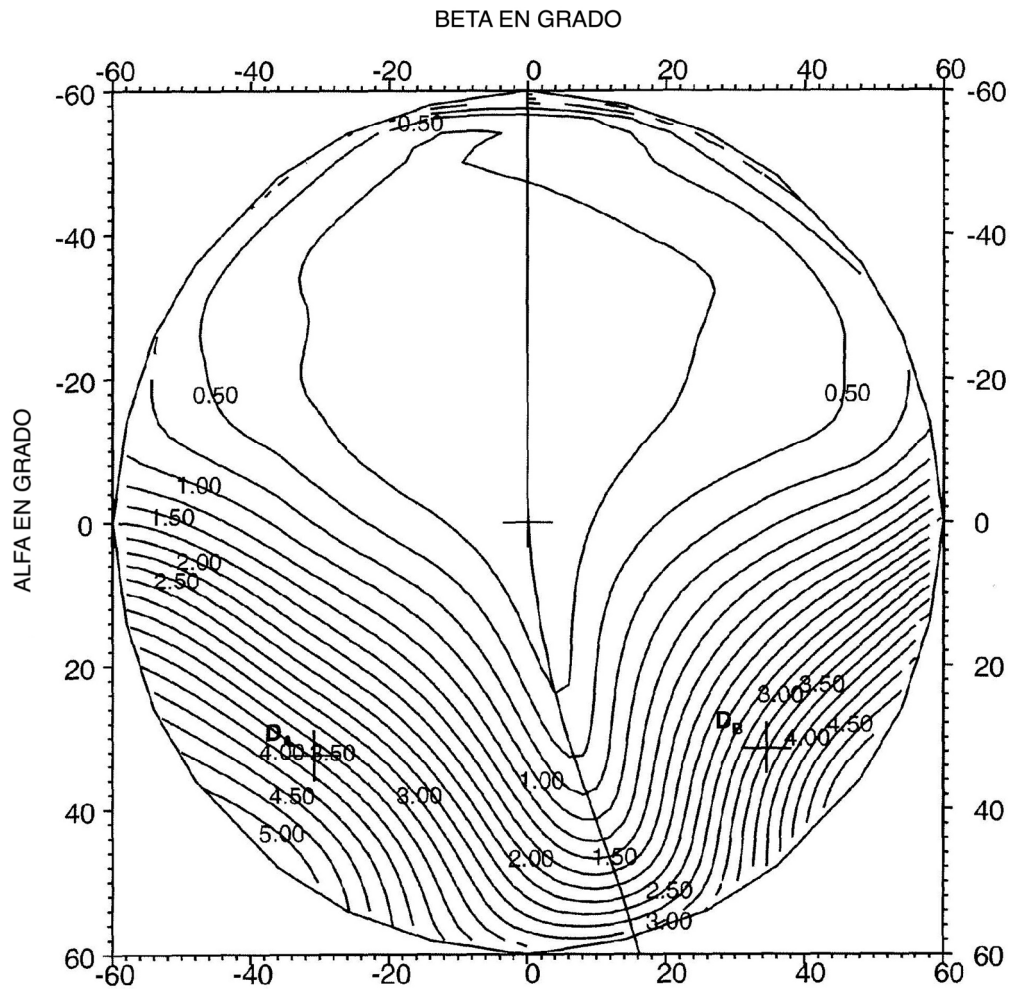
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.68	1.70
Astigmatismo	(dioptrías)	3.70	3.44
Eje	(grados)	151.04	38.53
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.70	3.44

Figura 58

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE3
	ASTIGMATISMO RESIDUAL (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

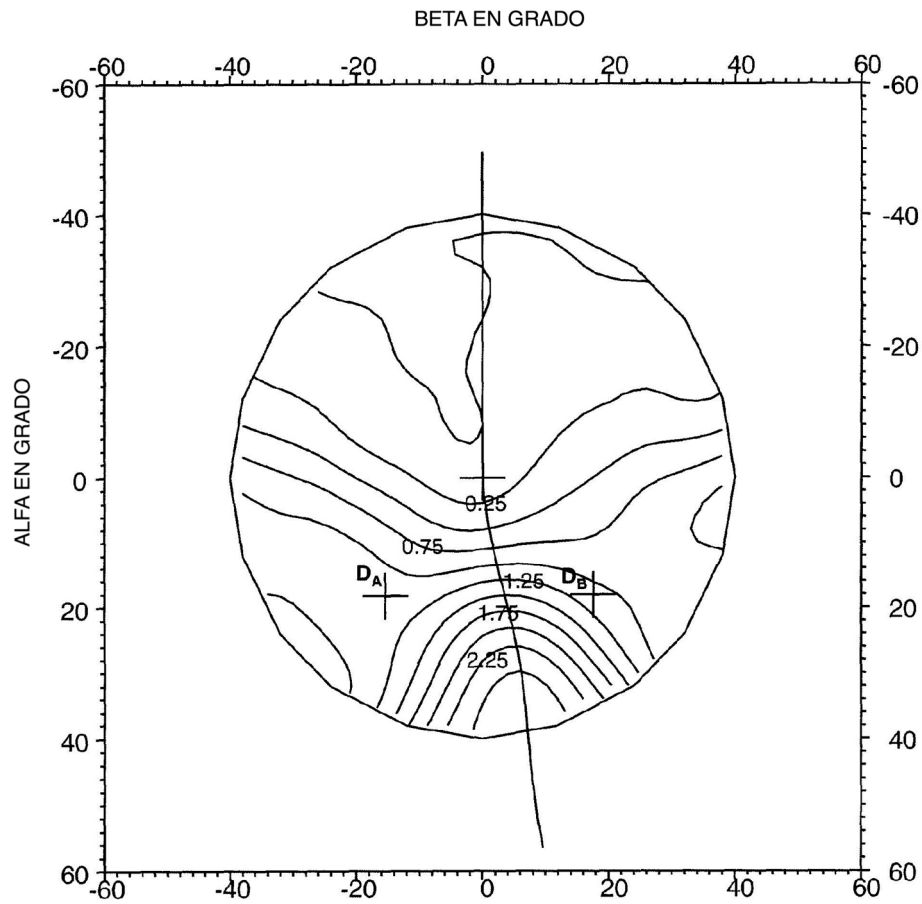
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.68	1.70
Astigmatismo	(dioptrías)	3.70	3.44
Eje	(grados)	151.04	38.53
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.70	3.44

Figura 59

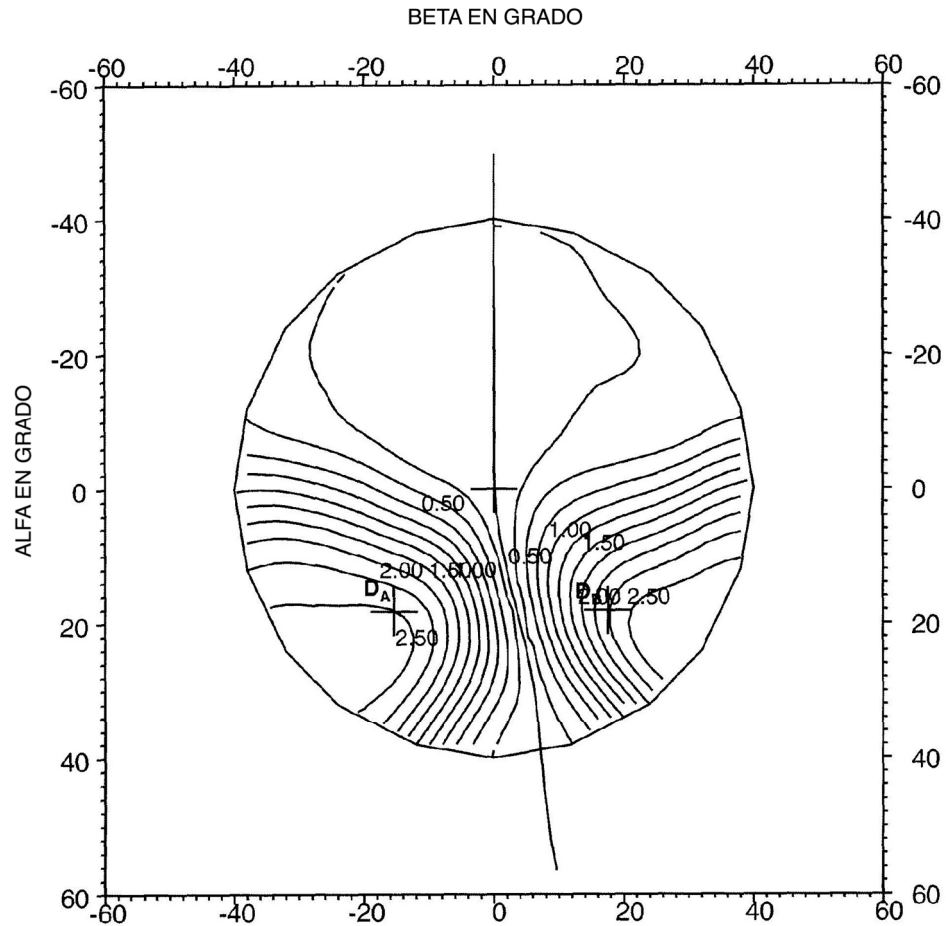
	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE3
	POTENCIA ÓPTICA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO (Formato.Tabo)			
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS			
Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.12	1.09
Astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.23
Eje	(grados)	152.68	37.24
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.23

Figura 60

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE3
	ASTIGMATISMO RESIDUAL



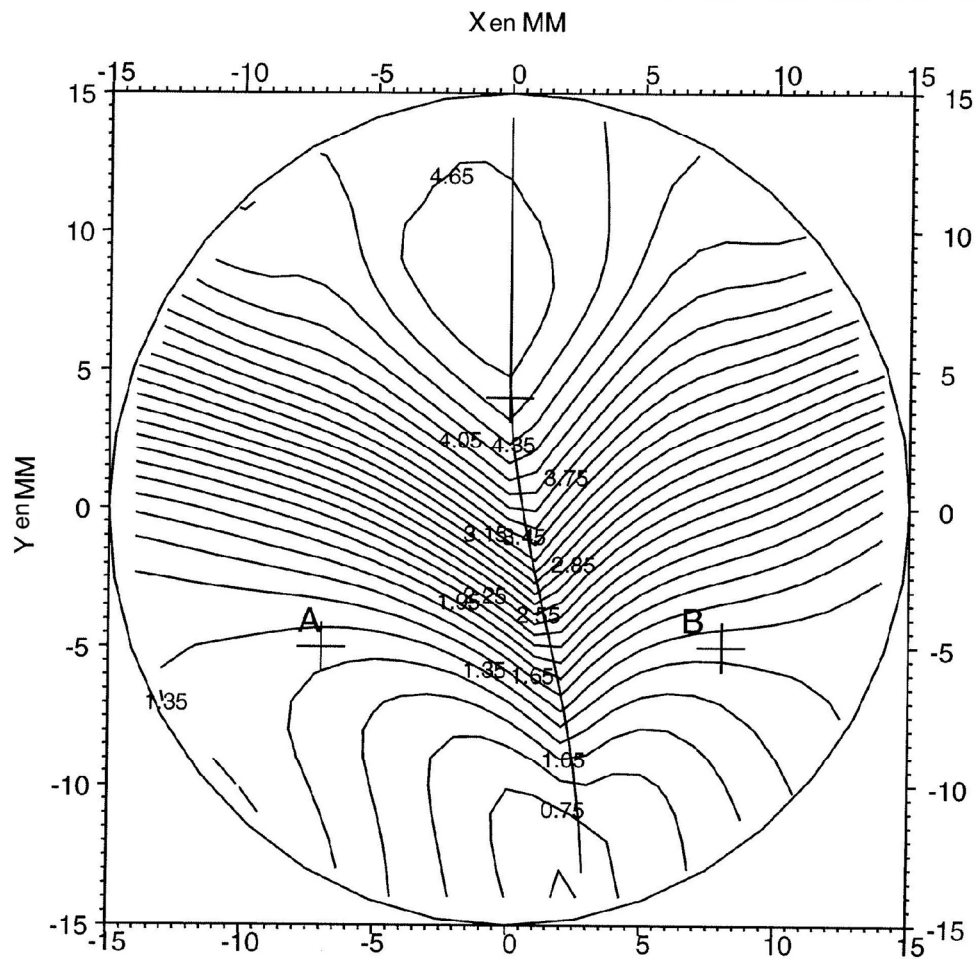
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Figura 61

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.12	1.09
Astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.23
Eje	(grados)	152.68	37.24
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.23

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE4
	ESFERA MÍNIMA



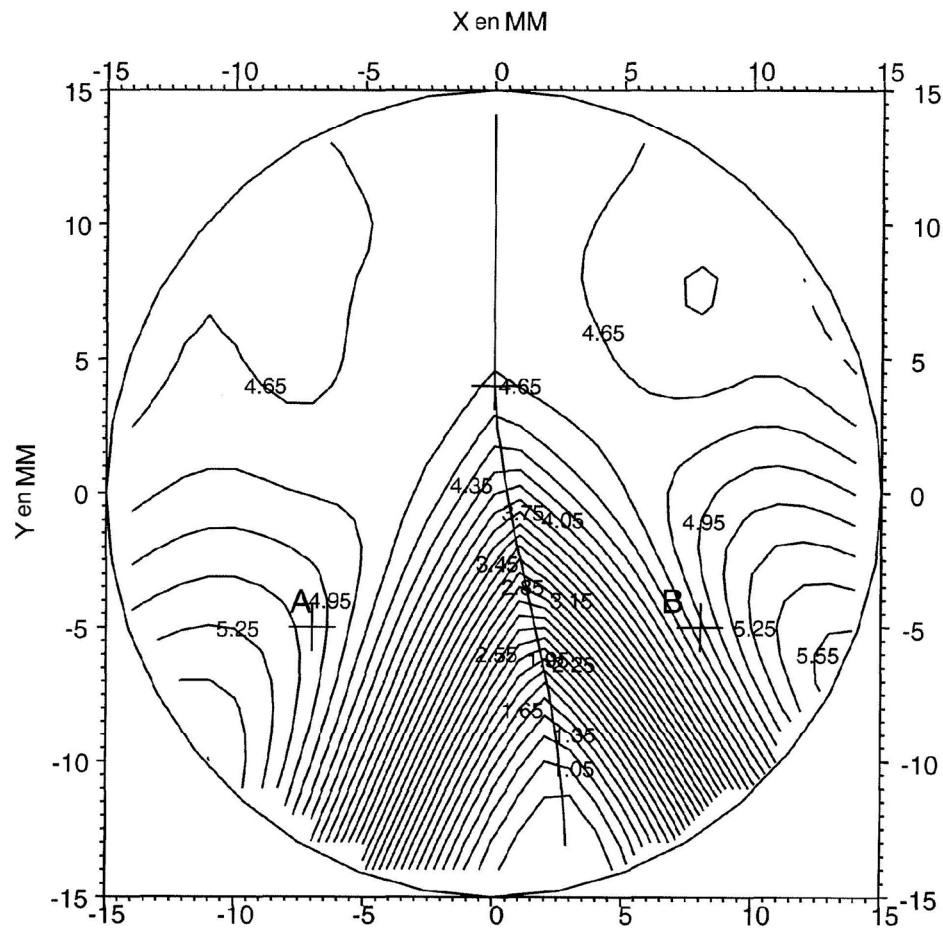
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Figura 62

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	1.27	1.42
Esfera máx	(dioptrías)	5.02	4.80
Eje	(grados)	153	37

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE4
	ESFERA MÁXIMA



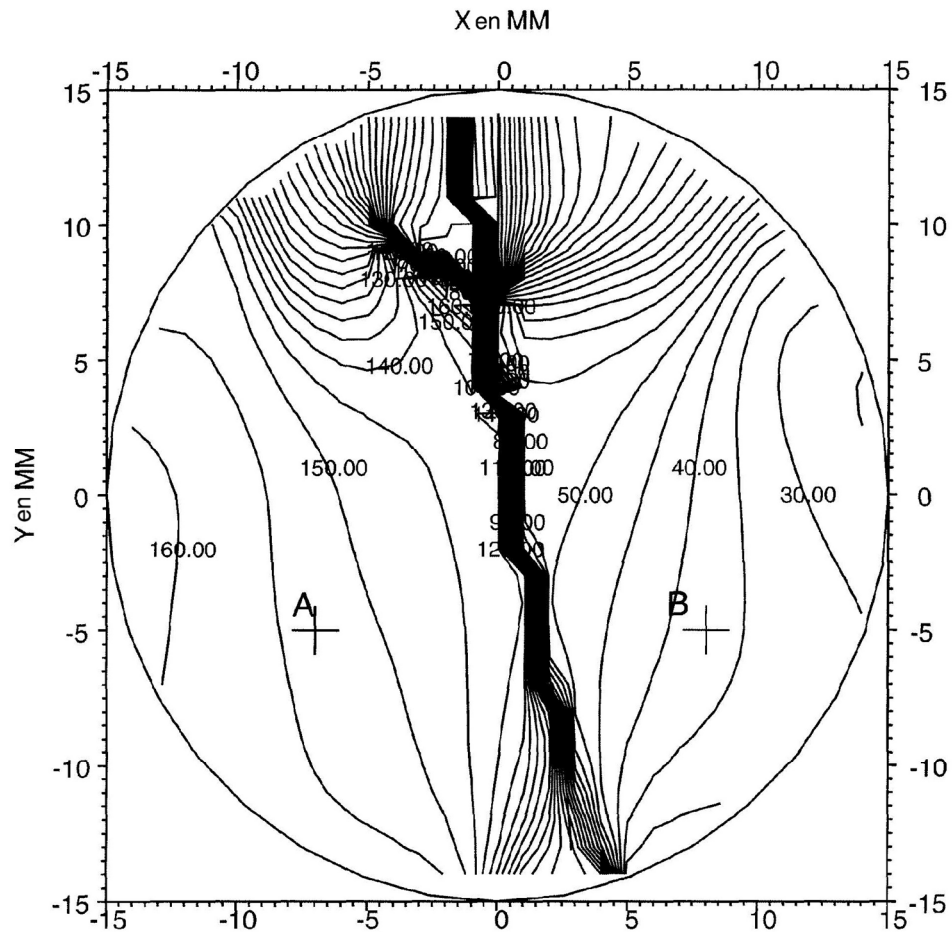
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	1.27	1.42
Esfera máx	(dioptrías)	5.02	4.80
Eje	(grados)	153	37

Figura 63

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE4
	EJE DE CILINDRO



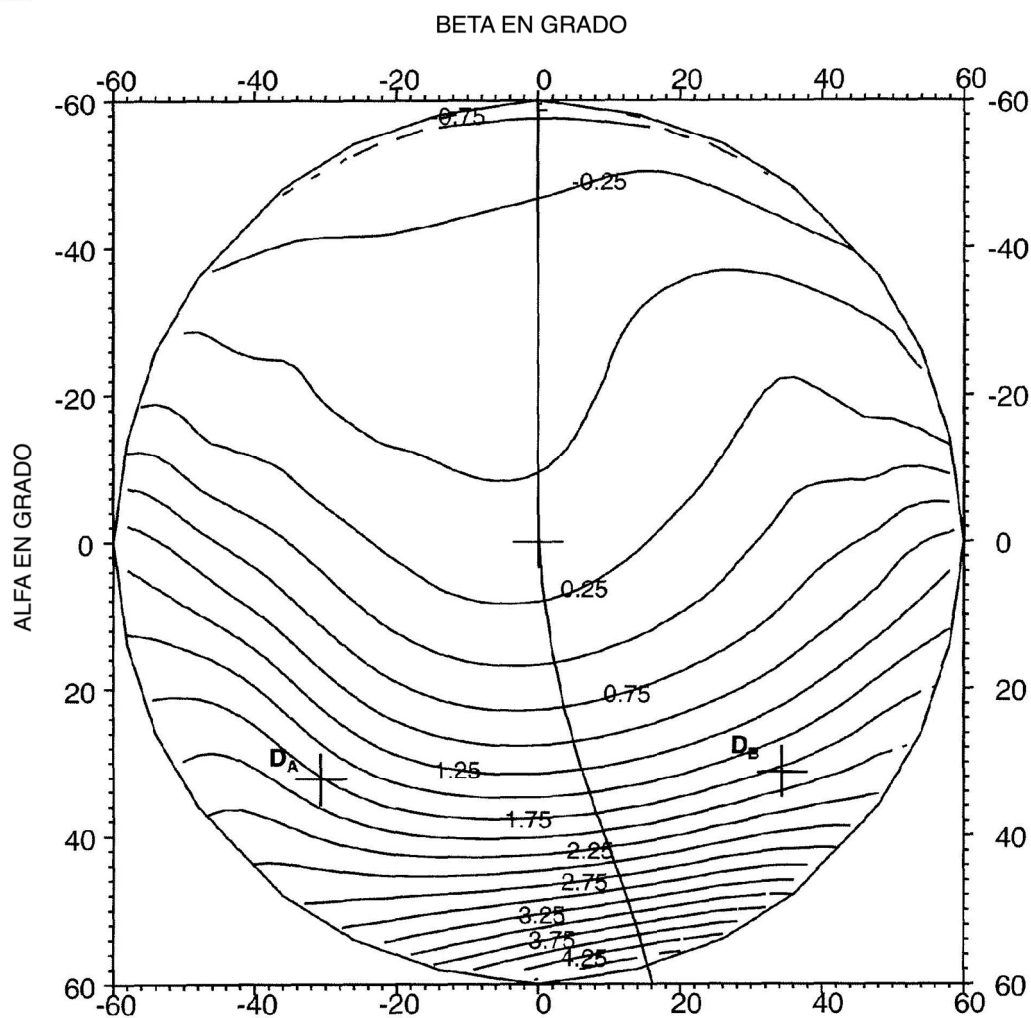
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	1.27	1.42
Esfera máx	(dioptrías)	5.02	4.80
Eje	(grados)	153	37

Figura 64

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE4
	POTENCIA ÓPTICA (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

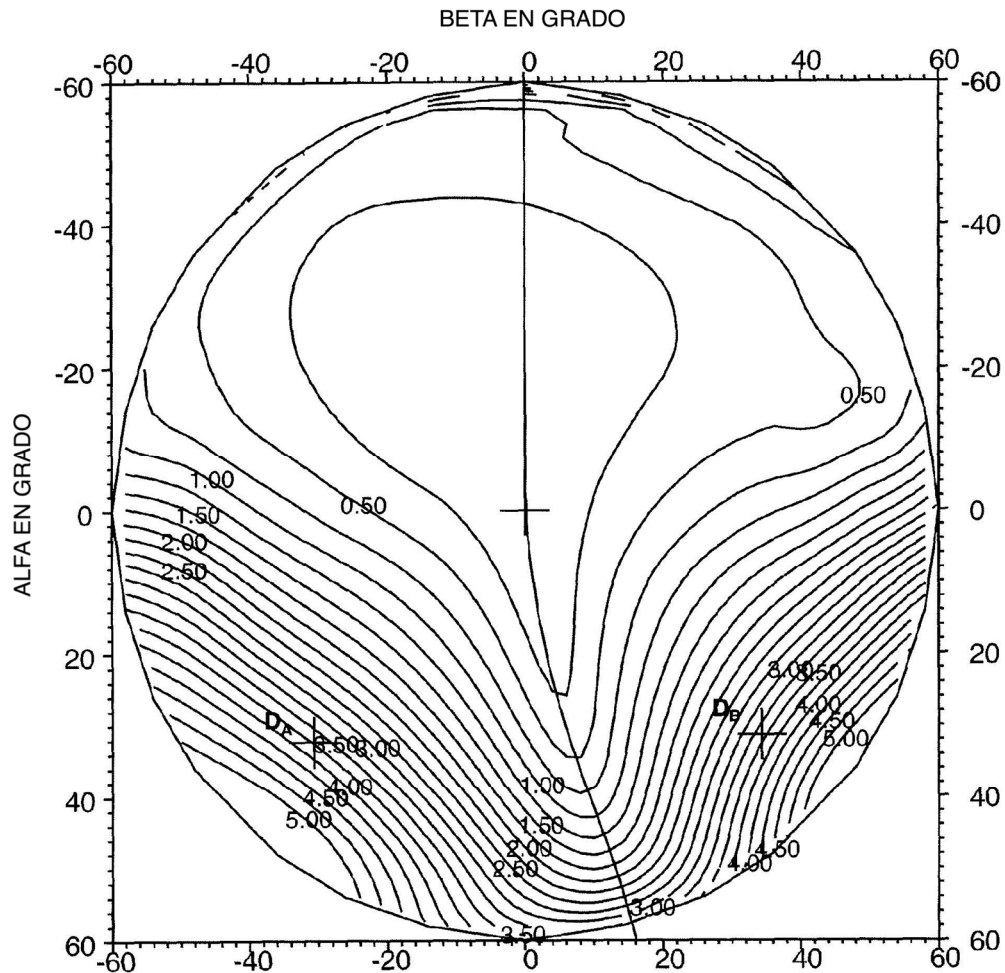
Dirección de rayo periférico

D_A D_B

Figura 65

Potencia media	(dioptrías)	1.77	1.80
Astigmatismo	(dioptrías)	3.72	3.39
Eje	(grados)	148.9	40.86
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.72	3.39

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE4
	ASTIGMATISMO RESIDUAL (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

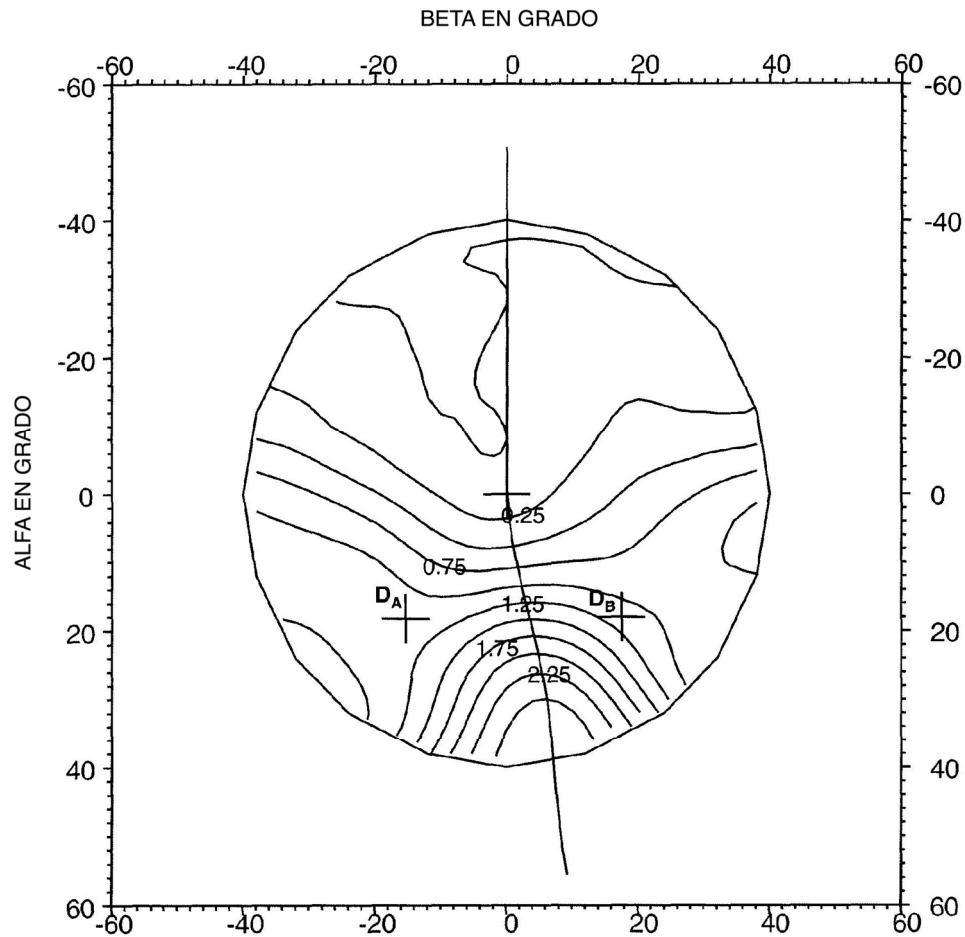
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.77	1.80
Astigmatismo	(dioptrías)	3.72	3.39
Eje	(grados)	148.9	40.86
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.72	3.39

Figura 66

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE4
	POTENCIA ÓPTICA



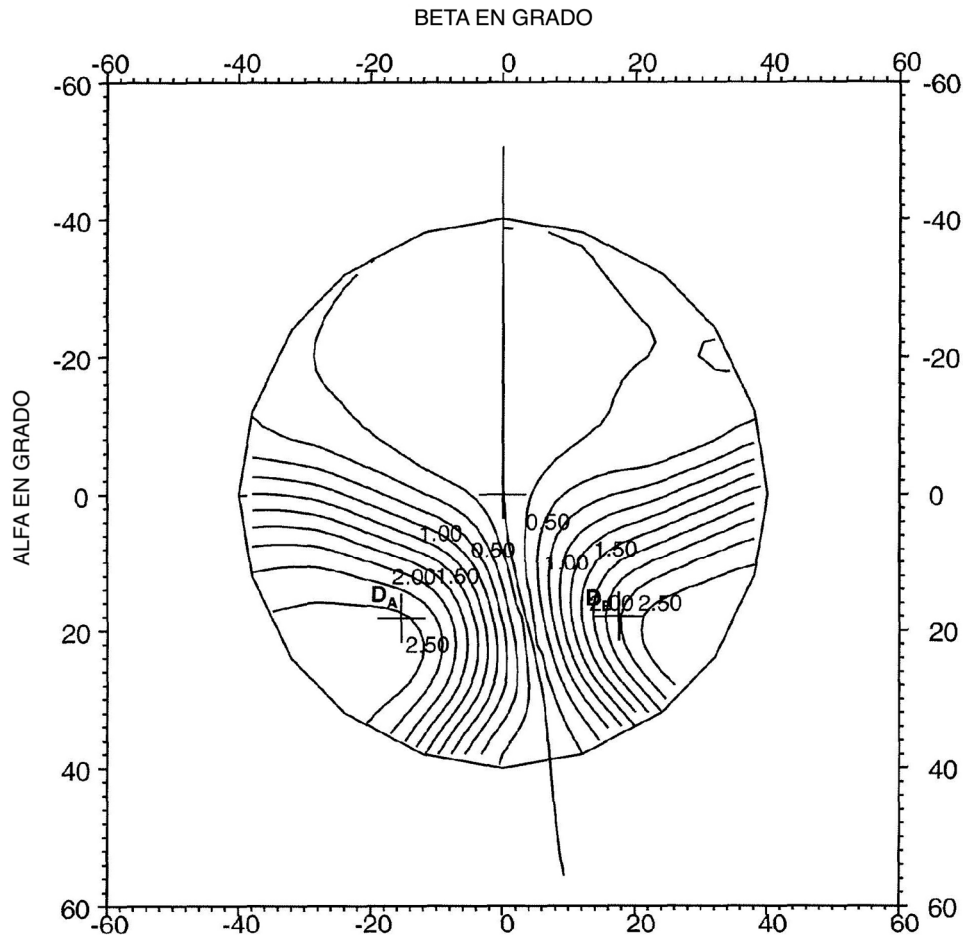
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.13	1.12
Astigmatismo	(dioptrías)	2.55	2.21
Eje	(grados)	152.3	37.49
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.55	2.21

Figura 67

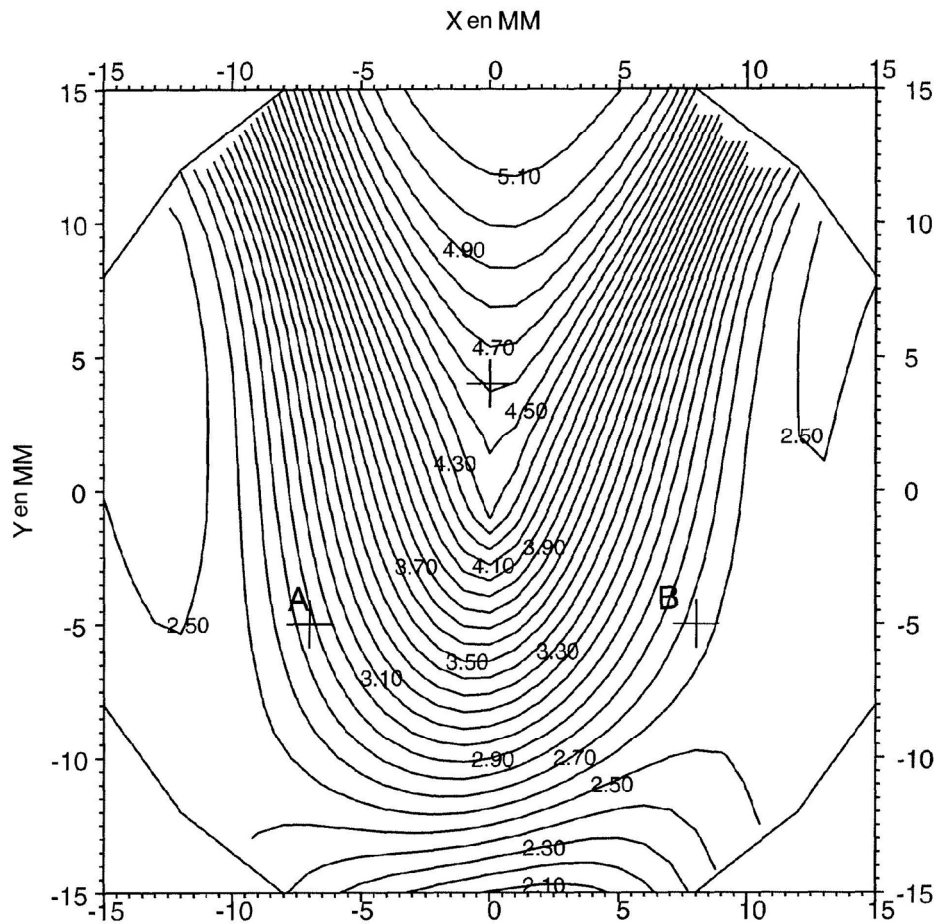
	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE4
	ASTIGMATISMO RESULTANTE



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO (Formato.Tabo)				
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS				
Dirección de la mirada		D_A	D_B	
Potencia media	(dioptrías)	1.13	1.12	
Astigmatismo	(dioptrías)	2.55	2.21	
Eje	(grados)	152.3	37.49	
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.55	2.21	

Figura 68

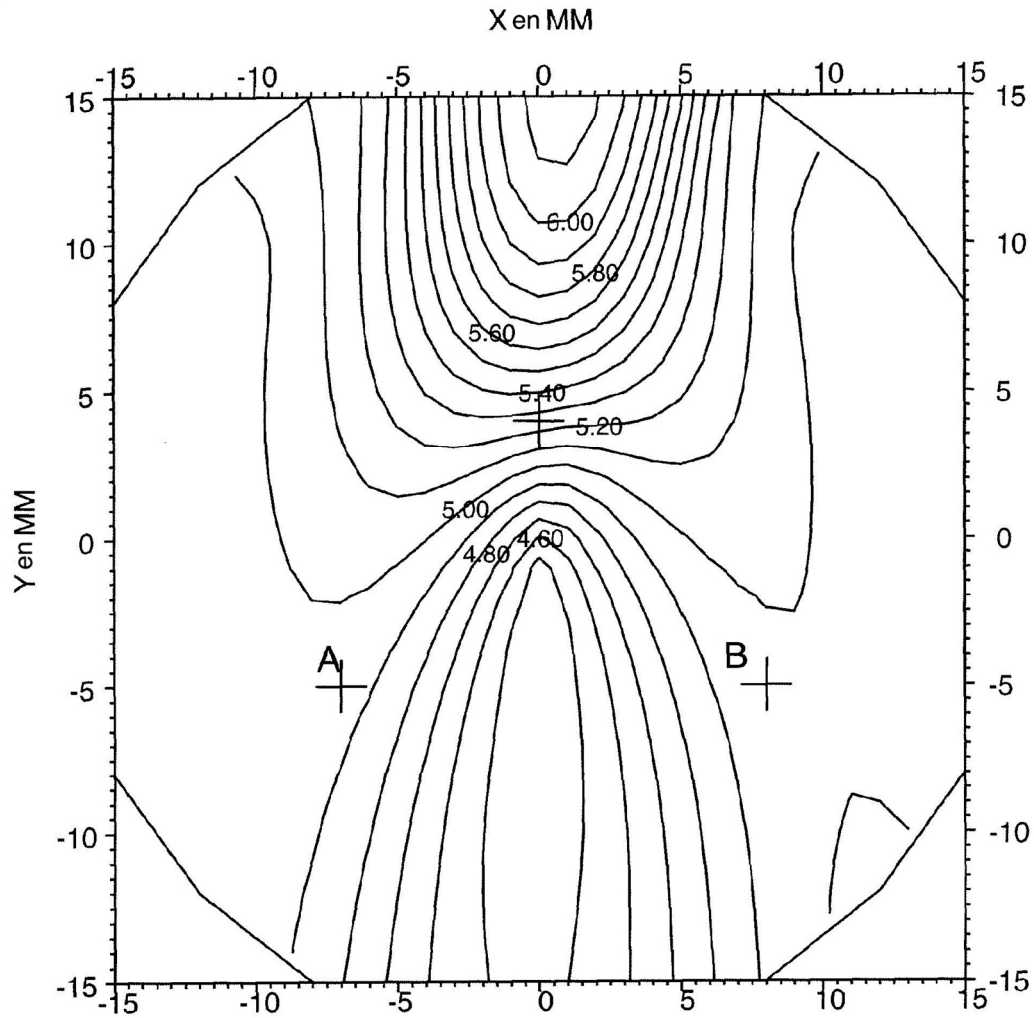
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE5
	ESFERA MÍNIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO			
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:			
Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.87	2.66
Esfera máx	(dioptrías)	4.95	4.98
Eje	(grados)	117	60

Figura 69

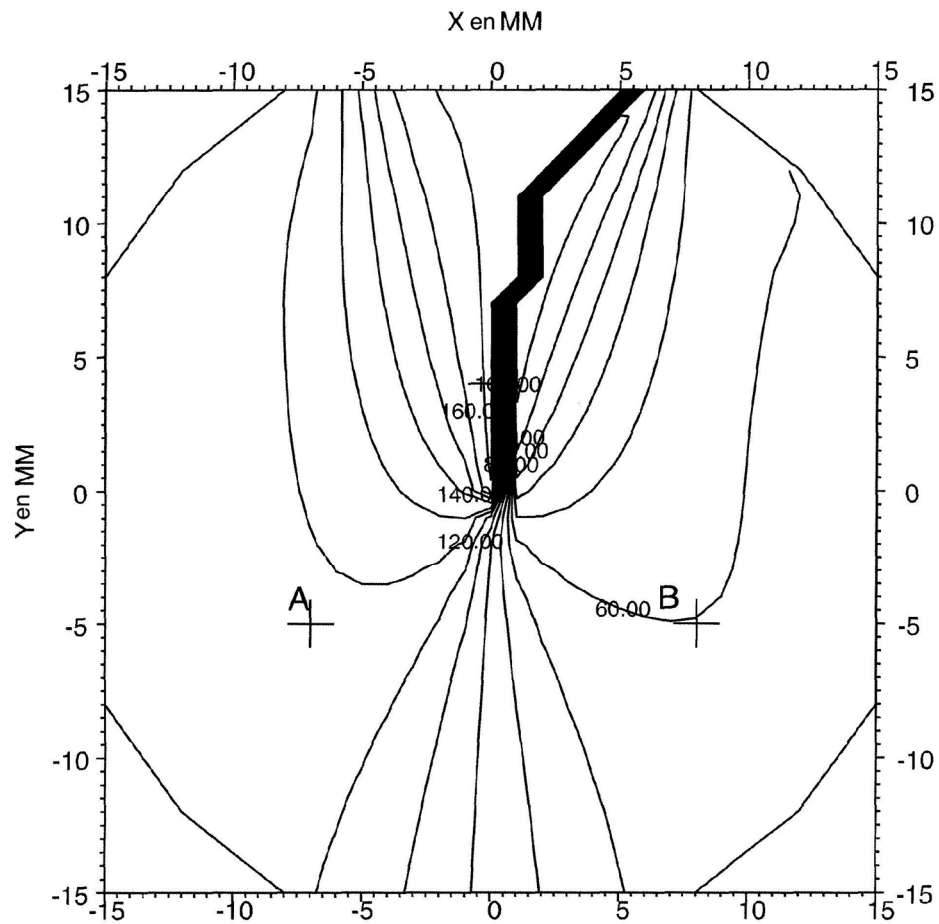
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE5
	ESFERA MÁXIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO			
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:			
Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.87	2.66
Esfera máx	(dioptrías)	4.95	4.98
Eje	(grados)	117	60

Figura 70

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE5
	EJE DE CILINDRO



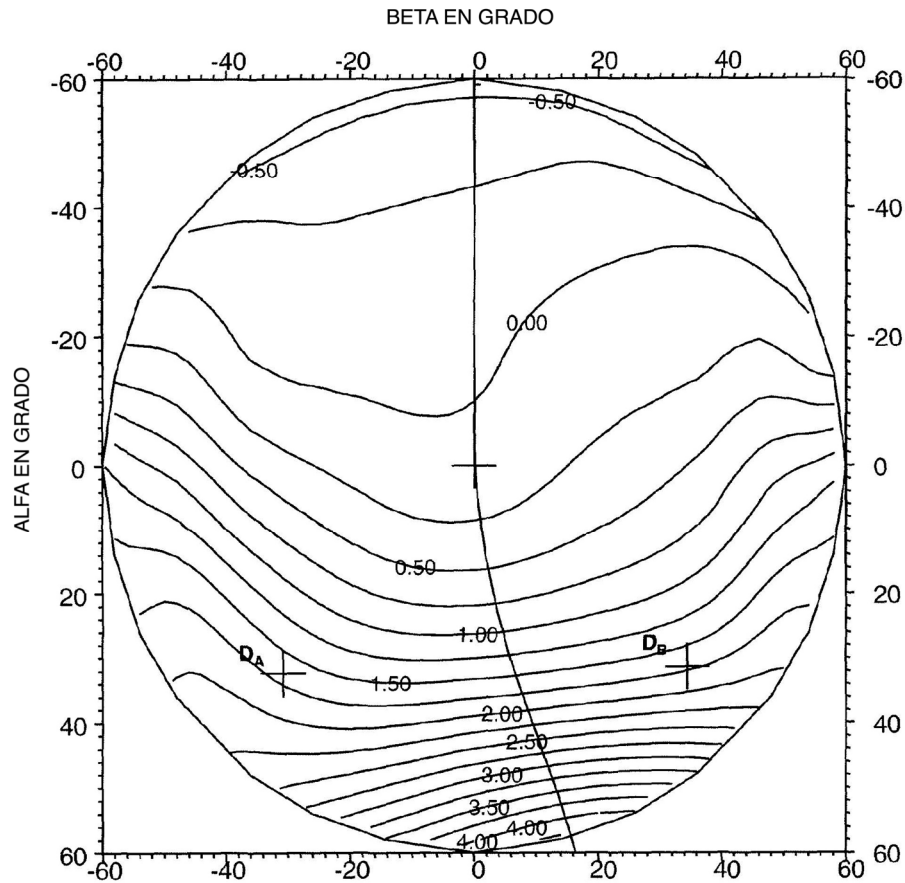
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.87	2.66
Esfera máx	(dioptrías)	4.95	4.98
Eje	(grados)	117	60

Figura 71

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE5
	POTENCIA ÓPTICA (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

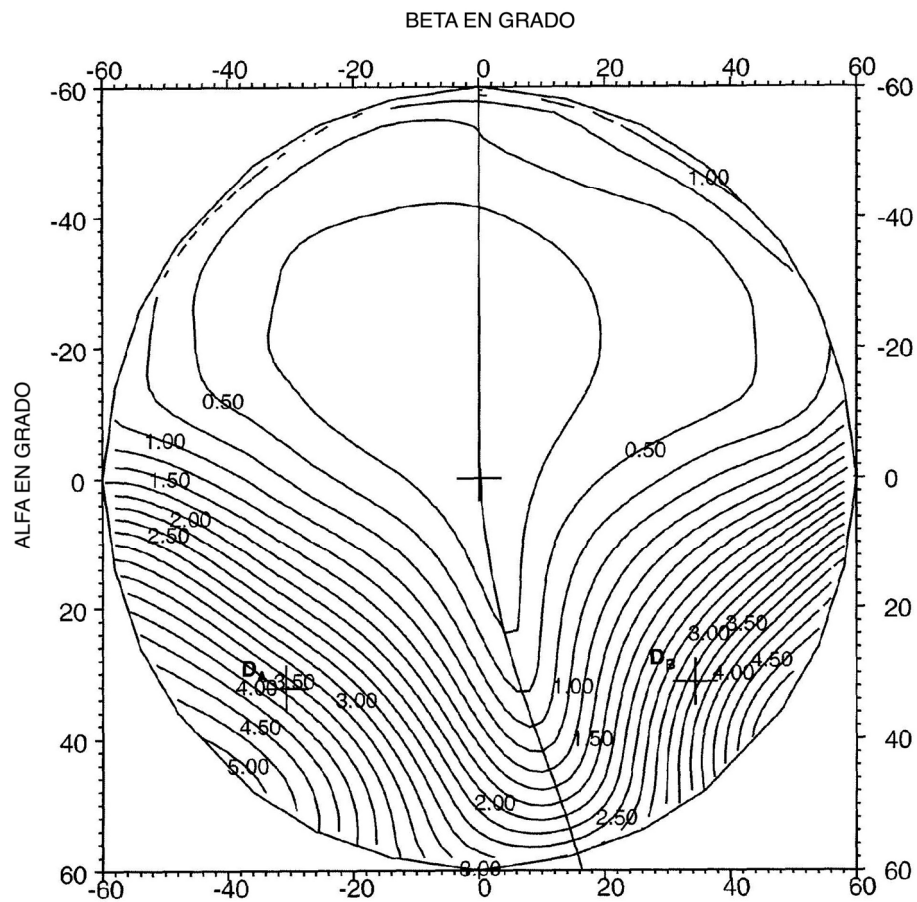
CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de rayo periférico

		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.66	1.70
Astigmatismo	(dioptrías)	3.68	3.41
Eje	(grados)	150.59	39.22
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.68	3.41

Figura 72

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE5
	ASTIGMATISMO RESIDUAL (VISIÓN PERIFÉRICA)



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

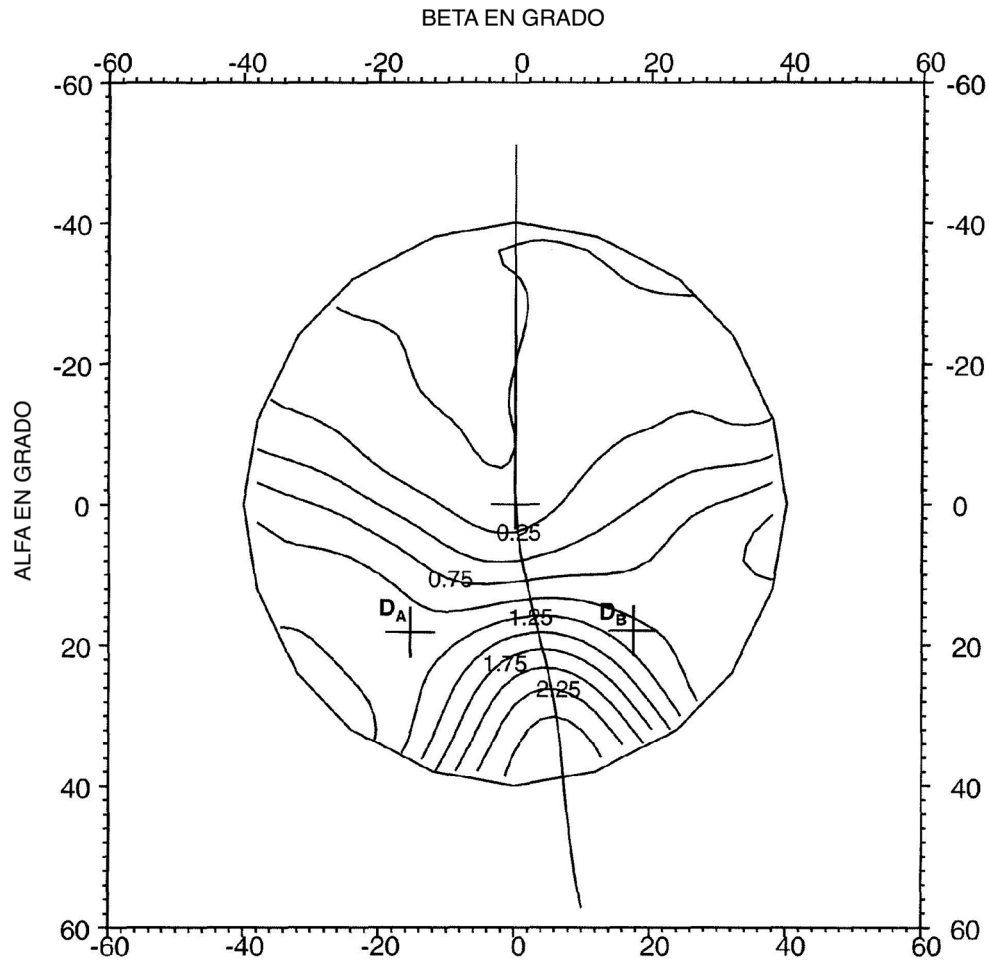
Dirección de rayo periférico

	D_A	D_B
Potencia media	1.66	1.70
Astigmatismo	3.68	3.41
Eje	150.59	39.22
Astigmatismo resultante	3.68	3.41

Figura 73

Potencia media	(dioptrías)	1.66	1.70
Astigmatismo	(dioptrías)	3.68	3.41
Eje	(grados)	150.59	39.22
Astigmatismo resultante	(dioptrías)	3.68	3.41

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE5
	POTENCIA ÓPTICA



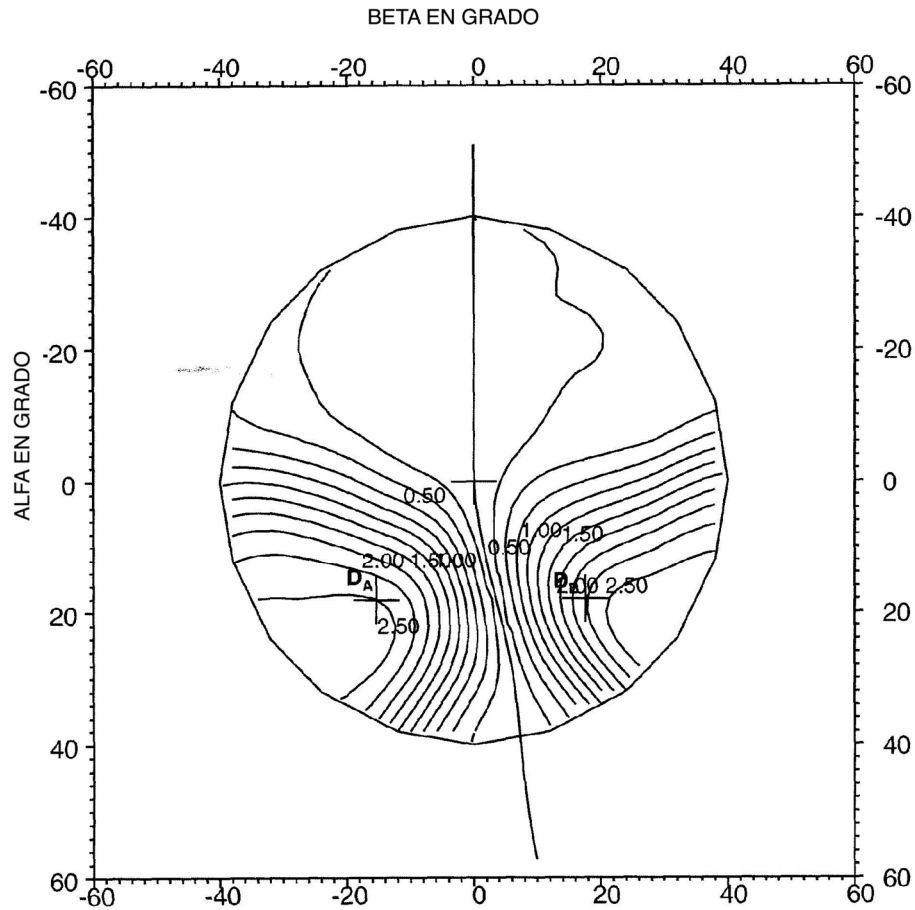
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.11	1.08
Astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22
Eje	(grados)	152.54	37.40
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22

Figura 74

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE5
	ASTIGMATISMO RESIDUAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.11	1.08
Astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22
Eje	(grados)	152.54	37.40
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.51	2.22

Figura 75

Evaluación de la distorsión
Direcciones de la mirada D_A y D_B
Visión central

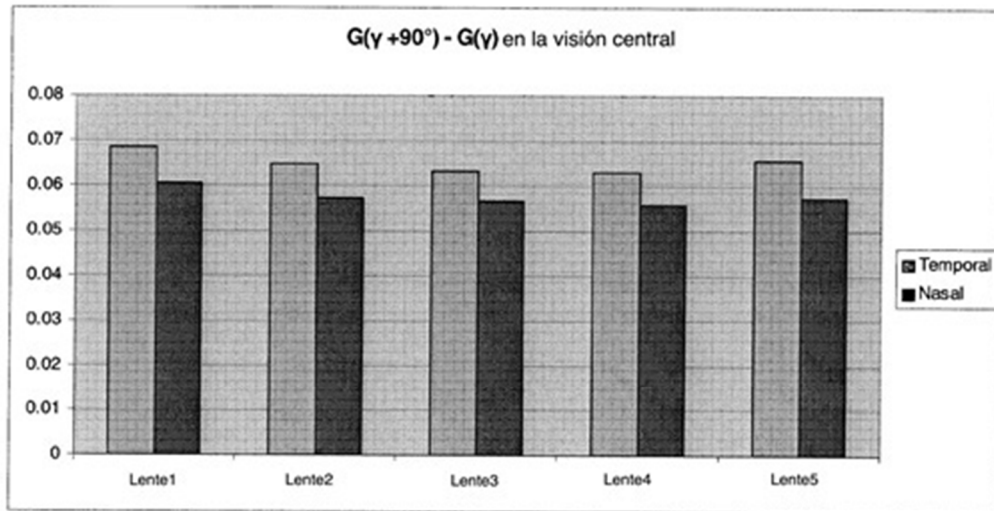


Figura 76

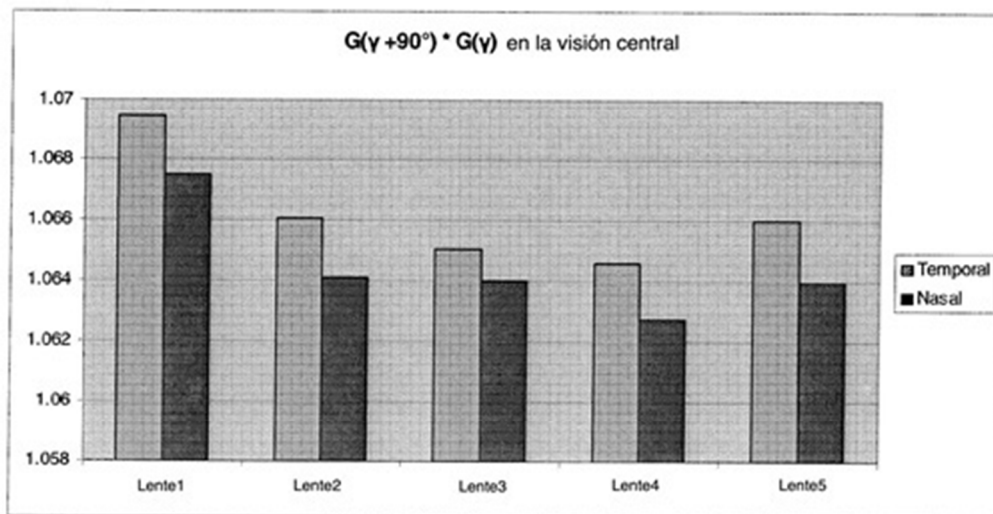


Figura 77

Evaluación de la distorsión
Direcciones de rayo periférico D_A y D_B
Visión periférica

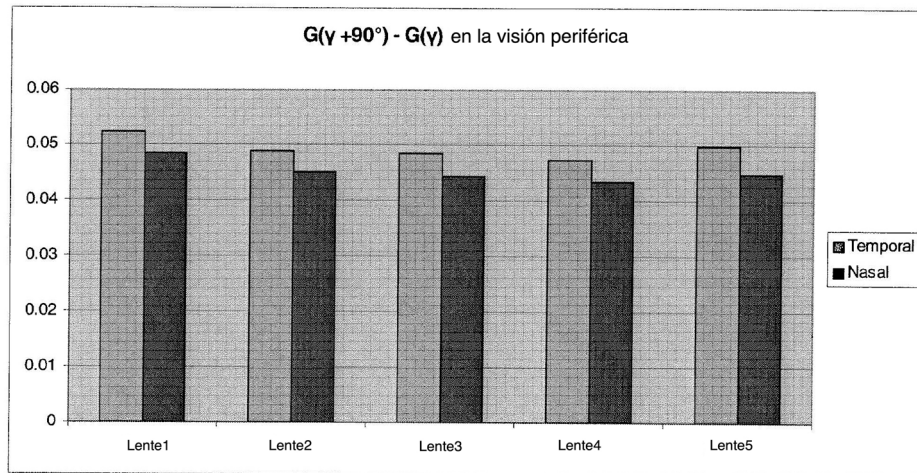


Figura 78

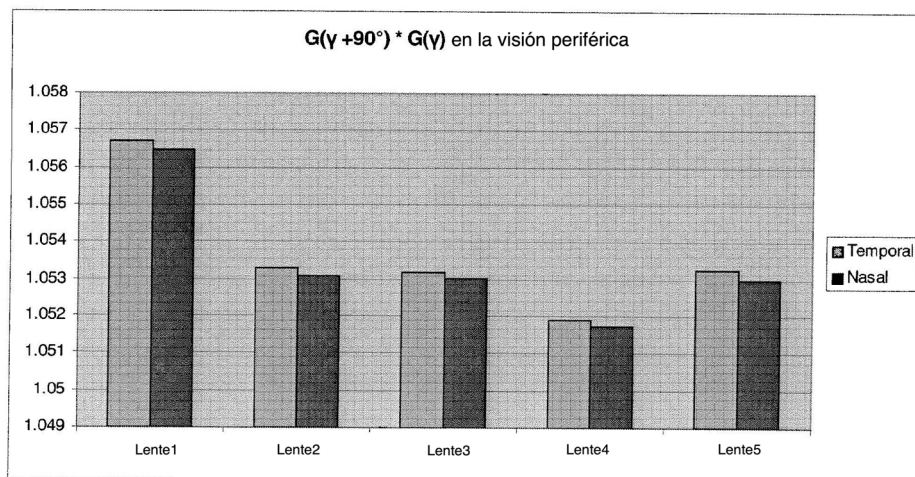
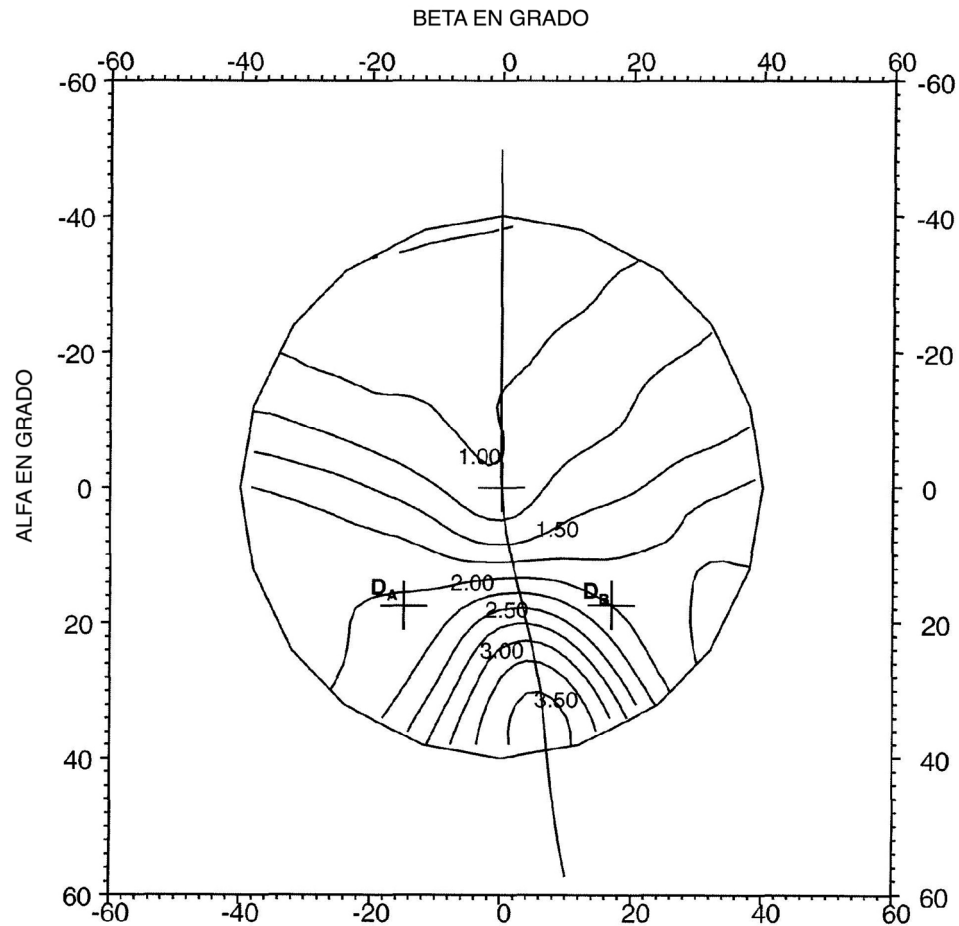


Figura 79

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE 6
	POTENCIA ÓPTICA



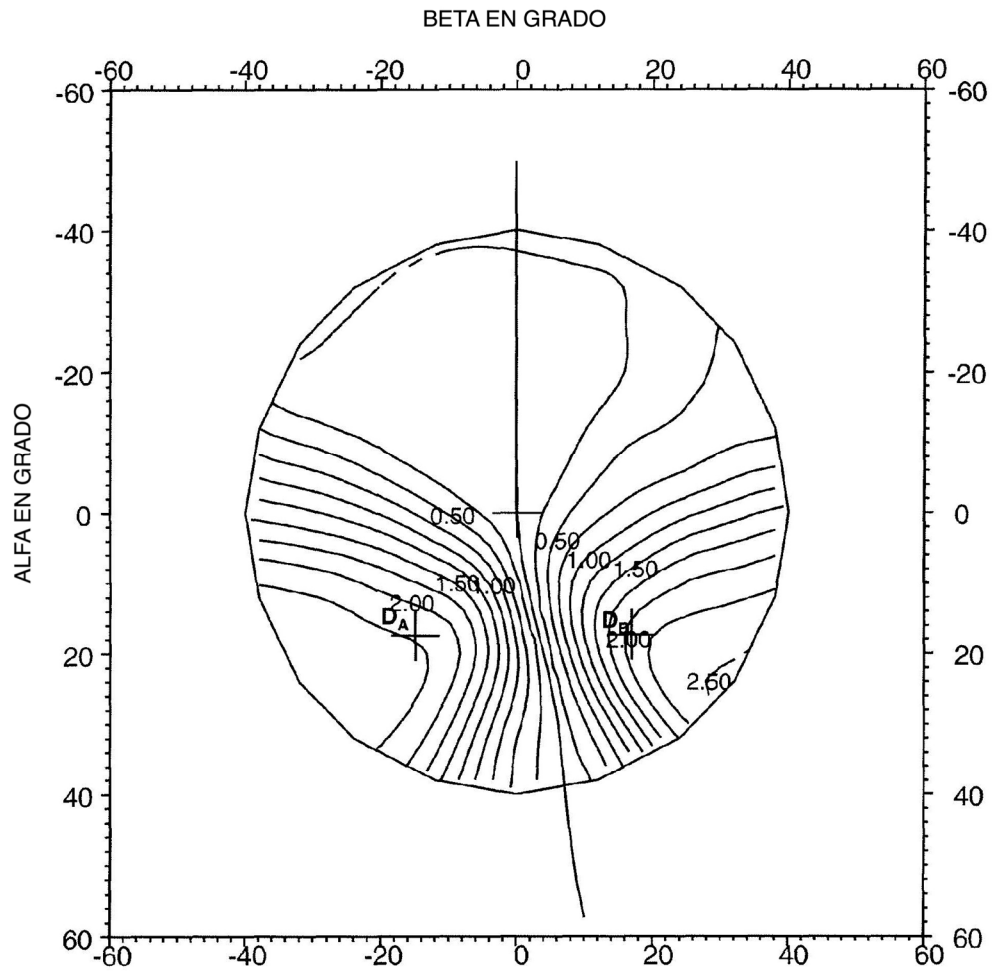
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Figura 80

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.04	2.0
Astigmatismo	(dioptrías)	1.31	4.04
Eje	(grados)	4.24	41.35
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.22	2.07

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE 6
	ASTIGMATISMO RESIDUAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.04	2.0
Astigmatismo	(dioptrías)	1.31	4.04
Eje	(grados)	4.24	41.35
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.22	2.07

Figura 81

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE 6
	ASTIGMATISMO TOTAL

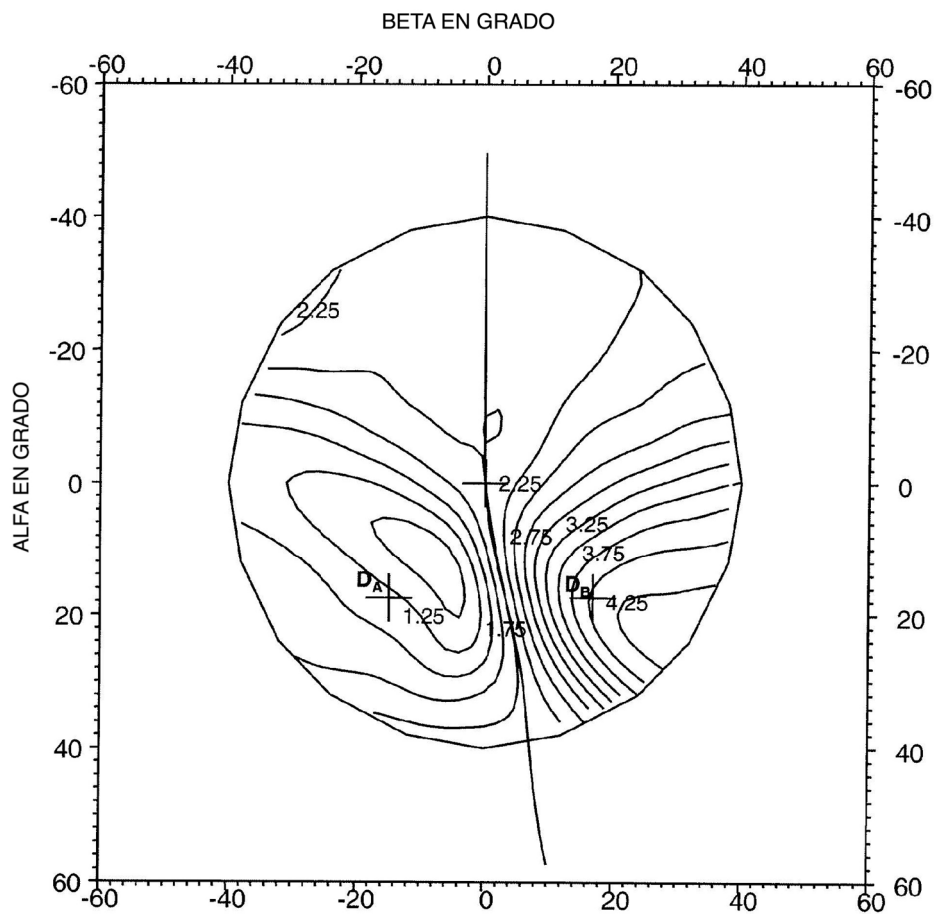


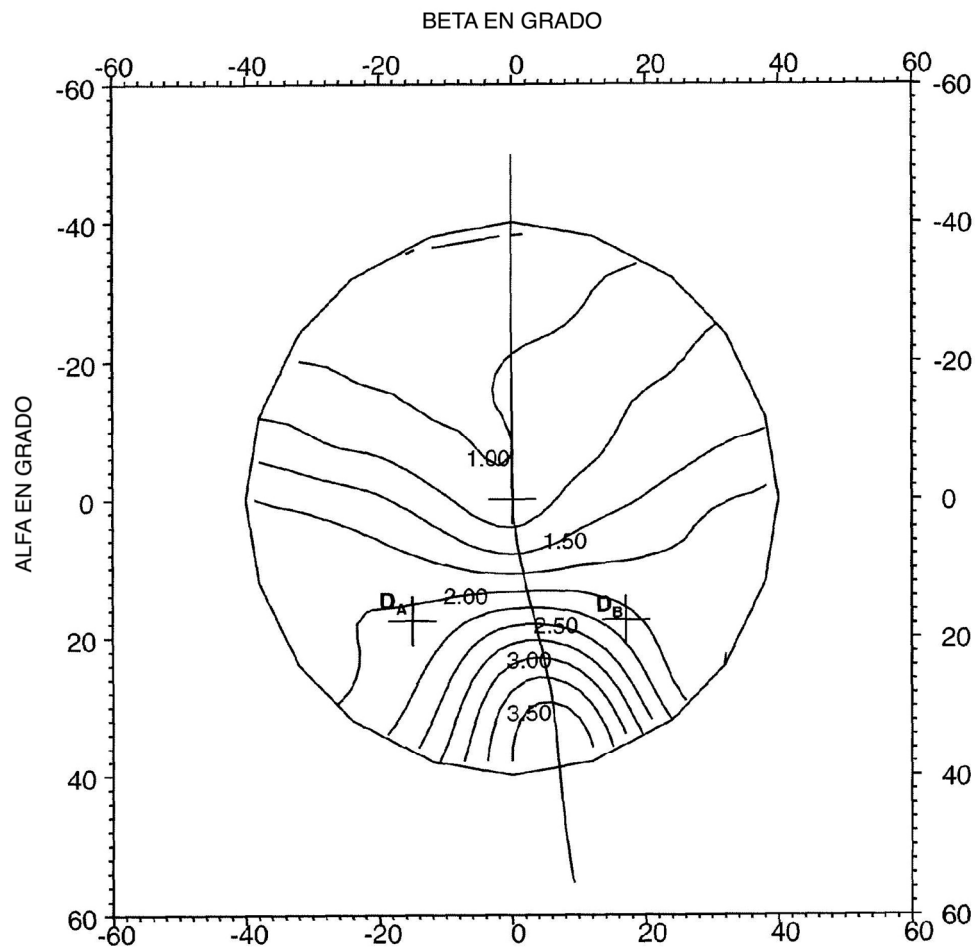
Figura 82

LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.04	2.0
Astigmatismo	(dioptrías)	1.31	4.04
Eje	(grados)	4.24	41.35
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.22	2.07

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE7
	POTENCIA ÓPTICA



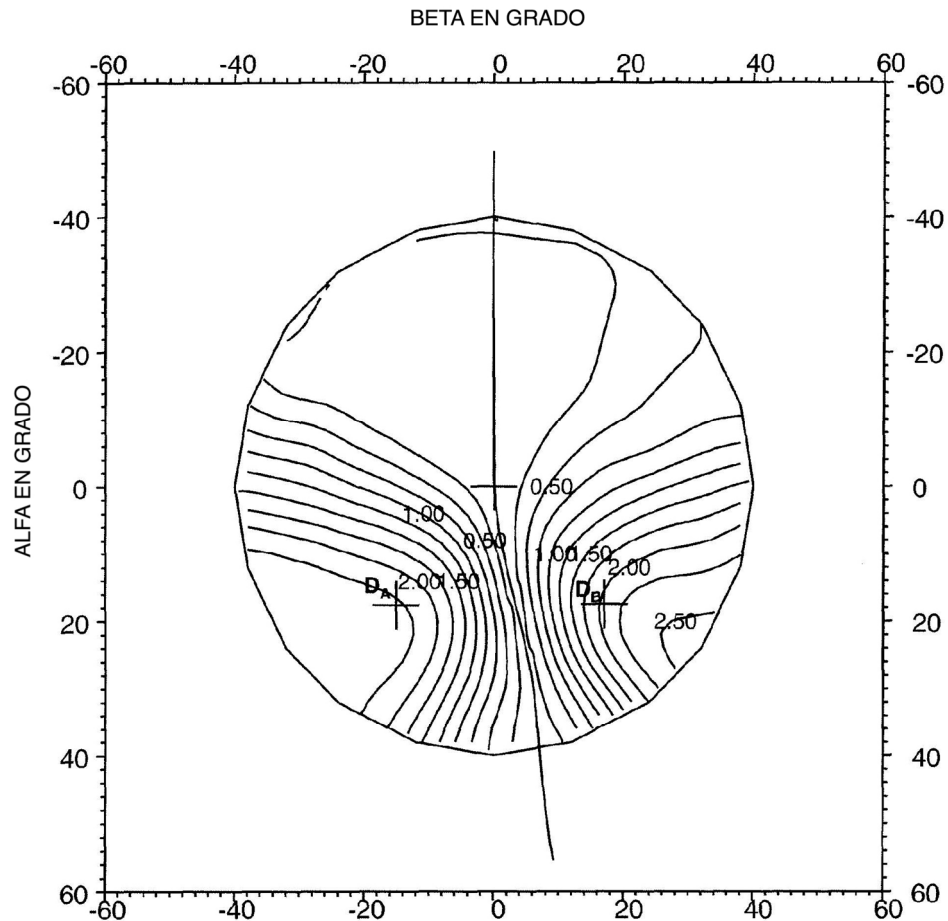
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.06	2.08
Astigmatismo	(dioptrías)	1.35	4.04
Eje	(grados)	2.95	41.51
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.29	2.07

Figura 83

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE7
	ASTIGMATISMO RESIDUAL



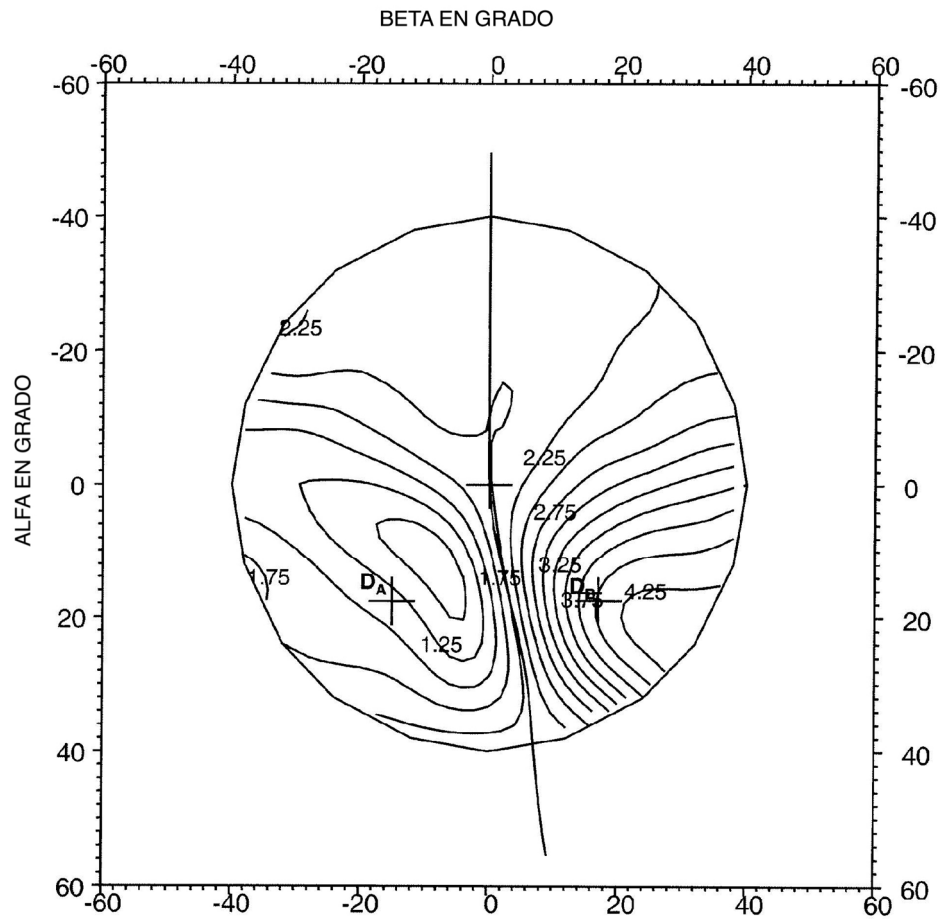
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.06	2.08
Astigmatismo	(dioptrías)	1.35	4.04
Eje	(grados)	2.95	41.51
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.29	2.07

Figura 84

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE7
	ASTIGMATISMO TOTAL



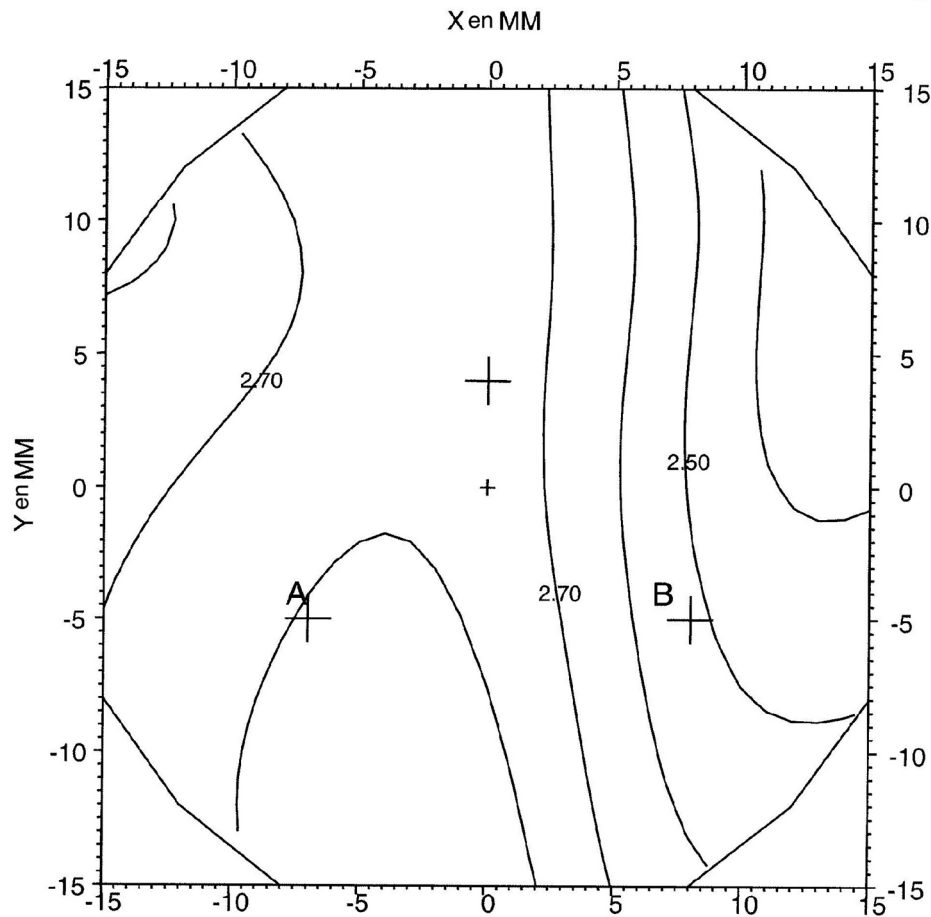
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.06	2.08
Astigmatismo	(dioptrías)	1.35	4.04
Eje	(grados)	2.95	41.51
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.29	2.07

Figura 85

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE8
	ESFERA MÍNIMA



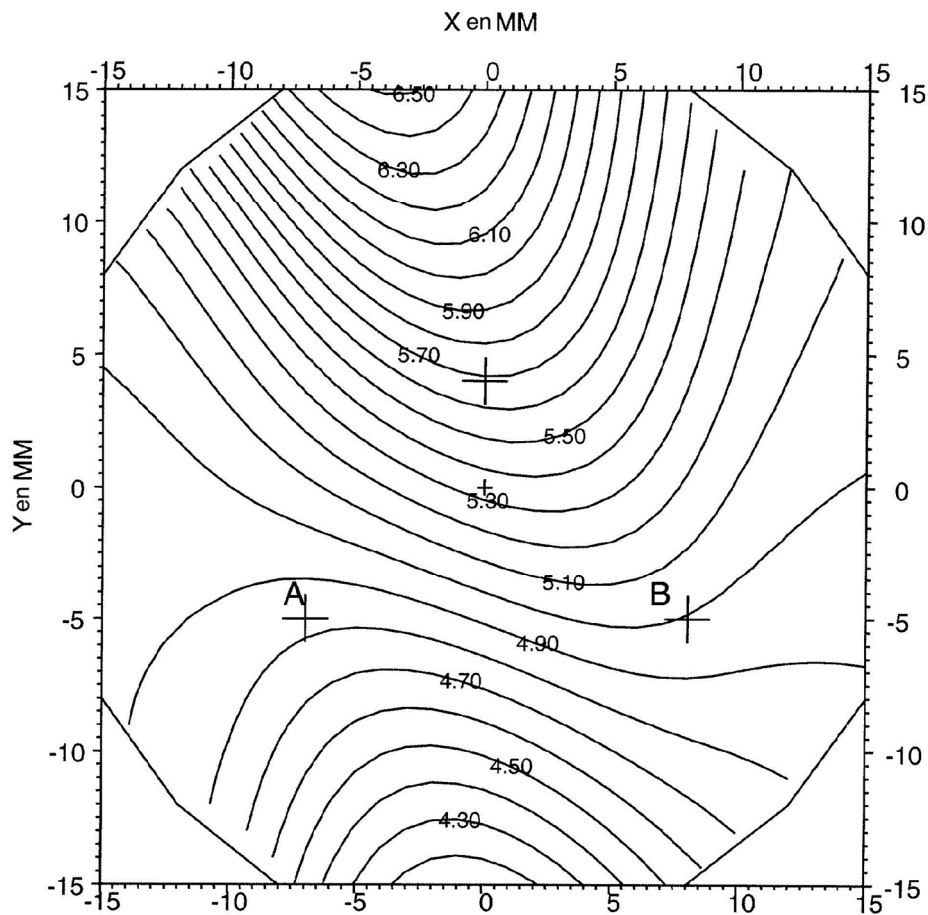
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.81	2.53
Esfera máx	(dioptrías)	4.84	5.00
Eje	(grados)	6	32

Figura 86

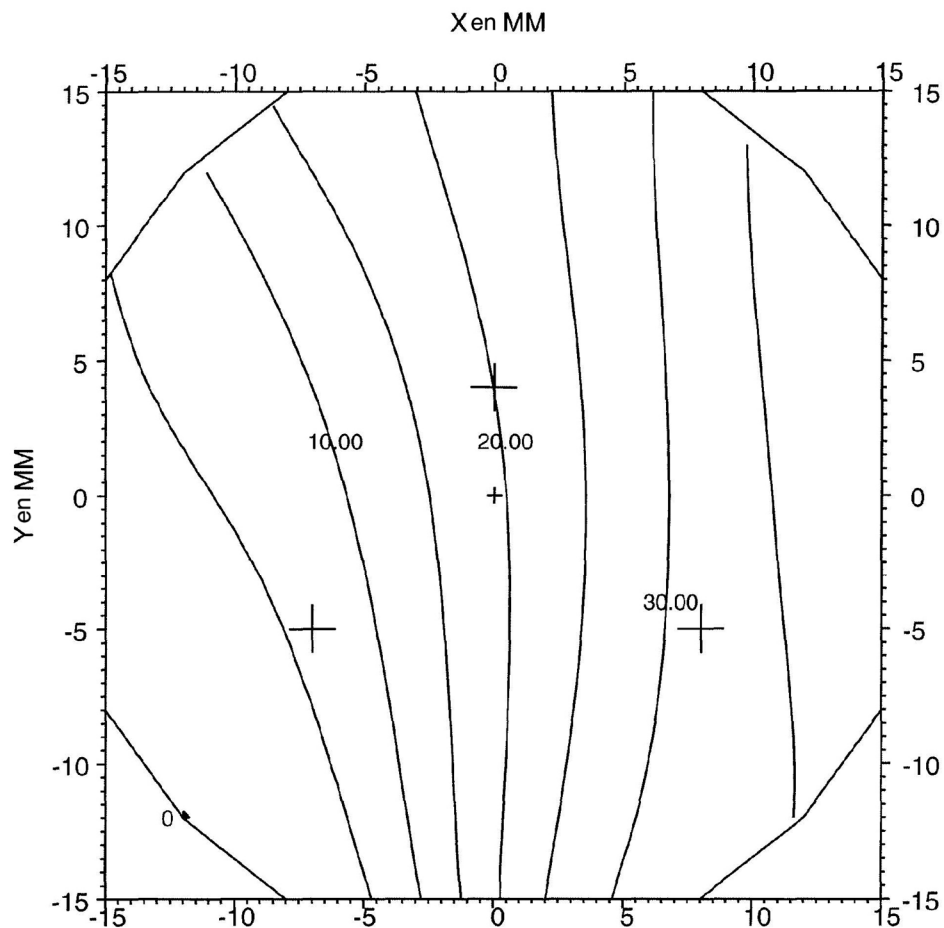
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE8
	ESFERA MÁXIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO			
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:			
Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.81	2.53
Esfera máx	(dioptrías)	4.84	5.00
Eje	(grados)	6	32

Figura 87

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE8
	EJE DE CILINDRO



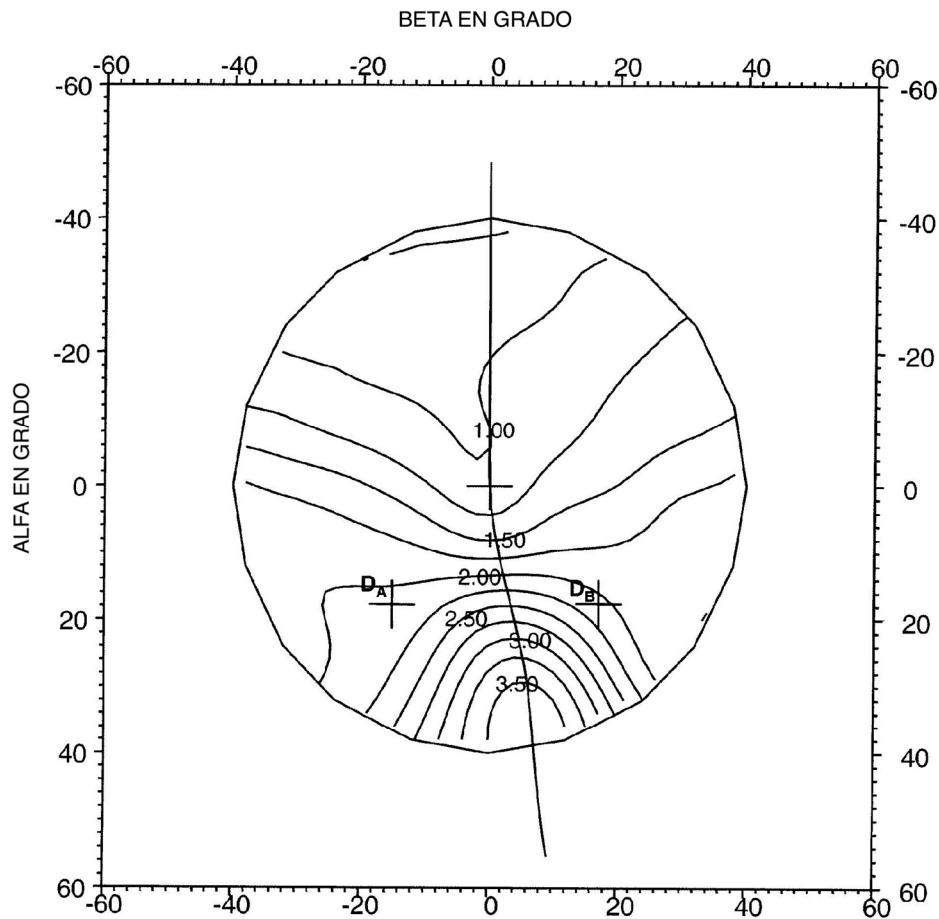
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.81	2.53
Esfera máx	(dioptrías)	4.84	5.00
Eje	(grados)	6	32

Figura 88

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE8
	POTENCIA ÓPTICA



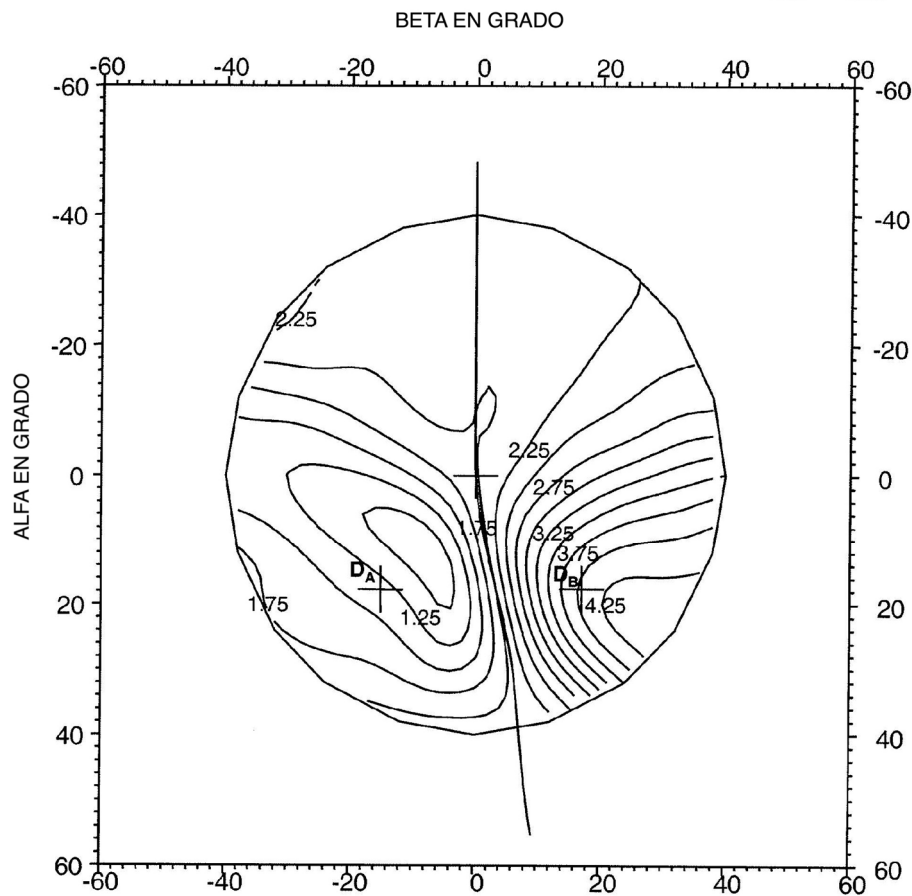
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D _A	D _B
Potencia media	(dioptrías)	2.06	2.07
Astigmatismo	(dioptrías)	1.34	4.05
Eje	(grados)	3.27	41.49
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.28	2.08

Figura 89

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE8
	ASTIGMATISMO TOTAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.06	2.07
Astigmatismo	(dioptrías)	1.34	4.05
Eje	(grados)	3.27	41.49
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.28	2.08

Figura 90

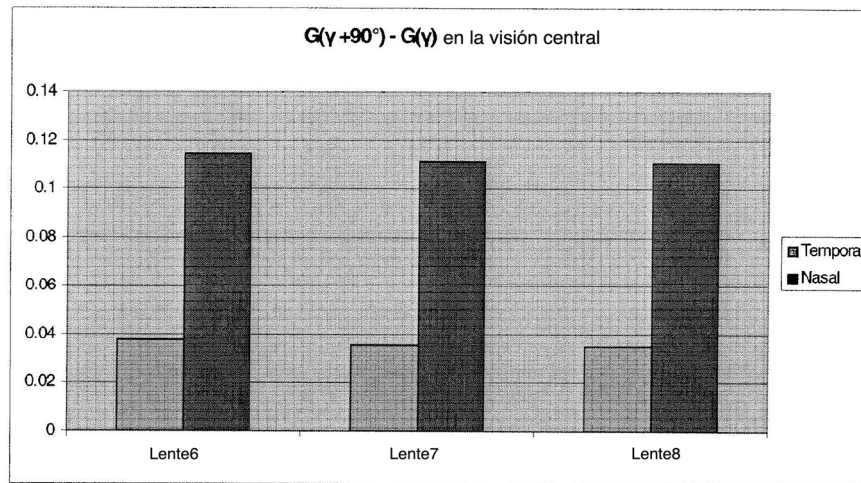


Figura 91

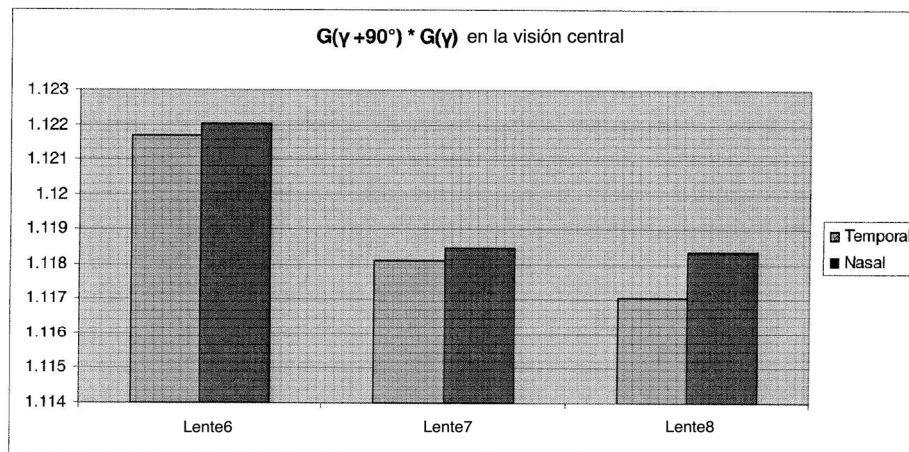
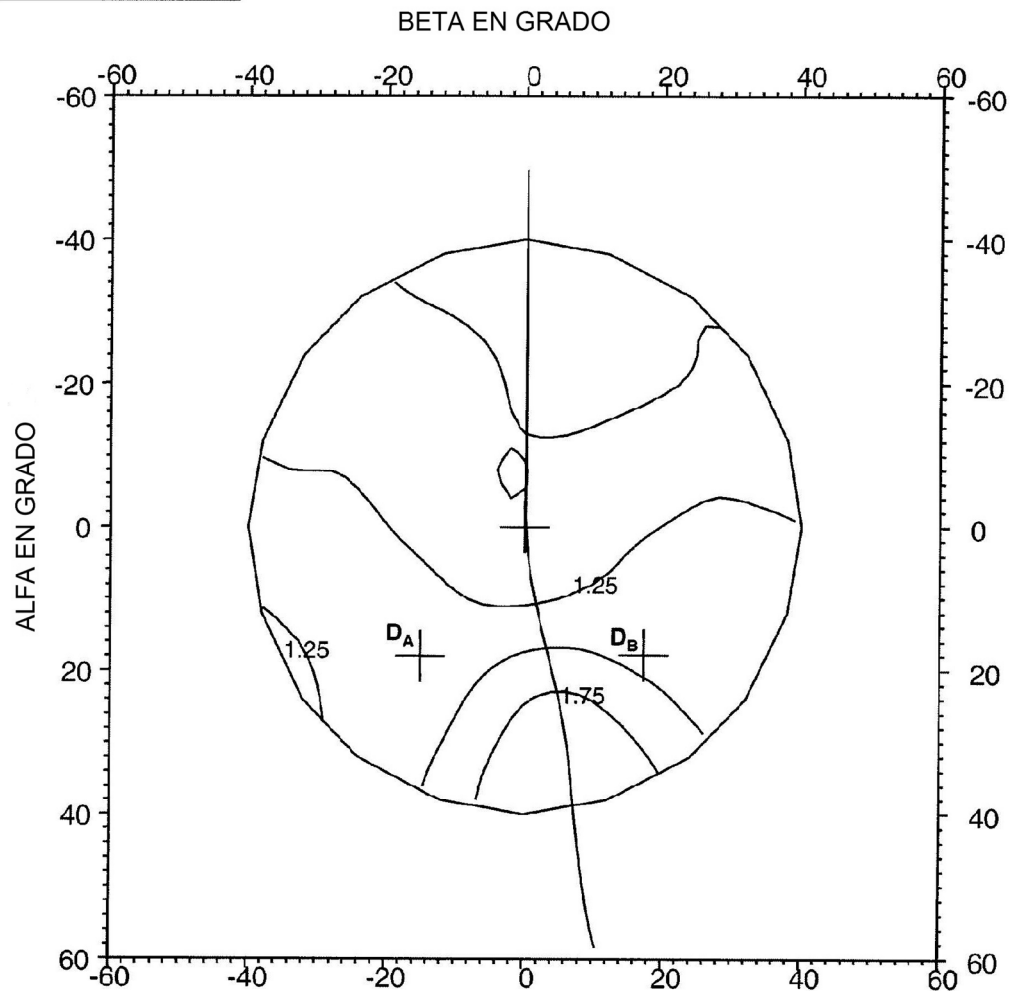


Figura 92

SIMULACIÓN DE USUARIO
Lente 9
POTENCIA ÓPTICA



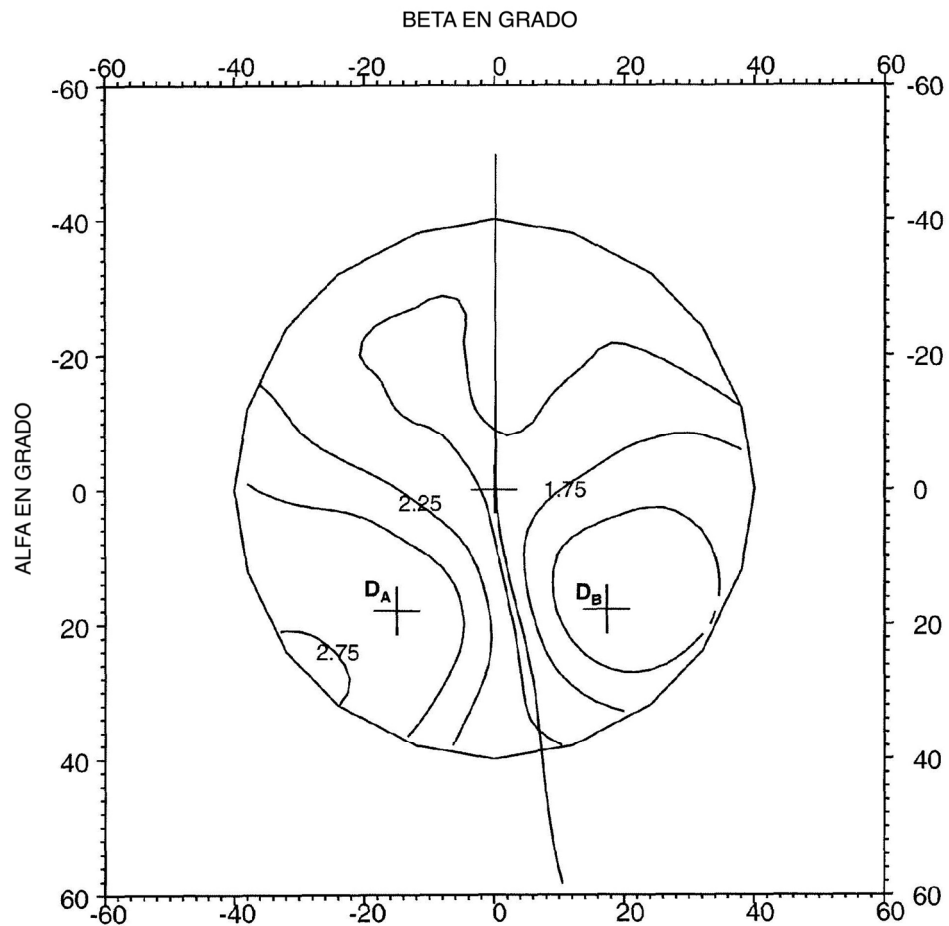
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS:

Dirección de la mirada		D _A	D _B
Potencia media	(dioptrías)	1.37	1.44
Astigmatismo	(dioptrías)	2.72	1.28
Eje	(grados)	141.91	146.89
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	0.73	0.82

Figura 93

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE9
	ASTIGMATISMO TOTAL



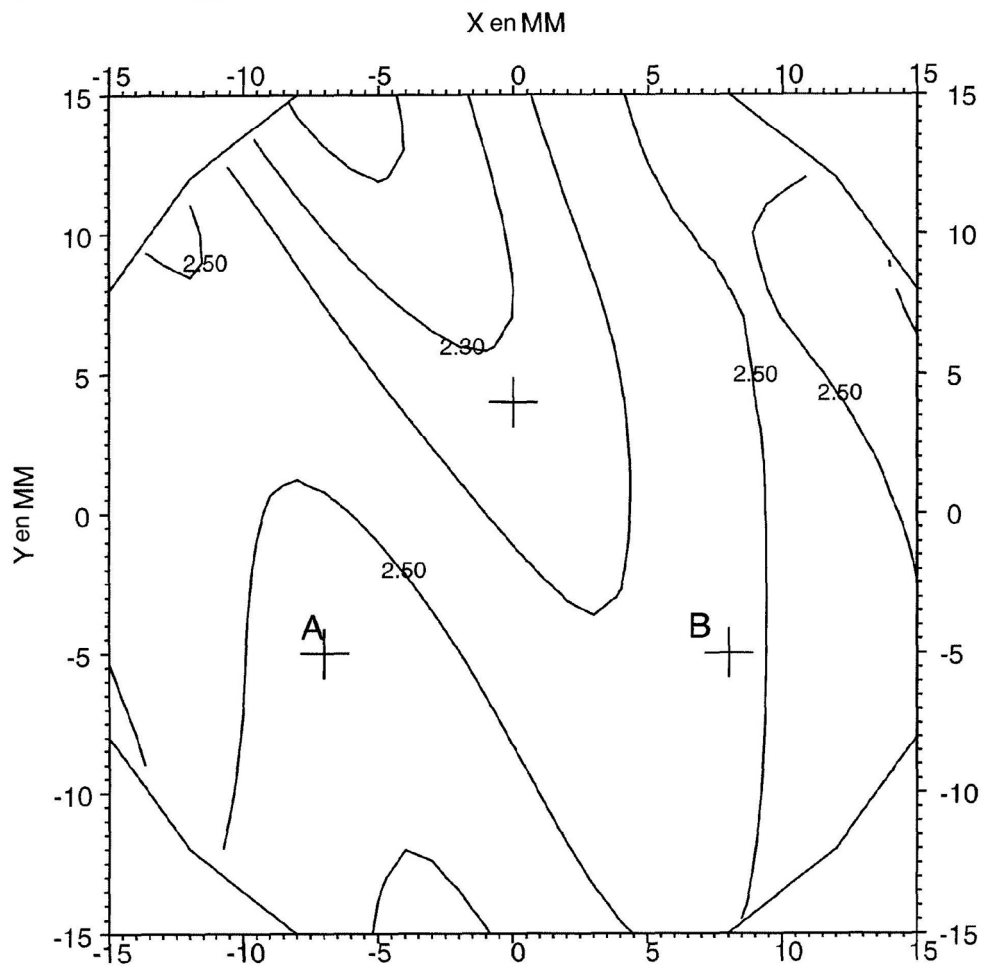
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Figura 94

Dirección de la mirada		D _A	D _B
Potencia media	(dioptrías)	1.37	1.44
Astigmatismo	(dioptrías)	2.72	1.28
Eje	(grados)	141.91	146.89
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	0.73	0.82

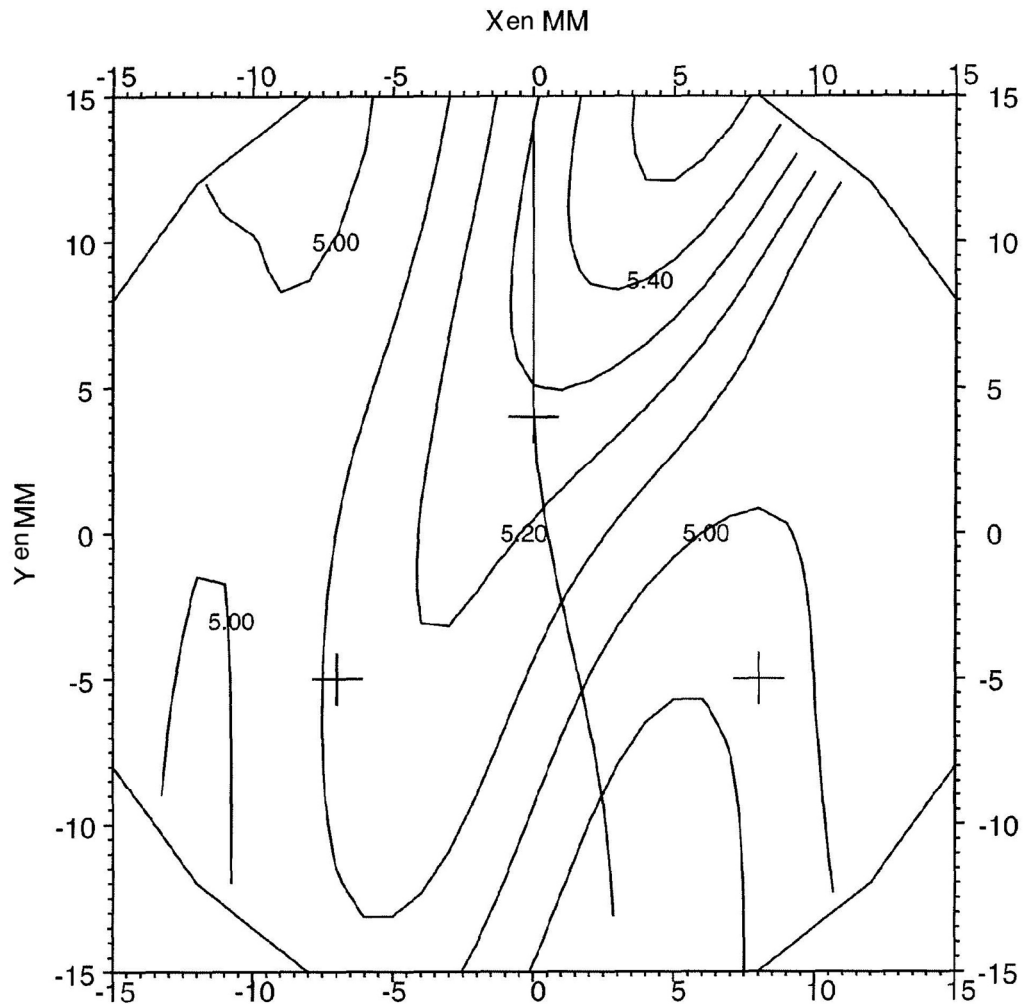
	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE10
	ESFERA MÍNIMA



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO				
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:				
Puntos		A	B	
Esfera mín	(dioptrías)	2.54	2.48	
Esfera máx	(dioptrías)	5.12	4.95	
Eje	(grados)	144	146	

Figura 95

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE10
	ESFERA MÁXIMA



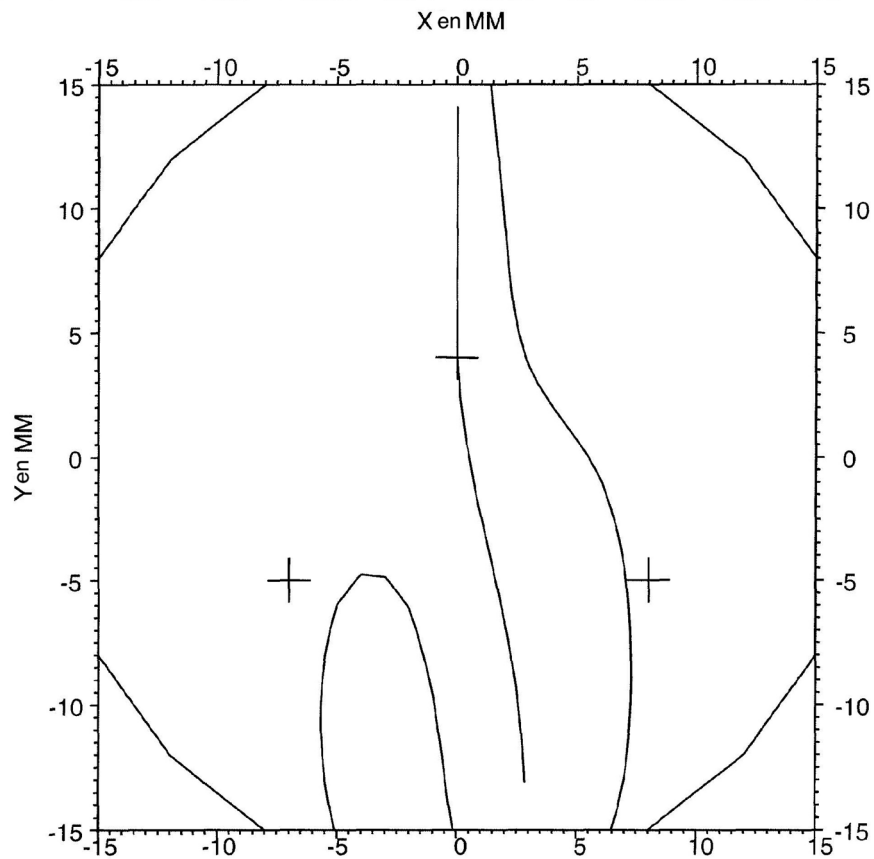
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.54	2.48
Esfera máx	(dioptrías)	5.12	4.95
Eje	(grados)	144	146

Figura 96

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE10
	EJE DE CILINDRO



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO			
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:			
Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.54	2.48
Esfera máx	(dioptrías)	5.12	4.95
Eje	(grados)	144	146

Figura 97

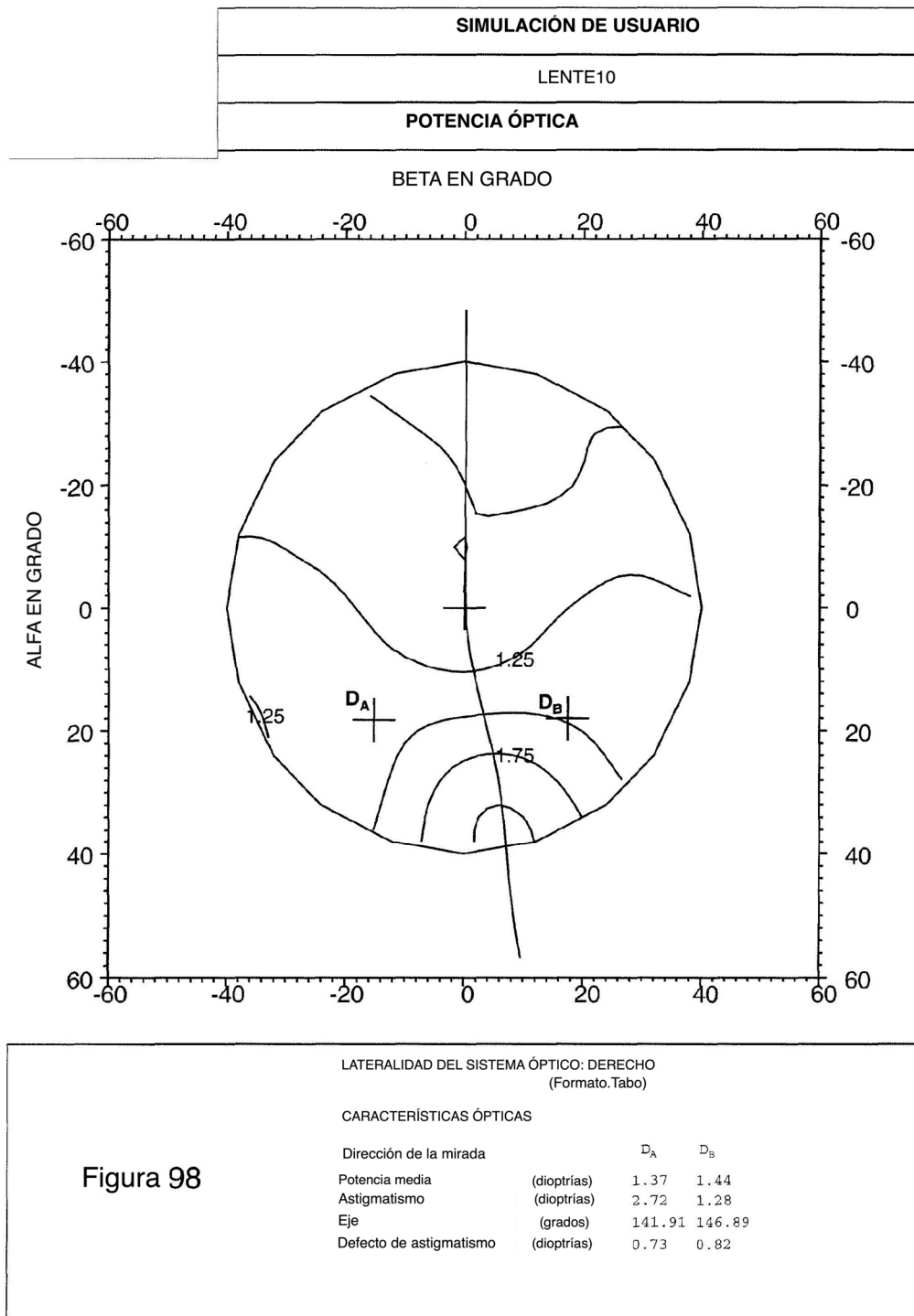
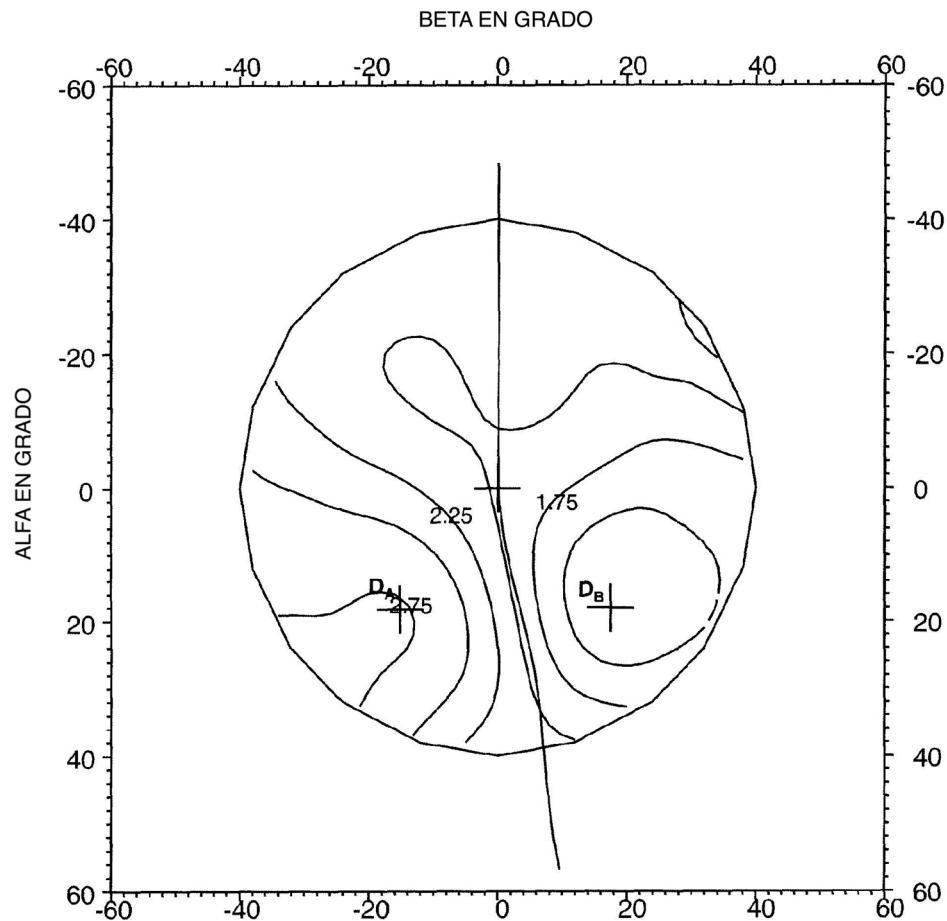


Figura 98

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE10
	ASTIGMATISMO TOTAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D _A	D _B
Potencia media	(dioptrías)	1.37	1.44
Astigmatismo	(dioptrías)	2.72	1.28
Eje	(grados)	141.91	146.69
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	0.73	0.82

Figura 99

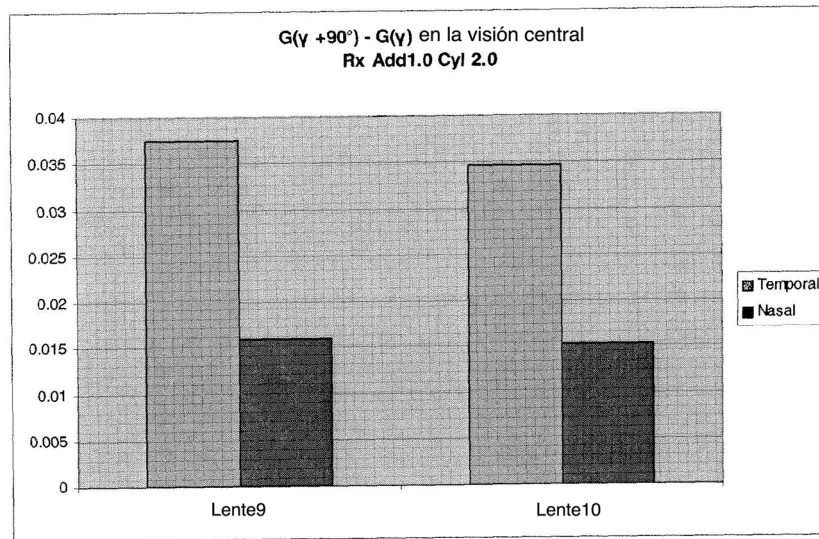


Figura 100

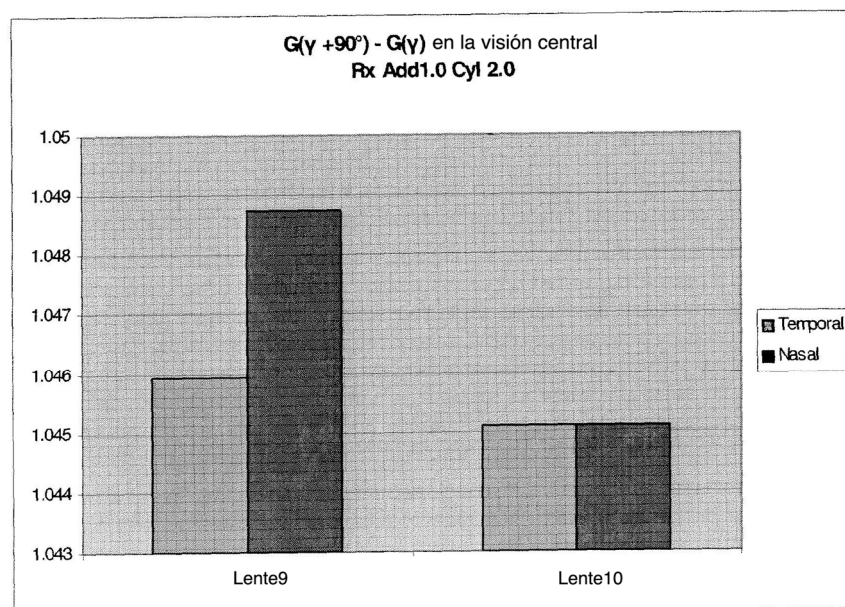
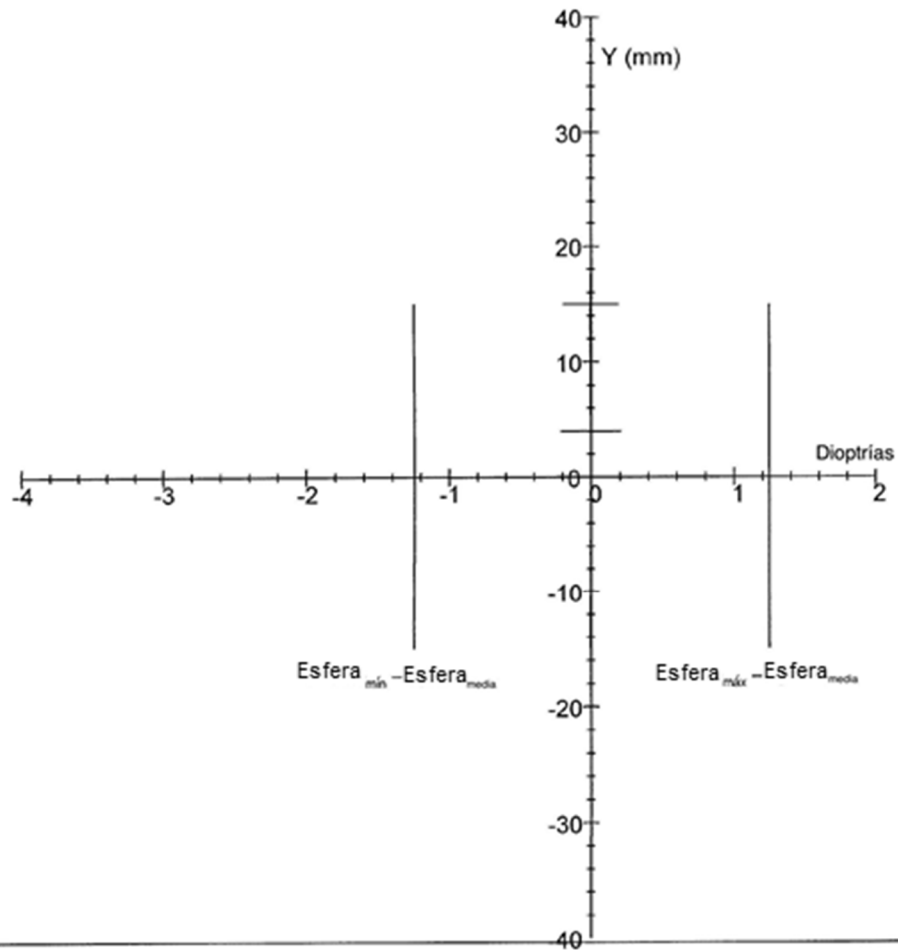


Figura 101

	ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE
	LENTE11
	PERFIL DE LA ESFERA

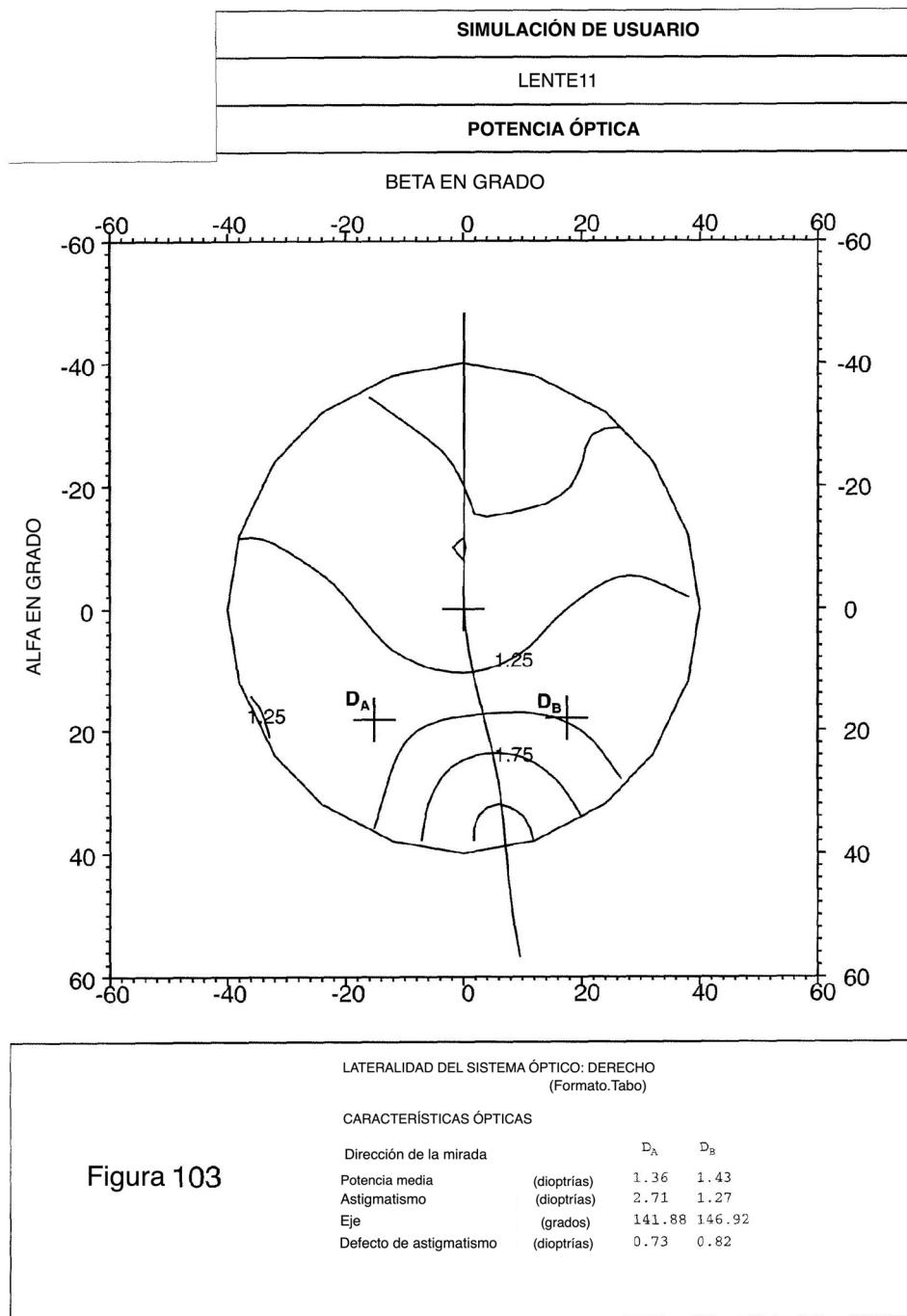


LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO

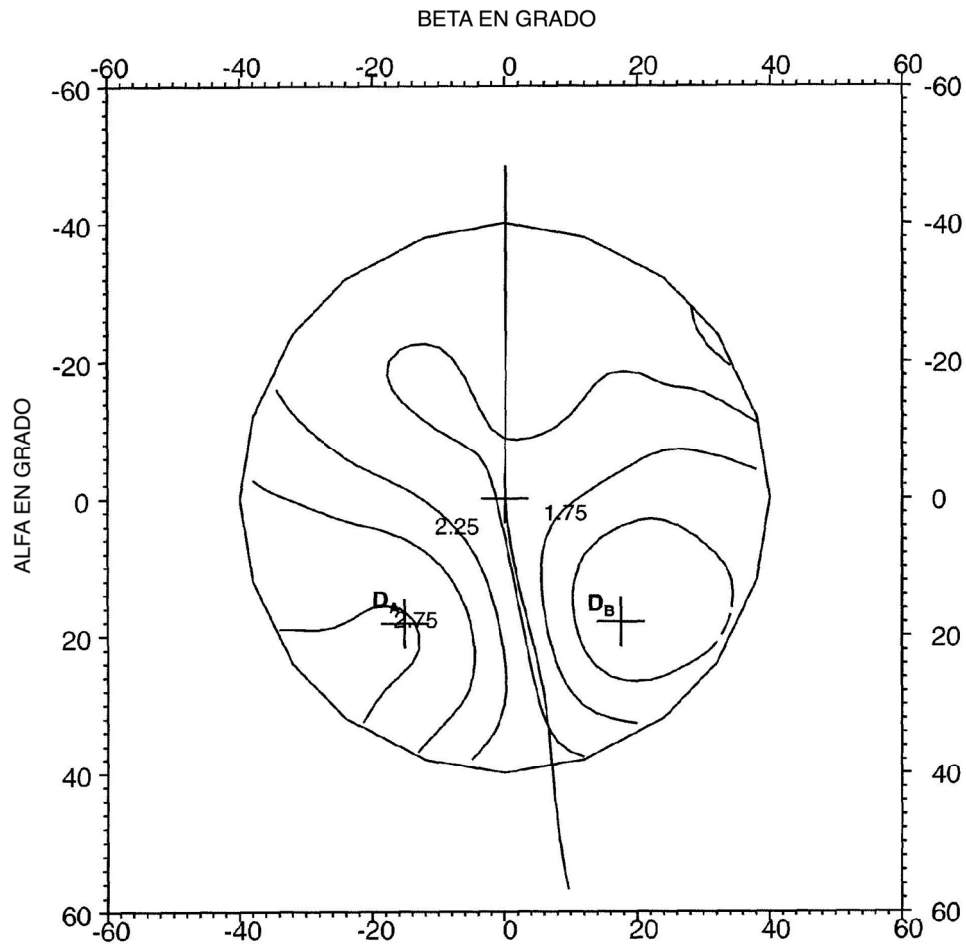
CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE:

Puntos		A	B
Esfera mín	(dioptrías)	2.50	2.50
Esfera máx	(dioptrías)	5.00	5.00
Eje	(grados)	145	145

Figura 102



	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE11
	ASTIGMATISMO TOTAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	1.36	1.43
Astigmatismo	(dioptrías)	2.71	1.27
Eje	(grados)	141.88	146.92
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	0.73	0.82

Figura 104

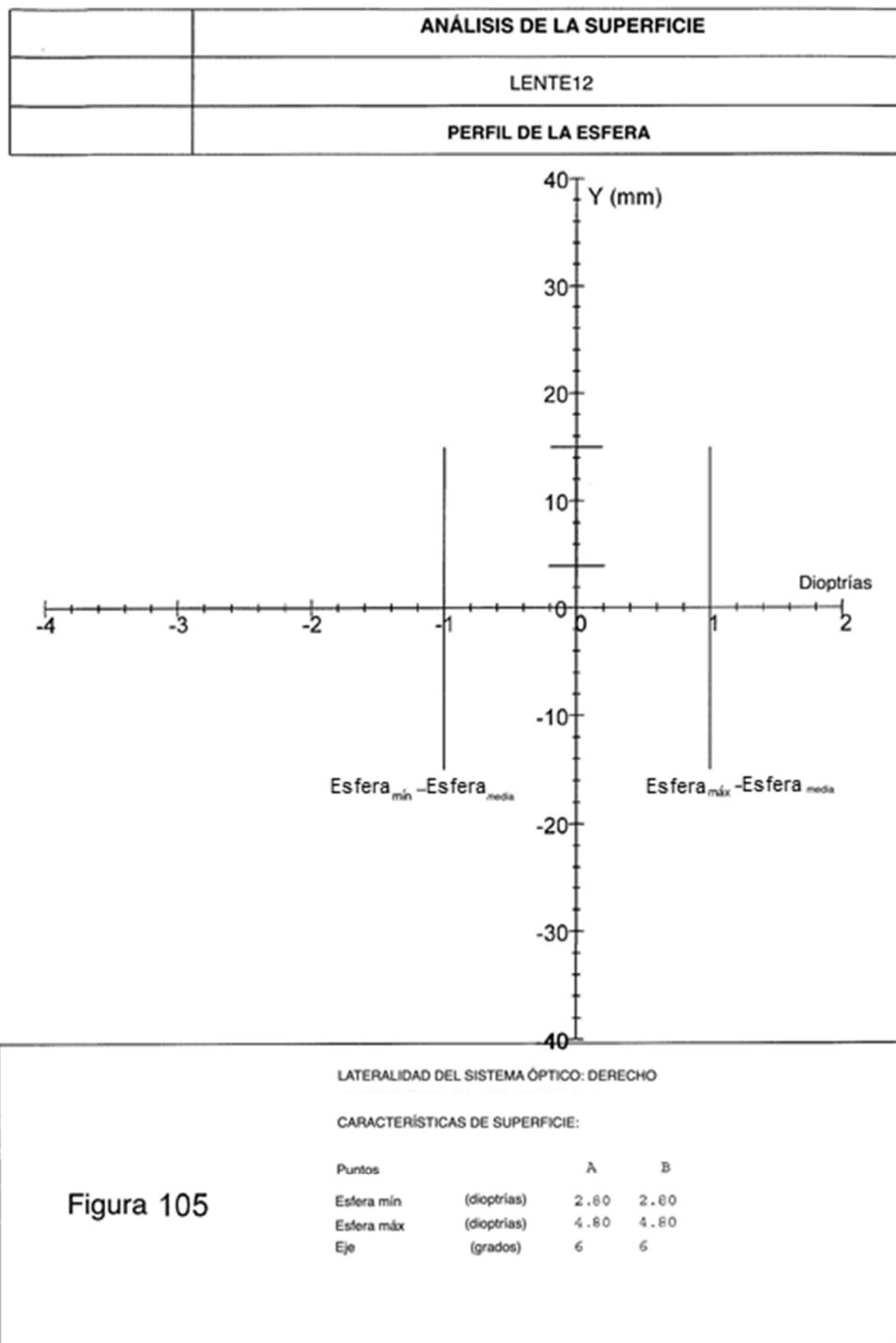
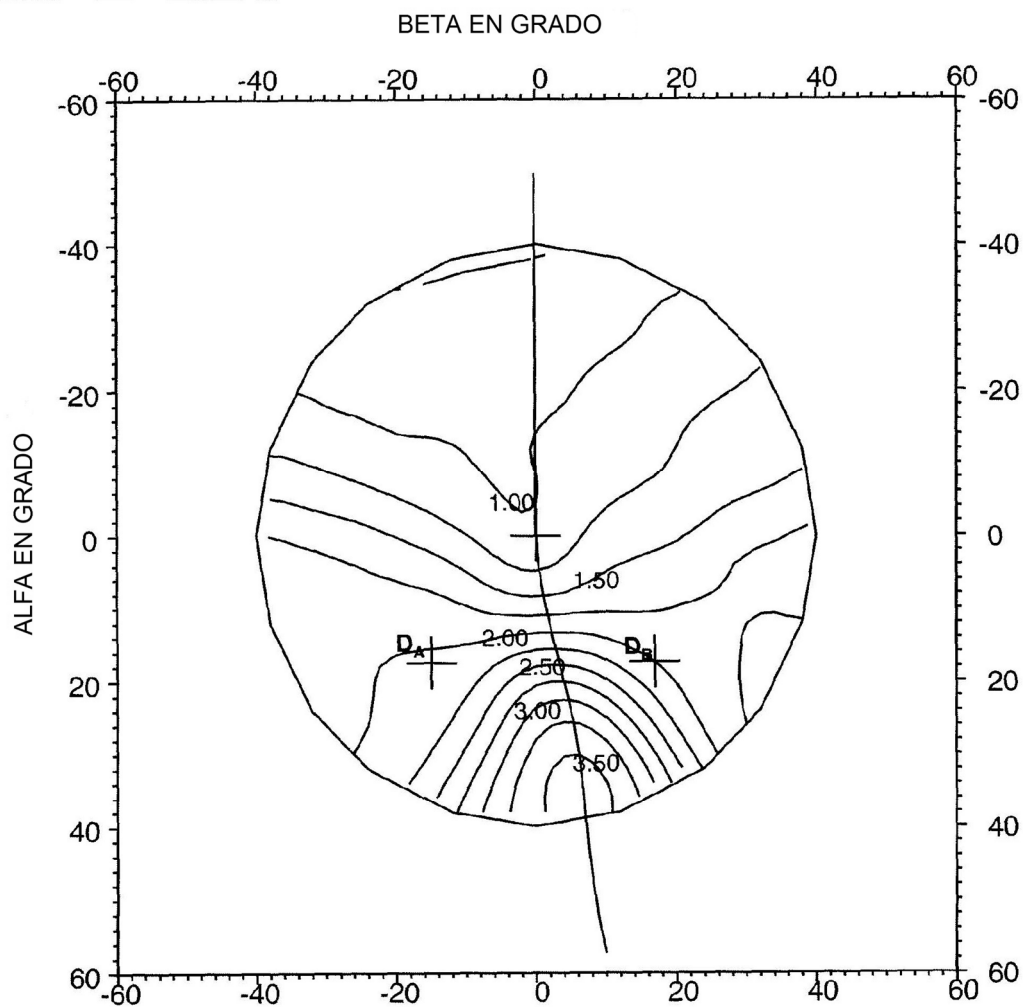


Figura 105

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	Lente 12
	POTENCIA ÓPTICA



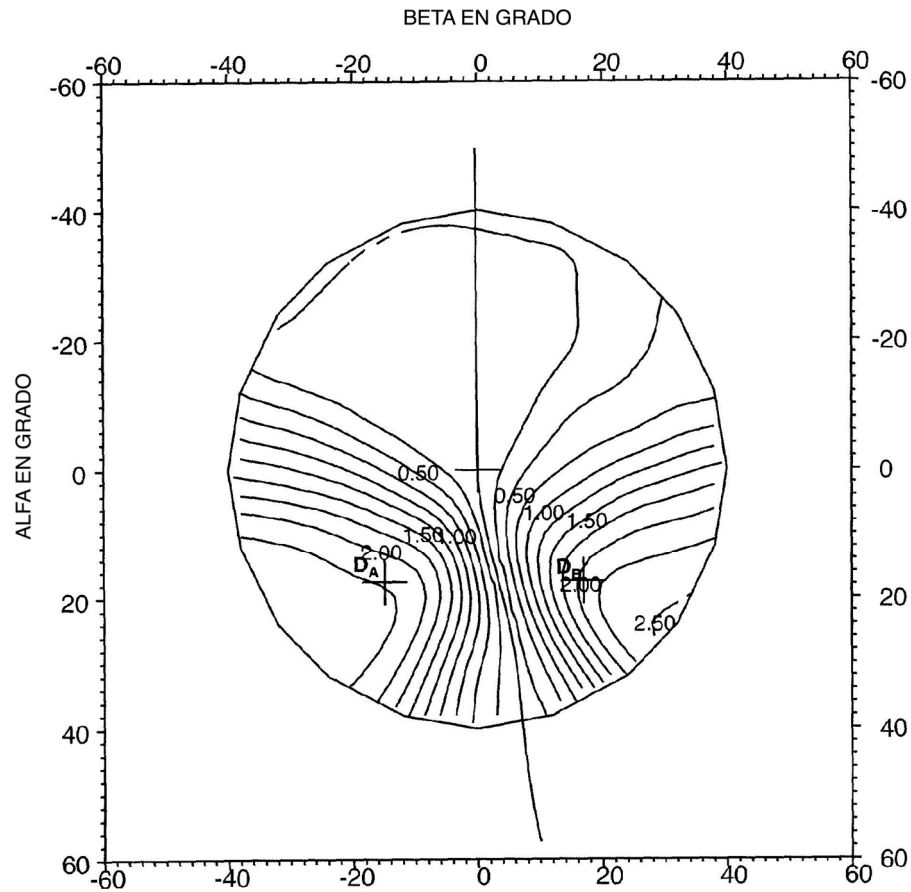
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS:

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.02	2.01
Astigmatismo	(dioptrías)	1.30	4.02
Eje	(grados)	4.27	41.25
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.21	2.06

Figura 106

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE12
	ASTIGMATISMO RESIDUAL



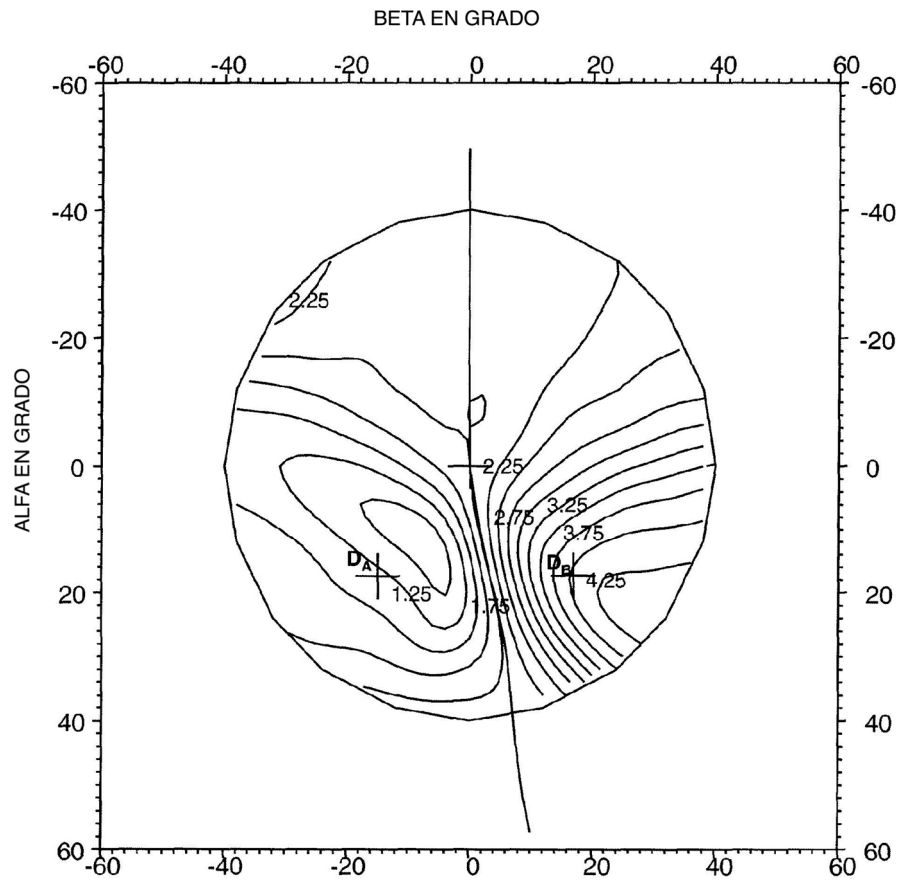
LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.02	2.01
Astigmatismo	(dioptrías)	1.30	4.02
Eje	(grados)	4.27	41.25
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.21	2.06

Figura 107

	SIMULACIÓN DE USUARIO
	LENTE12
	ASTIGMATISMO TOTAL



LATERALIDAD DEL SISTEMA ÓPTICO: DERECHO
(Formato.Tabo)

CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS

Dirección de la mirada		D_A	D_B
Potencia media	(dioptrías)	2.02	2.01
Astigmatismo	(dioptrías)	1.30	4.02
Eje	(grados)	4.27	41.25
Defecto de astigmatismo	(dioptrías)	2.21	2.06

Figura 108