

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 794**

51 Int. Cl.:

G02C 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2007 E 07866471 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2095176**

54 Título: **Lente oftálmica progresiva**

30 Prioridad:

07.11.2006 FR 0609702

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

23.10.2014

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147, rue de Paris
94227 Charenton Cedex, FR**

72 Inventor/es:

ALLIONE, PASCAL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 511 794 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

Lente oftálmica progresiva

El presente invento tiene por objeto una lente oftálmica y un procedimiento de determinación de tal lente oftálmica.

5 Cualquier lente oftálmica, destinada a ser llevada en una montura, está asociada a una prescripción. La prescripción oftálmica puede incluir una prescripción de potencia, positiva o negativa, así como una prescripción de astigmatismo. Estas prescripciones corresponden a correcciones a aportar al usuario de las lentes para corregir defectos de su visión. Una lente es montada en la montura en función de la prescripción y de la posición del portador o usuario con respecto a la montura.

10 En los casos más simples, la prescripción se reduce a una prescripción de potencia. La lente es llamada unifocal y presenta una simetría de revolución. Se monta simplemente en la montura de modo que la dirección principal de la mirada del portador coincide con el eje de simetría de la lente.

15 Para los portadores con presbicia, el valor de la corrección de potencia es diferente en visión de lejos o en visión de cerca, por el hecho de las dificultades de acomodación para la visión de cerca. La prescripción está entonces compuesta por un valor de potencia en visión de lejos y de una adición (o progresión de potencia) representativa del incremento de potencia entre la visión de lejos y la visión de cerca; esto equivale a una prescripción de potencia en visión de lejos y a una prescripción de potencia en visión de cerca. Las lentes adaptadas a los portadores o usuarios con presbicia son lentes multifocales progresivas; estas lentes están descritas por ejemplo en los documentos FR-A-2 699 294, US-A-5 270 745 o US-A-5 272 495, FR-A-2 683 642, o aún FR-A-2 704 327. Las lentes oftálmicas multifocales progresivas comprenden una zona de visión de lejos, una zona de visión de cerca, una zona de visión intermedia y una meridiana principal de progresión sensiblemente umbilical que atraviesa estas tres zonas. Son generalmente determinadas por optimización, a partir de un cierto número de tensiones impuestas a las diferentes características de la lente. Estas lentes son generalistas, porque están adaptadas a las diferentes necesidades corrientes del portador.

25 Se definen familias de lentes multifocales progresivas, estando caracterizada cada lente de una familia por una adición, que corresponde a la variación de potencia entre la zona de visión de lejos y la zona de visión de cerca. Más precisamente, la adición, indicada A, corresponde a la variación de potencia entre un punto VL de la zona de visión de lejos y un punto VP de la zona de visión de cerca, que son llamados respectivamente punto de control de la visión de lejos y punto de control de la visión de cerca, y que representan los puntos de intersección de la mirada y de la superficie de la lente para una visión al infinito y para una visión de lectura.

30 Independientemente de la prescripción de potencia, puede proponerse a un usuario una prescripción de astigmatismo. Tal prescripción es efectuada por el oftalmólogo, en visión de lejos, en forma de un par formado por un valor de eje (en grados) y por un valor de amplitud (en dioptrías). Sobre una superficie, el valor de amplitud representa la diferencia $1/R_1 - 1/R_2$ entre las curvaturas principales; el valor de eje representa la orientación, con respecto a un eje de referencia y en un sentido de rotación convenido; de la curvatura máxima $1/R_1$. En términos de prescripción, el valor de amplitud representa la diferencia entre las potencias mínimas y máximas en una dirección dada y el eje representa la orientación de la potencia máxima. Se utiliza el término astigmatismo para designar el par (amplitud, ángulo); aunque se trate de un abuso de lenguaje, este término también se utiliza a veces para designar la amplitud del astigmatismo. El contexto permite al experto en la materia comprender qué significado tiene esta acepción.

40 En una misma familia de lentes, la adición varía de una lente a la otra de la familia entre un valor de adición mínimo y un valor de adición máximo. Habitualmente, los valores mínimo y máximo de adición son respectivamente de 0,75 dioptrías y 3,5 dioptrías, y la adición varía de 0,25 dioptrías en 0,25 dioptrías de una lente a otra de la familia.

45 Lentes de la misma adición difieren por el valor de la esfera media en un punto de referencia, llamado también base. Se puede por ejemplo elegir medir la base en el punto VL de control de la visión de lejos. Se define así por la elección de un par (adición, base) un conjunto o juego de caras delanteras esféricas para lentes multifocales progresivas. Habitualmente, se pueden definir así 5 valores de bases y 12 valores de adiciones, o sea sesenta caras delanteras. En cada una de las bases, se realiza una optimización para una potencia dada. Este método conocido permite, a partir de lentes semiacabadas, de las que sólo se conforma la cara delantera, preparar lentes adaptadas para cada usuario, por mecanización simple de una cara trasera esférica o tórica.

50 Así, las lentes multifocales progresivas incluyen habitualmente una cara delantera esférica, que es la cara opuesta al portador de las gafas, y una cara trasera esférica o tórica, dirigida hacia el portador de las gafas. Esta cara esférica o tórica permite adaptar la lente a la ametropía del usuario, de modo que una lente multifocal progresiva no está definida generalmente más que por la superficie compleja de su cara esférica. Como es bien sabido, una superficie esférica está definida generalmente por la altitud de todos sus puntos. Una lente multifocal progresiva puede así ser definida, en cualquier punto de su superficie compleja, por características geométricas que comprenden un valor de esfera media y un valor de cilindro; estas características superficiales de esfera y de cilindro estarán definidas de forma más detallada más adelante.

55 En caracterización geométrica, los puntos sobre la superficie compleja de la lente están referenciados con respecto a una

referencia ortonormal (X, Y, Z) unida a la cara delantera de la lente y que tiene por origen el centro geométrico (0, 0) de la lente. Por convención, el eje X se extiende horizontalmente y el eje Y se extiende verticalmente cuando se considera la lente en las condiciones del uso. El eje Z es normal a la cara delantera de la lente y permite referenciar la altitud de cada punto de la superficie compleja. La meridiana principal de progresión es confundida generalmente con el eje Y en la parte alta de la lente – en la zona de visión de lejos – y puede presentar una convergencia nasal en la parte baja de la lente – en la zona de visión de cerca.

Por otra parte, una lente multifocal progresiva también puede ser definida por características ópticas que toman en consideración la situación del portador de las lentes. En efecto, las leyes de la óptica de los trazados de rayos implican la aparición de defectos ópticos cuando los rayos se desvían del eje central de cualquier lente. Se tiene interés clásicamente en las aberraciones llamadas defecto de potencia y defecto de astigmatismo. Estas aberraciones han sido ya bien identificadas en la técnica anterior y se han propuesto mejoras. Por ejemplo, el documento WO-A-98 12590 describe un método de determinación por optimización de un juego de lentes oftálmicas multifocales progresivas. Este documento propone definir el juego de lentes considerando las características ópticas de las lentes y principalmente la potencia del portador y el astigmatismo oblicuo, en las condiciones de uso. La lente es optimizada por trazado de rayos, a partir de las condiciones de uso y del espacio objeto considerado.

El documento FR-A-2.489.971 describe una lente multifocal progresiva sobre la que son reducidas las aberraciones laterales en la zona de progresión. Este documento propone una lente que presenta superficies esféricas en visión de lejos y en visión de cerca conectadas por al menos dos líneas umbilicales casi-equidistantes de la meridiana principal de progresión. La superficie progresiva central es entonces construida limitando el cilindro a 0,25 dioptrías, estando conectada esta superficie central con continuidad en los planos tangentes de las zonas de visión de lejos y de visión de cerca. Las superficies laterales son entonces construidas respetando condiciones de conexión continua con el plano tangente de la superficie del canal y de las zonas de visión de lejos y de visión de cerca.

El documento WO 2004/070426 describe una lente multifocal progresiva cuyas derivaciones prismáticas horizontales son controladas a lo largo de la meridiana principal de progresión. En particular, le potencia de refringencia prismática horizontal varía progresivamente a lo largo de la meridiana independientemente de la progresión de potencia esférica. Tal lente permite aportar un mejor confort a los usuarios miopes. Este documento se concentra sobre el control de la meridiana de la lente, siendo entonces las zonas periféricas optimizadas según cualquier método conocido.

El invento propone un procedimiento de determinación de una superficie compleja de una lente oftálmica progresiva puesto en práctica por ordenador, comprendiendo el procedimiento las etapas consistentes en:

- elegir una superficie compleja de partida que presenta una meridiana principal de progresión con una adición de potencia entre un punto de referencia en visión de lejos y un punto de referencia en visión de cerca;
- seleccionar una banda central que incluye la meridiana principal de progresión;
- reproducir la banda central seleccionada a una y otra parte de la meridiana principal de progresión;
- construir la superficie compleja de la lente reproduciendo sucesivamente bandas seleccionadas hacia la periferia de la lente.

Según un modo de realización, el procedimiento comprende además una etapa que consiste en:

- transformar la superficie compleja de partida con un primer operador de transformación,

comprendiendo entonces la etapa de construcción de la superficie compleja las etapas consistentes en:

- construir una superficie compleja periódica o casi-periódica reproduciendo sucesivamente bandas seleccionadas sobre una superficie correspondiente a la superficie de partida menos la superficie de partida transformada; y
- añadir a esta superficie compleja periódica o casi-periódica una superficie de partida transformada con un segundo operador de transformación.

Según los modos de realización, el primer operador de transformación anula el valor de esfera en el punto de control en visión de lejos o reduce el valor de esfera en el punto de control en visión de cerca. El segundo operador de transformación puede ser idéntico al primer operador de transformación.

Según los modos de realización, la etapa de reproducción de una banda seleccionada consiste en yuxtaponer la banda seleccionada o en hacer simétrica la banda seleccionada.

Según un modo de realización, la etapa de construcción de la superficie compleja de la lente comprende además una etapa que consiste en trasladar una banda central agrandada o disminuida para yuxtaponerla a las bandas construidas.

Otras ventajas y características del invento aparecerán con la lectura de la descripción siguiente de los modos de realización del invento, dados a título de ejemplo y con referencia a los dibujos que muestran:

- La fig. 1, un esquema de principio de un primer modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja según el invento;
- La fig. 2, un esquema de principio de un segundo modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja según el invento;
- 5 La fig. 3, un gráfico que ilustra la construcción de una red cuasi-periódica simétrica;
- La fig. 4, un gráfico que ilustra la construcción de una red cuasi-periódica yuxtapuesta;
- La fig. 5, un esquema que ilustra la descomposición de una superficie compleja en dos capas de las que una es esférica;
- La fig. 6, un esquema de principio de un tercer modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja según el invento;
- 10 La fig. 7, un esquema que ilustra la selección de la banda central en una variante del tercer modo de realización del procedimiento según el invento;
- La fig. 8, un esquema de principio que ilustra la construcción de la superficie compleja a partir de la banda central de la fig. 7;
- La fig. 9, una representación tridimensional de la superficie progresiva obtenida por la periodización de una banda central según el esquema de la fig. 1;
- 15 La fig. 10, una representación tridimensional de la superficie progresiva obtenida por la periodización de una banda central declinada según el esquema de la fig. 1;
- La fig. 11, un gráfico de las curvaturas principales y de la esfera sobre la meridiana de una lente según un primer ejemplo de realización del invento;
- 20 Las figs. 12 y 13, mapas de esfera y de cilindro respectivamente de la lente de la fig. 11;
- La fig. 14, un gráfico de potencia óptica de portador a lo largo de la meridiana de la lente según el primer ejemplo de realización del invento;
- La fig. 15, un gráfico de potencia óptica de portador a lo largo de la meridiana de la lente de referencia utilizada para seleccionar la banda central a periodizar para definir la lente de las figs. 11 a 14;
- 25 Las figs. 16 y 17, mapas de potencia óptica de portador respectivamente de la lente según el primer ejemplo del invento y de la lente de referencia;
- Las figs. 18 y 19, mapas de astigmatismo que resultan respectivamente sobre la lente según el primer ejemplo del invento y sobre la lente de referencia;
- Las figs. 20 y 21, mapas de desviaciones prismáticas horizontales respectivamente para la lente según el primer ejemplo del invento y para la lente de referencia;
- 30 Las figs. 22 y 23, mapas de grosor del cristal respectivamente de la lente según el invento y de la lente de referencia;
- Las figs. 24 y 25, gráficos de las curvaturas principales y de la esfera sobre la meridiana de una lente respectivamente según un segundo ejemplo de realización del invento y para una lente de referencia;
- Las figs. 26 y 27, mapas de esfera respectivamente para las lentes de las figs. 24 y 25;
- 35 Las figs. 28 y 29, mapas de cilindro respectivamente para las lentes de las figs. 24 y 25;
- Las figs. 30 y 31, gráficos de potencia óptica de portador a lo largo de la meridiana de una lente respectivamente según un segundo ejemplo de realización del invento y para una lente de referencia;
- Las figs. 32 y 33, mapas de potencia óptica de portador respectivamente de la lente según el segundo ejemplo del invento y de la lente de referencia;
- 40 Las figs. 34 y 35, mapas de astigmatismo resultante respectivamente sobre la lente según el segundo ejemplo del invento y sobre la lente de referencia;
- Las figs. 36 y 37, mapas de desviaciones prismáticas horizontales respectivamente para la lente según el segundo ejemplo del invento y para la lente de referencia;
- Las figs. 38 y 39, mapas de grosor del cristal respectivamente de la lente según el invento y de la lente de referencia.

En lo que sigue de la siguiente descripción, se considera, para simplicidad de la exposición, una primera cara de la lente como la cara delantera, opuesta al portador, y una segunda cara de la lente como la cara trasera, dirigida hacia el portador.

- 5 Se recuerda que en cualquier punto de una superficie compleja, se pueden definir las curvaturas principales C_1 y C_2 reducidas al índice óptico definidas como:

$$C_1 = \frac{n-1}{R_1}$$

$$C_2 = \frac{n-1}{R_2}$$

dónde R_1 y R_2 son los radios de curvatura máximo y mínimo locales expresados en metros, y n el índice del material que constituye la lente.

- 10 Se puede definir entonces, en cualquier punto de la superficie compleja, una esfera media Sph dada por la fórmula:

$$Sph = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

También se define un cilindro Cyl, dado por la fórmula:

$$Cyl = |C_1 - C_2|$$

- 15 Las características de una superficie compleja sobre cada cara de la lente pueden así ser expresadas con la ayuda de la esfera media y del cilindro.

Como se ha mencionado anteriormente, una lente multifocal progresiva puede ser definida, independientemente de su o de sus superficies complejas, por características ópticas, a saber una potencia y un astigmatismo, en las condiciones del uso.

- 20 Para cada dirección de la mirada (α, β), se puede definir una potencia de portador y un astigmatismo resultante. Se podrá hacer referencia por ejemplo a las definiciones dadas por Thierry Baudart, en la publicación «PAL análisis de prestaciones para prescripción tórica», Vision Science and its applications, Santa-Fe New Mexico, Feb. 1996 Technical Digest serie Vol. 1. Para una dirección de la mirada, se considera un punto M objeto situado a una distancia del objeto dado. Se determinan los puntos S y T entre los que se forma la imagen del objeto. La proximidad de imagen PI es entonces dada por

$$25 \quad PI = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

mientras que la proximidad del objeto PO es la inversa de la distancia entre el punto M y el punto J de la esfera de los vértices o partes superiores. La potencia es definida por la suma de las proximidades de objeto y de imagen, o sea

$$P = PO + PI = \frac{1}{MJ} + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{JT} + \frac{1}{JS} \right)$$

La amplitud del astigmatismo es proporcionada por

$$30 \quad A = \left| \frac{1}{JT} - \frac{1}{JS} \right|$$

La potencia y el astigmatismo pueden ser medidos experimentalmente sobre la lente utilizando un frontofocómetro; también pueden ser calculados por trazado de rayos en las condiciones del uso.

- 35 El invento propone una lente oftálmica multifocal progresiva que presenta una superficie compleja periódica o cuasi-periódica. En particular, la superficie compleja de la lente según el invento presenta una red horizontal de bandas, entendiéndose la dirección horizontal como la dirección del eje X en la referencia ortonormal de la lente definida más arriba. La red es llamada horizontal porque las bandas de la superficie compleja se suceden según el eje X, extendiéndose cada banda sobre toda la altura de la lente. Las bandas de la red no son necesariamente paralelas al eje Y de la lentilla, o al menos no son necesariamente paralelas al eje Y en toda su altura. Las bandas de la superficie compleja de la lente constituyen una red porque presentan valores similares de ciertos parámetros. En particular, al menos una cantidad geométrica de la superficie es sensiblemente igual de una banda a la otra de la red a una altura
- 40

dada; es decir, que para un punto Y dado, al menos una cantidad geométrica sigue siendo sensiblemente la misma para todas las bandas de la red.

5 Esta cantidad geométrica reproducida de una banda a la otra de la red puede ser, por ejemplo, los valores de esfera o de cilindro, las variaciones horizontales o verticales – las derivadas horizontales o verticales – de esfera o de cilindro, los valores de altitudes de los puntos, las derivadas horizontales o verticales de la altitud, o una combinación de estas cantidades. Por ejemplo, la esfera puede ser sensiblemente constante en X sobre toda la superficie compleja de la lente y el cilindro puede ser sensiblemente nulo sobre toda la superficie compleja de la lente.

10 La red horizontal de bandas de la superficie compleja puede ser una red periódica – cada banda tiene la misma anchura – o una red cuasi-periódica – las bandas tienen una anchura variable. En particular, en el caso de una red cuasi-periódica, la anchura de las bandas podrá aumentar desde el centro de la lente hacia la periferia de la lente.

15 Tal superficie compleja puede ser obtenida por una construcción particular consistente en reproducir periódicamente o cuasi-periódicamente una banda central seleccionada alrededor de la meridiana sobre una superficie compleja de partida. Esta banda central podrá ser seleccionada en el canal umbilical de la superficie de partida, es decir en la zona dónde el cilindro es pequeño o casi nulo. La superficie compleja así construida presenta un cilindro limitado sobre el conjunto de la superficie aportando al mismo tiempo la adición de potencia requerida. La superficie de partida puede ser elegida en función de diferentes criterios respetados en la zona central. Por ejemplo, una longitud de progresión, una meridiana de progresión sensiblemente umbilical, un valor límite de cilindro en el canal umbilical, una variación progresiva de la potencia de refringencia prismática horizontal a lo largo de la meridiana principal de progresión, u otra.

20 La fig. 1 ilustra esquemáticamente un primer modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja de una lente oftálmica progresiva según el invento.

25 La fig. 1 muestra a la izquierda la lente de partida esquematizada con una meridiana principal de progresión vertical y un corredor umbilical delimitado por dos líneas de iso-cilindro. Normalmente, el valor de las líneas de iso-cilindro que delimita el corredor central de una lente oftálmica es de 0,25 dioptrías, pero se entiende que pueden considerarse otros valores de cilindro. Una banda central 10 es entonces seleccionada, centrada sobre la meridiana principal de progresión. Esta banda central 10 es elegida con una anchura limitada con el fin de limitar el valor de cilindro y para limitar las discontinuidades ópticas durante la periodización de la superficie. La banda central también debe ser elegida con una anchura mínima para evitar cualquier difracción de luz inducida por la periodicidad de la red y para permitir una fabricación de la superficie con técnicas de moldeo o de transferencia. Una anchura de la banda central 10 comprendida entre aproximadamente 0,1 mm y aproximadamente 10 mm es apropiada para responder a las tensiones mencionadas anteriormente.

30 La fig. 1 muestra a la derecha la lente según el invento esquematizada con la meridiana principal de progresión vertical, la banda central (gris) y la red horizontal de bandas obtenida por una periodización de la banda central. La banda central ha sido reproducida en primer lugar a una y otra parte de la meridiana principal de progresión; luego cada banda así reproducida ha sido seleccionada y reproducida ella misma hacia la periferia de la lente. Esta reproducción de banda puede consistir en hacer simétrica la banda con la línea de conexión que sirve de eje de simetría, como se ha ilustrado en la fig. 1, o en yuxtaponer las bandas lado a lado. La reproducción de las bandas por simetría permite conservar la continuidad de la superficie en Z, pero no puede ser puesta en práctica más que si la banda central es vertical, es decir si la meridiana principal de progresión es vertical sobre toda la altura de la lente de partida. Si la meridiana principal de progresión presenta una convergencia, como se ha descrito en el documento FR-A-2 683 642, la banda central será curva y la reproducción por simetría no será posible; las bandas seleccionadas serán entonces yuxtapuestas lado a lado.

La fig. 2 ilustra esquemáticamente un segundo modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja de una lente oftálmica progresiva según el invento. Según este segundo modo de realización, la red horizontal de bandas de la superficie compleja a construir es cuasi-periódica.

45 La fig. 2 muestra, en su parte alta, la lente de partida esquematizada con una meridiana principal de progresión vertical y un corredor umbilical delimitado por dos líneas de iso-cilindro. Una banda central 10 es seleccionada, centrada sobre la meridiana principal de progresión. Esta banda central 10 es reproducida a una y otra parte de la meridiana aunque la figura no ilustra la reproducción de la banda central más que de un lado. Según el modo de realización ilustrado en la fig. 2, la banda seleccionada es reproducida por simetría, pero se entiende que una reproducción por yuxtaposición podría ser considerada.

50 La fig. 2 muestra, en el centro, una etapa de translación según el eje horizontal que consiste en yuxtaponer a las bandas construidas una banda central ensanchada.

La fig. 2 muestra finalmente, en su parte baja, la repetición de la etapa de reproducción por simetría de una banda seleccionada aún ensanchada; el paso de la red aumenta por tanto desde el centro hacia la periferia de la lente; la red es cuasi-periódica.

55 Se puede generalizar la construcción de una superficie periódica o cuasi-periódica de la siguiente manera.

Sea $z = S(x,y)$ la ecuación de la superficie compleja de partida – o superficie de referencia; y sea $z = T(x,y)$, la ecuación de la nueva superficie compleja cuasi-periódica. Para construir $T(x,y)$, se puede proceder como sigue.

Se considera una secuencia $(x_i)_{i=1,\dots}$ de números alternados con $x_i > 0$ si i es impar, y $x_i < 0$ si i es par, y se plantea $x_0 = 0$. Supongamos que $|x_i| >$ constante independiente de i .

5 Se establece $\xi_0 = X_0$

$$\xi_{i+1} = \xi_i + |x_{i+1} - x_i|$$

$(\xi_i)_{i=0,\dots}$ así definido forma una sucesión positiva estrictamente creciente.

Se pueden definir entonces dos curvas en $x (>0)$:

$$\begin{aligned} X_{\text{quasi_periódique_1}}(x) &= x_{i[x]} + (x - \xi_{i[x]}) && \text{si } i[x] \text{ es par} \\ &= x_{i[x]} - (x - \xi_{i[x]}) && \text{si } i[x] \text{ es impar} \\ X_{\text{quasi_periódique_2}}(x) &= x_{i[x]} + (x - \xi_{i[x]}) && \text{si } i[x] \text{ es par} \\ &= x_{i[x]+1} - (x - \xi_{i[x]}) && \text{si } i[x] \text{ es impar} \end{aligned}$$

15 Las figs. 3 y 4 ilustran gráficamente el procedimiento de construcción de estas dos curvas. Para las $x < 0$, estas dos curvas se construyen de manera similar. Se observa que la primera curva (fig. 3) es continua mientras que la segunda curva (fig. 4) es discontinua.

En efecto, la primera curva (fig. 3) corresponde a un método de periodización por simetría. Una superficie compleja cuasi-periódica es así definida por la relación $z = T(x,y) = S(X_{\text{quasi_periódique_1}}(x), y)$; siendo continua esta superficie sobre los ejes de ecuación $x = \xi_i$.

20 Por ejemplo, si las $|x_i|$ son constantes con $|x_i| = \sin \text{red}/2$ para $i=1,\dots$ se obtiene entonces una superficie compleja tal como se ha descrito en referencia a la fig. 1 con una red de bandas periódica. Si las $|x_i|$ son crecientes se obtiene un ensanchamiento de las bandas cuando se aleja del eje $x=0$ y se obtiene entonces una superficie compleja tal como se ha descrito en referencia a la fig. 2 con una red de bandas cuasi-periódica.

25 Por otra parte, la segunda curva (fig. 4) corresponde a un método de periodización por yuxtaposición. Una superficie compleja cuasi-periódica es así definida por la relación $z = T(x,y) = S(X_{\text{quasi_periódique_2}}(x), y)$; siendo esta superficie generalmente discontinua sobre los eje de la ecuación $x = \xi_i$.

Por ejemplo, si las $|x_i|$ son constantes con $|x_i| = \sin \text{red}/2$ para $i=1,\dots$ se obtiene entonces una superficie compleja periódica con bandas de igual tamaño yuxtapuestas. Si las $|x_i|$ son crecientes se obtiene un ensanchamiento de las bandas cuando se aleja del eje $x=0$ y se obtiene entonces una superficie compleja tal como se ha descrito en referencia a la fig. 2 con una red de bandas cuasi-periódica.

30 Las ecuaciones definidas anteriormente para definir la superficie compleja periodizada siguen siendo válidas cuando la meridiana no es vertical y la banda central seleccionada no es vertical.

Se plantea $x = \delta(y)$ la ecuación de la meridiana; se pueden efectuar entonces los dos mismos tipos de periodización por simetría y por yuxtaposición más que en el caso de una meridiana vertical, planteando:

$$\begin{aligned} T(x,y) &= S(X_{\text{quasi_periódique_1}}(x - \delta(y)) + \delta(y), y) \\ 35 \quad T(x,y) &= S(X_{\text{quasi_periódique_2}}(x - \delta(y)) + \delta(y), y) \end{aligned}$$

Las figs. 5 y 6 ilustran esquemáticamente un tercer modo de realización del procedimiento de determinación de una superficie compleja de una lente oftálmica progresiva según el invento.

40 Este tercer modo de realización es una generalización del procedimiento de construcción de la superficie compleja en red según el invento en el caso en el que se considera la superficie de partida en coordenadas no cartesianas (α, β) , coordenadas esféricas por ejemplo. En este modo de realización se podrá utilizar el procedimiento de periodización – o cuasi-periodización – sobre una de las coordenadas α o β o sobre una función numérica $\epsilon(\alpha, \beta)$ de estas dos coordenadas, interviniendo en la ecuación de la superficie de referencia.

Se coloca uno por ejemplo en un sistema de coordenadas (α, β) que puede ser diferente del sistema cartesiano (x, y) y se descompone la ecuación de la superficie progresiva de partida en este sistema de coordenadas como sigue:

$$45 \quad S(\alpha, \beta) = S_0(\alpha, \beta) + \epsilon(\alpha, \beta)N_0(\alpha, \beta)$$

Donde $S_0(\alpha, \beta)$ es la ecuación de una superficie sobre la que se apoya la superficie progresiva,

$N_0(\alpha, \beta)$ es la normal de esta superficie en el punto (α, β) . Esta superficie de apoyo puede ser por ejemplo una esfera, y

$\varepsilon(\alpha, \beta)$ el resto. Este resto puede ser simétrico con relación al eje $\alpha=0$ pero esto no es una restricción.

La fig. 5 ilustra tal modelización de una superficie compleja.

- 5 El procedimiento de construcción de la superficie compleja periodizada consiste entonces en aplicar la periodización - o cuasi-periodización - a este resto.

$$\varepsilon(\alpha, \beta) \rightarrow \varepsilon(\alpha_{\text{quasi_périodique}}(\alpha), \beta)$$

La ecuación *quasi_périodique* considerada para este modo de realización puede ser la ecuación *quasi_périodique_1* o *quasi_périodique_2* definida más arriba en referencia a las figs. 3 y 4.

- 10 Se define entonces la superficie compleja cuasi-periódica construida $T(\alpha, \beta)$ por la relación:

$$T(\alpha, \beta) = S_0(\alpha, \beta) + \varepsilon(\alpha_{\text{quasi_périodique}}(\alpha), \beta) N_0(\alpha, \beta)$$

La ecuación definida anteriormente sigue siendo válida cuando la meridiana no se confunde con el eje $\alpha=0$.

Se plantea entonces $\alpha=\delta(\beta)$ la ecuación de la meridiana y la superficie compleja cuasi-periódica $T(\alpha, \beta)$ construida es entonces definida como:

15
$$T(\alpha, \beta) = S_0(\alpha, \beta) + \varepsilon(\alpha_{\text{quasi_périodique}}(\alpha - \delta(\beta)) + \delta(\beta), \beta) N_0(\alpha, \beta)$$

La fig. 6 ilustra la periodización de la superficie compleja en un sistema de coordenadas esféricas. Las bandas de la red son paralelas si se coloca en geometría curva.

- 20 Las figs. 7 y 8 ilustran esquemáticamente una variante de este tercer modo de realización del procedimiento de construcción de la superficie compleja en red según el invento en el caso en que se considera la superficie de partida en coordenadas no cartesianas. En esta variante, se coloca uno en coordenadas cilíndricas (r, θ) y se utiliza el procedimiento de periodización - o cuasi-periodización - sobre la variable θ .

La fig. 7 muestra la banda central 10 de la superficie de partida y la fig. 8 muestra la superficie periodizada S' construida con la función de periodización siguiente:

$$S'(r, \theta) = S(r \sin(\theta), y_0 + r \cos(\theta))$$

- 25 Con S la superficie de partida cuyo vértice o parte superior $(0, y_0)$ está situado fuera de la zona en que se encuentra definida la superficie S . En el caso en que el vértice es rechazado al infinito, se encuentra el primer modo de realización tal como se ha ilustrado en la fig. 1.

- 30 Si la superficie de origen S es simétrica según la vertical, esta variante del tercer modo de realización asegura que la superficie final S' conservará su carácter continuo. Por otra parte, se pueden también utilizar los diferentes procedimientos de cuasi-periodización sobre la variable angular θ .

- 35 La fig. 9 muestra la forma de la superficie compleja construida con el procedimiento del invento según el modo de realización descrito en la fig. 1. Tal superficie no es muy estética e induce grosores en los bordes que hacen difícil el montaje de la lente en la montura. Para paliar este inconveniente, se ha propuesto transformar la superficie compleja de partida antes de proceder a la etapa de periodización. Esta transformación puede ser una declinación de la superficie a fin de anular la esfera en el punto de control en visión de lejos VL y disponer de una superficie compleja progresiva plana en visión de lejos y que presenta como valor de esfera en el punto de control en visión de cerca VP la adición A prescrita. Tal método de declinación de una superficie compleja está descrito en el documento US-A-6 955 433. La transformación de la superficie de partida puede también consistir en una reducción del valor de esfera en visión de cerca, conservando al mismo tiempo el mismo valor de esfera en visión de lejos VL. La banda seleccionada para periodizar la superficie de
- 40 partida presentará entonces una adición de potencia menor a lo largo de la meridiana.

El procedimiento de construcción por periodización o cuasi-periodización de una banda central seleccionada, tal como se ha descrito más arriba, es entonces conducido con una banda central seleccionada sobre una superficie compleja correspondiente a la superficie de partida menos la superficie de partida transformada.

- 45 Una vez la superficie compleja periodizada así construida, la esfera retirada en la superficie de partida es vuelta a añadir a fin de disponer de una superficie compleja final que tenga los valores requeridos de esfera en visión de lejos y en visión de cerca.

Con tal procedimiento de declinación asociado al procedimiento de periodización, se obtiene una superficie compleja tal como se ha ilustrado en la fig. 10 que responde mejor a las tensiones de una superficie de lente oftálmica.

Tal construcción de la superficie compleja según el invento puede ser formalizada de la manera siguiente:

Sea S la superficie de partida y T la superficie compleja final construida.

$$T = \text{Transf}_1(S) + P(S - \text{Transf}_2(S))$$

Con Transf_1 y Transf_2 los operadores de transformación de superficie.

5 Y con P uno de los operadores de periodización tales como se ha definido más arriba;

$$\begin{aligned} X_{\text{quasi_periódique_1}}(X) &= X_{|X|} + (X - \xi_{|X|}) \text{ si } i[X] \text{ es par} \\ &= X_{|X|} - (X - \xi_{|X|}) \text{ si } i[X] \text{ es impar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{\text{quasi_periódique_2}}(X) &= X_{|X|} + (X - \xi_{|X|}) \text{ si } i[X] \text{ es par} \\ &= X_{|X|+1} - (X - \xi_{|X|}) \text{ si } i[X] \text{ es impar} \end{aligned}$$

10 En general, se tendrá $\text{Transf}_1 = \text{Transf}_2$ a fin de volver a encontrar sobre la superficie final la prescripción de la superficie de partida.

Las figs. 11 y 13 ilustran una superficie compleja de una lente según un primer ejemplo del invento. La superficie compleja final es obtenida por el procedimiento de periodización ilustrado en la fig. 1 con un paso de red de 2 mm. La superficie compleja de la lente de partida ha sido transformada para anular la esfera en el punto de control en visión de lejos VL y disponer de una superficie compleja progresiva plana en visión de lejos para efectuar la periodización de superficie. La lente de este primer ejemplo presenta una prescripción de adición de potencia de +1,25D.

15

La fig. 11 muestra un diagrama de las curvaturas principales y de la esfera sobre la meridiana de una cara delantera de una lente según un primer ejemplo del invento. Los puntos sobre la superficie compleja de la lente están referenciados en la fig. 11 como en las figs. 12 y 13 con relación a una referencia ortonormal, que tiene por origen el centro geométrico (0, 0) de la lente y cuyo eje de ordenadas es vertical y el eje de abscisas horizontal. En la fig. 11 se ha llevado sobre el eje de las abscisas la curvatura o la esfera en dioptrías; sobre el eje de las ordenadas está referenciada la posición sobre la meridiana de la lente, en milímetros. La fig. 11 muestra, en la ordenada $y = 4$ mm, una referencia designada como la cruz de montaje CM de la lente; se trata de un punto de centrado materializado sobre la lente que es utilizado por el óptico para el montaje de la lente en la montura y que corresponde a la dirección principal de la mirada en las condiciones de uso. La cruz de montaje puede ser referenciada por un punto materializado sobre la lente, antes del montaje en la montura, por una cruz o cualquier otra marca tal como un punto rodeado de un círculo trazado sobre la lente, o por cualquier otro medio apropiado. En la fig. 11 están también transportadas una referencia que indica el punto de control en visión de lejos VL, en la ordenada $y = 8$ mm, y una referencia que indica el punto de control en visión de cerca VP, en la ordenada $y = -10$ mm.

20

La fig. 11 muestra en trazo continuo la esfera media y en trazos discontinuos las curvaturas principales $C_1 = (n-1)/R_1$ y $C_2 = (n-1)/R_2$ sobre la meridiana. Los valores están desplazados en cero en el origen, donde la esfera media vale en realidad 4,39 dioptrías. Se comprueba que el trazo continuo y los trazos discontinuos se confunden - lo que es representativo de un cilindro nulo sobre la meridiana de la superficie compleja de la lente.

30

La fig. 12 muestra un mapa de esfera media de la cara delantera de la lente de la fig. 11; como es habitual, se han llevado a la fig. 12, en una referencia ortonormal, las líneas de iso-esfera; estas líneas están formadas por los puntos que presentan un mismo valor de la esfera media. En la fig. 12 están representadas las líneas de iso-esfera de 0 dioptrías a 1,25 dioptrías con un paso de 0,25 dioptrías. La fig. 12 muestra bien la periodización de la superficie compleja de la lente. Se pueden identificar claramente bandas verticales adyacentes que forman una red horizontal a partir de la repetición de los gradientes horizontales de esfera (ΔSph_x). En particular en el ejemplo ilustrado, el valor de esfera queda sensiblemente constante sobre un eje horizontal.

35

La fig. 13 muestra una parte del cilindro de la cara delantera de la lente de la fig. 11. Se observa en la fig. 13 que el cilindro es casi nulo - inferior a 0,25 dioptrías - sobre el conjunto de la superficie compleja periodizada. Se ha construido así una superficie compleja progresiva con un cilindro no perceptible por el portador sobre el conjunto de la superficie.

40

Las figs. 14 a 21 ilustran las características ópticas de la lente de este primer ejemplo por comparación con una lente de referencia utilizada para definir la superficie compleja de partida. Estas figs. muestran las lentes que incluyen un prisma de $0,86^\circ$ de base geométrica orientada a 270° en la referencia TABO. El plano del cristal está inclinado con relación a la vertical en 8° (ángulo pantoscópico). Se ha considerado una distancia cristal-ojo de 27 mm para las medidas ópticas sobre las lentes de las figs. 14 a 21.

45

Las figs. 14 y 15 muestran gráficos de la potencia óptica del portador a lo largo de la meridiana, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia; se han llevado en coordenadas el ángulo β de elevación de la mirada y en abscisas la potencia en dioptrías. Se han transportado en trazos las potencias ópticas mínima y máxima T, S

50

y en trazo continuo la potencia óptica P.

5 Se puede observar en las figs. 14 y 15 una potencia óptica del portador sensiblemente constante alrededor del punto de control en visión de lejos VL, una potencia óptica del portador sensiblemente constante alrededor del punto de control en visión de cerca VP y una progresión regular de la potencia a lo largo de la meridiana. Se observará que la progresión de potencia óptica del portador (1,4 dioptrías) es superior a la adición de potencia A prescrita (1,25 dioptrías). Esta diferencia de valor de potencia es debida a los efectos oblicuos.

Se observa sobre todo la similitud entre los gráficos de las figs. 14 y 15. La lente del invento presenta por tanto una meridiana principal de progresión idéntica a la de la lente de referencia; la adición de potencia es por tanto bien alcanzada sobre la lente del invento.

10 Las figs. 16 y 17 muestran las líneas de nivel de la potencia óptica del portador definida en una dirección de la mirada y para un punto objeto, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Como es habitual, se han llevado en las figs. 16 y 17, en una referencia en coordenadas esféricas, las líneas de isopotencia; estas líneas están formadas por puntos que presentan un mismo valor de la potencia óptica P. Se han representado las líneas de isopotencia de 0,25 dioptrías a 1,75 dioptrías.

15 Se observa que la lente según el invento presenta una repartición de potencia horizontal sensiblemente constante con relación a la lente de partida. Se pueden también identificar bandas sobre la lente a partir de la repetición de los gradientes horizontales de potencia.

20 Las figs. 18 y 19 muestran las líneas de nivel de la amplitud del astigmatismo oblicuo al uso, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Como ya es habitual, se han llevado en las figs. 18 y 19 en una referencia en coordenadas esféricas, las líneas de iso-astigmatismo, estas líneas están formadas por puntos que presentan un mismo valor de la amplitud de astigmatismo tal como se ha definido precedentemente. Se han representado las líneas de iso-astigmatismo de 0,25 dioptrías a 1,25 dioptrías.

25 Se observa que el astigmatismo ha desaparecido casi de la lente según el invento. El astigmatismo residual de la fig. 18 en la periferia de la lente según el invento es debido al hecho de que los rayos no llegan perpendicularmente a la superficie del cristal; este astigmatismo residual es debido a los efectos oblicuos de los rayos luminosos y puede ser corregido por optimización de la cara opuesta de la superficie opuesta a la cara que lleva la superficie periodizada. La lente del invento proporciona por tanto al portador un mejor confort en visión periférica.

Las figs. 20 y 21 muestran las líneas de nivel de las desviaciones prismáticas horizontales al uso, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia.

30 Se observa que las desviaciones prismáticas horizontales han desaparecido casi sobre la lente del invento con relación a la lente de referencia. La lente del invento proporciona por tanto al portador un mejor confort en visión periférica.

Las figs. 22 y 23 muestran el grosor del cristal, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Se han llevado sobre las figs. 22 y 23, en una referencia en coordenadas cartesianas, líneas formadas por los puntos que presentan un mismo valor de grosor.

35 El cristal de la lente según el invento presenta un grosor en el centro de 1,0 mm y un grosor en el borde de 0,32 mm. El cristal de la lente de referencia presenta un grosor en el centro de 1,18 mm y un grosor en el borde de 0,3 mm. Se observa que la lente según el invento permite una ganancia de grosor de un 18% en el centro lo que aligera el peso del cristal para el portador.

40 Las figs. 24 a 29 ilustran una superficie compleja de una lente según un segundo ejemplo del invento. La superficie compleja final es obtenida por el procedimiento de periodización ilustrado en la fig. 1 y la superficie compleja de la lente de partida ha sido transformada para reducir el valor de esfera en el punto de control en visión de cerca VP conservando al mismo tiempo el valor de esfera en visión de lejos VL y así disponer de una superficie compleja progresiva que tiene una adición de potencia reducida - de 0,5D en este ejemplo - a lo largo de la meridiana para efectuar la periodización de superficie. La lente de este segundo ejemplo presenta una prescripción de adición de potencia de +1,25D.

45 Las figs. 24 y 25 muestran, respectivamente, para la lente según el segundo ejemplo del invento y para la lente de referencia, un diagrama de las curvaturas principales y de la esfera sobre la meridiana de una cara delantera de la lente. Los puntos sobre la superficie compleja de la lente están referenciados con relación a una referencia ortonormal, que tiene por origen el centro geométrico (0, 0) de la lente y cuyo eje de ordenadas es vertical y el eje de abscisas horizontal. Se ha llevado sobre el eje de abscisas la curvatura o la esfera en dioptrías; sobre el eje de ordenadas está referenciada la posición sobre la meridiana de la lente, en milímetros. Las figs. 24 y 25 muestran, en la ordenada $y = 4$ mm, una referencia designada como la cruz de montaje CM de la lente, una referencia que indica el punto de control en visión de lejos VL, en la ordenada $y = 8$ mm, y una referencia que indica el punto de control en visión de cerca VP, en la ordenada $y = -10$ mm.

Las figs. 24 y 25 muestran en trazo continuo la esfera media y en trazos discontinuos las curvaturas principales $C_1 = (n-$

$1/R_1$ y $C_2 = (n-1)/R_2$ sobre la meridiana. Los valores están desplazados en cero en el origen, en que la esfera media vale en realidad 4,26 dioptrías. Se comprueba que el trazo continuo y los trazos discontinuos se confunden - lo que es representativo de un cilindro nulo sobre la meridiana de la superficie compleja de la lente.

5 Se observa sobre todo la similitud entre los gráficos de las figs. 24 y 25. La lente del invento presenta por tanto una meridiana principal de progresión idéntica a la de la lente de referencia; la adición de potencia es por tanto bien alcanzada sobre la lente del invento.

10 Las figs. 26 y 27 muestran, respectivamente para la lente según el segundo ejemplo del invento y para la lente de referencia, mapas de esfera media de la cara delantera de las lentes de las figs. 24 y 25; como es habitual, se ha llevado en una referencia ortonormal las líneas de iso-esfera; estas líneas están formadas por los puntos que presentan un mismo valor de la esfera media. En las figs. 26 y 27 están representadas las líneas de iso-esfera de 0 dioptrías a 1,25 dioptrías con un paso de 0,25 dioptrías. La fig. 26 muestra también la periodización de la superficie compleja de la lente. Sin embargo, en este segundo ejemplo y contrariamente al primero, el valor de esfera no es constante sobre cada eje horizontal de la superficie. En efecto, el operador de transformación elegido - disminución de la esfera en VP - implica volver a añadir una adición a la superficie periodizada; introduciendo así un gradiente de esfera horizontal no nulo en la red horizontal de bandas construida. Se observa sin embargo que el gradiente de esfera horizontal es menor para la lente del invento (fig. 26) comparada con la lente de referencia (fig. 27).

Las figs. 28 y 29 muestran, respectivamente para la lente según el segundo ejemplo del invento y para la lente de referencia, mapas de cilindro de la cara delantera de las lentes de las figs. 24 y 25.

20 Se observa que el cilindro es netamente menor sobre la superficie de la lente según el invento (fig. 28) comparada con la lente de referencia (fig. 29). Sin embargo, en este segundo ejemplo y contrariamente al primero, el valor de cilindro no es sensiblemente nulo en toda la superficie de la lente según el invento. En efecto, el operador de transformación elegido - disminución de la esfera en VP - implica volver a añadir una adición a la superficie periodizada; introduciendo así un gradiente de cilindro no nulo sobre la superficie compleja construida y por consiguiente del cilindro.

25 Las figs. 30 a 37 ilustran las características ópticas de la lente de este segundo ejemplo por comparación con una lente de referencia utilizada para definir la superficie compleja de partida. Estas figuras muestran lentes que incluyen un prisma de $0,95^\circ$ de base geométrica orientado a 270° en la referencia TABO. El plano del cristal está inclinado con relación a la vertical en 8° (ángulo pantoscópico). Se ha considerado una distancia cristal-ojo de 27 mm para las medidas ópticas sobre las lentes de las figs. 30 a 37.

30 Las figs. 30 y 31 muestran gráficos de la potencia óptica del portador a lo largo de la meridiana, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia; se ha llevado en ordenadas el ángulo β de elevación de la mirada y en abscisas la potencia en dioptrías. Se han representado en trazos las potencias ópticas mínima y máxima T, S y en trazo continuo la potencia óptica P.

35 Se puede observar en las figs. 30 y 31 una potencia óptica de portador sensiblemente constante alrededor del punto de control en visión de lejos VL, una potencia óptica de portador sensiblemente constante alrededor del punto de control en visión de cerca VP y una progresión regular de la potencia a lo largo de la meridiana. Se observará que la progresión de potencia óptica de portador (1,4 dioptrías) es superior a la adición de potencia A prescrita (1,25 dioptrías). Esta diferencia de valor de potencia es debida a los efectos oblicuos.

40 Se observa sobre todo la similitud entre los gráficos de las figs. 30 y 31. La lente del invento presenta por tanto una meridiana principal de progresión idéntica a la de la lente de referencia; la adición de potencia es por tanto alcanzada bien sobre la lente del invento.

45 Las figs. 32 y 33 muestran las líneas de nivel de la potencia óptica de portador definida en una dirección de la mirada y para un punto objeto, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Como es habitual, se han llevado en las figs. 32 y 33, en una referencia en coordenadas esféricas, las líneas de isopotencia; estas líneas están formadas por los puntos que presentan un mismo valor de la potencia óptica P. Se han representado las líneas de isopotencia de 0,25 dioptrías a 1,5 dioptrías.

Se observa que la lente según el invento presenta una repartición de potencia horizontal sensiblemente constante con relación a la lente de partida.

50 Las figs. 34 y 35 muestran las líneas de nivel de la amplitud del astigmatismo óptico oblicuo al uso, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Como es habitual, se ha llevado en las figs. 34 y 35, en una referencia en coordenadas esféricas, las líneas de astigmatismo, estas líneas están formadas por los puntos que presentan un mismo valor de la amplitud de astigmatismo tal como se ha definido precedentemente. Se han representado las líneas de iso-astigmatismo de 0,25 dioptrías a 1,25 dioptrías.

Se observa que el astigmatismo oblicuo ha sido reducido fuertemente sobre la lente del invento. La lente del invento proporciona por tanto al portador un mejor confort en visión periférica.

Las figs. 36 y 37 muestran las líneas de nivel de las desviaciones prismáticas horizontales al uso, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia.

5 Se observa que las desviaciones prismáticas horizontales han sido fuertemente disminuidas sobre la lente del invento con relación a la lente de referencia. La lente del invento proporciona por tanto al portador un mejor confort en visión periférica.

Las figs. 38 y 39 muestran el grosor del vidrio, respectivamente para una lente según el invento y para la lente de referencia. Se han llevado sobre las figs. 38 y 39, en una referencia en coordenadas cartesianas, líneas formadas por los puntos que presentan un mismo valor de grosor.

10 El cristal de la lente según el invento presenta un grosor en el centro de 1,21 mm y un grosor en el borde de 0,30 mm. El cristal de la lente de referencia presenta un grosor en el centro de 1,25 mm y un grosor en el borde de 0,30 mm. Se observa que la lente según el invento permite una ganancia de grosor de 4% en el centro lo que aligera el peso del cristal para el portador.

La lente obtenida por el procedimiento según el invento aporta un confort aumentado al portador reduciendo sustancialmente las aberraciones ópticas de tipo astigmatismo, desviación prismática y distorsión.

15 El invento ha sido descrito en referencia a ejemplos particulares a partir de una superficie compleja de partida dada. Queda entendido que pueden ser utilizadas otras superficies de partida para seleccionar la banda central a reproducir para formar la superficie compleja periodizada o cuasi-periodizada según el invento. Queda igualmente entendido que las misiones de las caras delantera y trasera pueden ser invertidas entre ellas sin salir del marco del invento. El técnico en la materia comprende también fácilmente que la lente en cuestión puede presentar dos superficies complejas periodizadas o cuasi-periodizadas dispuestas sobre dos caras de un mismo cristal o repartidas sobre dos capas de cristal
20 ensambladas para formar una lente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de determinación de una superficie compleja de una lente oftálmica progresiva puesto en práctica por ordenador, comprendiendo el procedimiento las etapas consistentes en:
- 5 - elegir una superficie compleja de partida que presenta una meridiana principal de progresión con una adición de potencia entre un punto de referencia en visión de lejos y un punto de referencia en visión de cerca;
- seleccionar una banda central (10) que incluye la meridiana principal de progresión;
- reproducir la banda central seleccionada (10) a una y otra parte de la meridiana principal de progresión;
- construir la superficie compleja de la lente reproduciendo sucesivamente bandas seleccionadas hacia la periferia de la lente.
- 10 2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además una etapa que consiste en:
- transformar la superficie compleja de partida con un primer operador de transformación, comprendiendo la etapa de construcción de la superficie compleja entonces las etapas consistentes en:
- construir una superficie compleja periódica o cuasi-periódica reproduciendo sucesivamente bandas seleccionadas sobre una superficie correspondiente a la superficie de partida menos la superficie de partida transformada; y
- 15 - añadir a esta superficie compleja periódica o cuasi-periódica una superficie de partida transformada con un segundo operador de transformación.
3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el primer operador de transformación anula el valor de esfera en el punto de control en visión de lejos.
- 20 4. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el primer operador de transformación reduce el valor de esfera en el punto de control en visión de cerca.
5. El procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el primer operador de transformación y el segundo operador de transformación son idénticos.
6. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la etapa de reproducción de una banda seleccionada consiste en yuxtaponer la banda seleccionada.
- 25 7. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la etapa de reproducción de una banda seleccionada consiste en hacer simétrica la banda seleccionada.
8. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la etapa de construcción de la superficie compleja de la lente comprende además una etapa que consiste en trasladar una banda central agrandada o disminuida para yuxtaponerla a las bandas construidas.

30

Figura 1

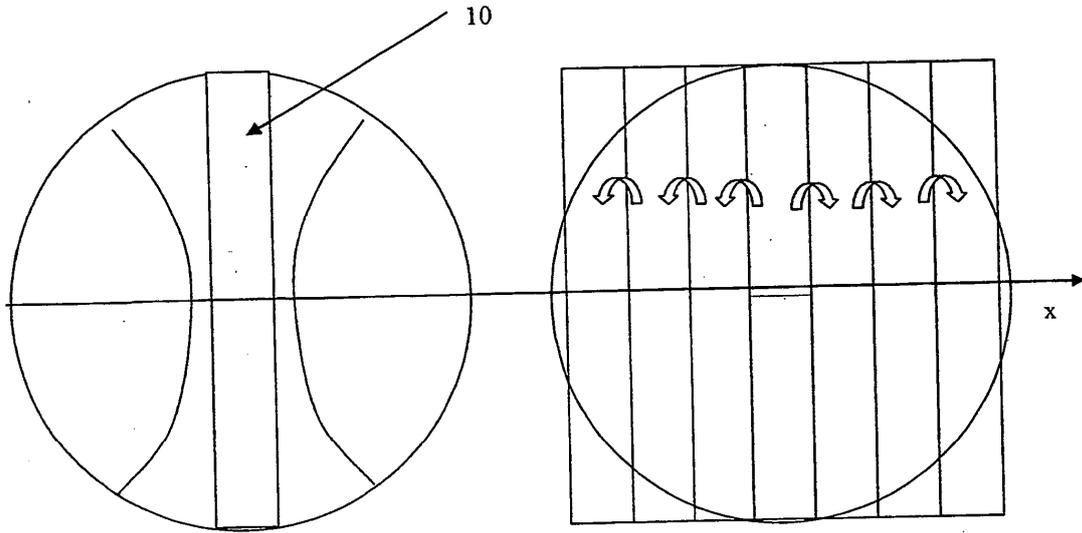


Figura 2

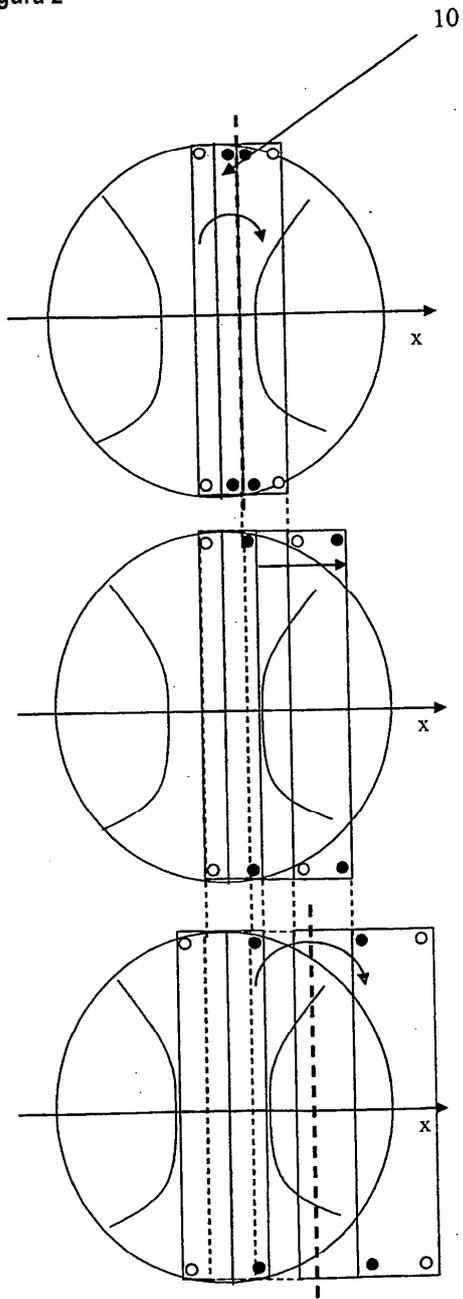


Figura 3

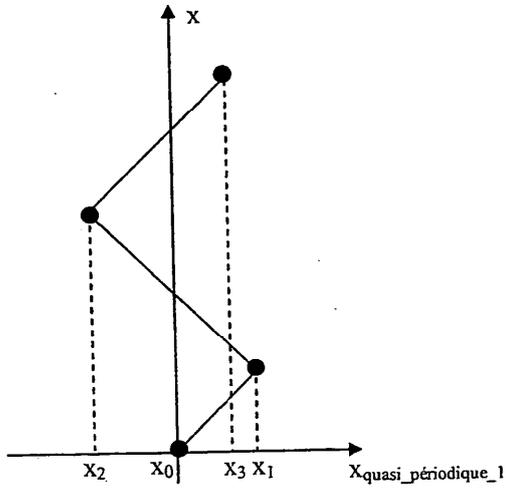


Figura 4

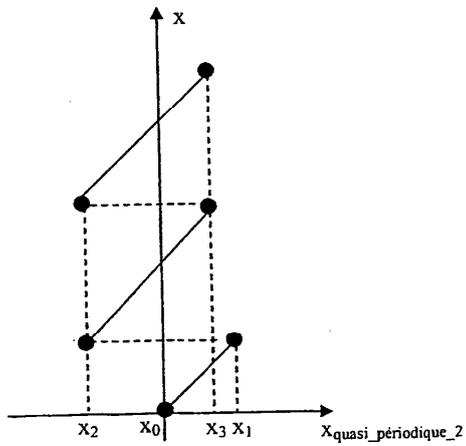


Figura 5

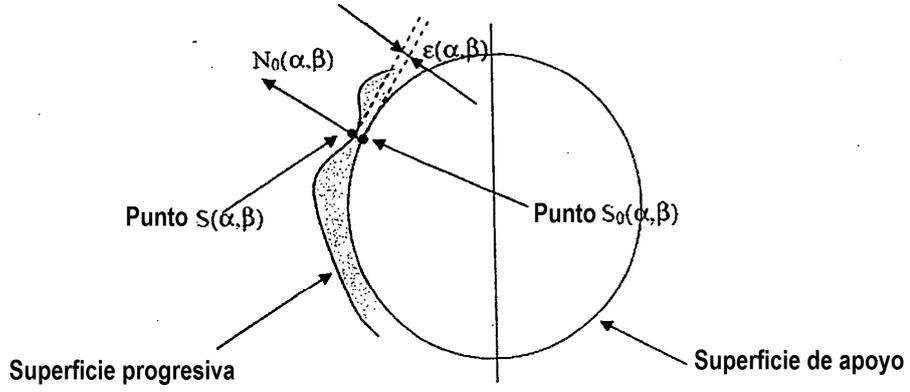


Figura 6

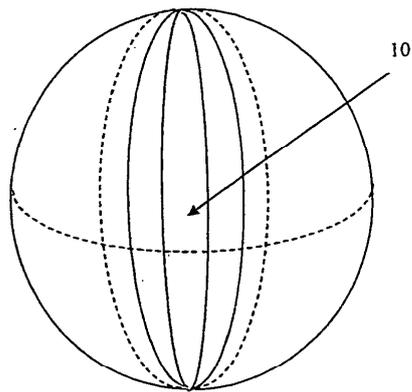


Figura 7

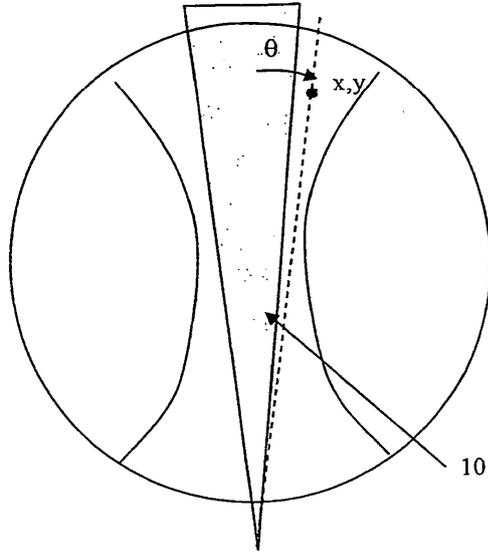


Figura 8

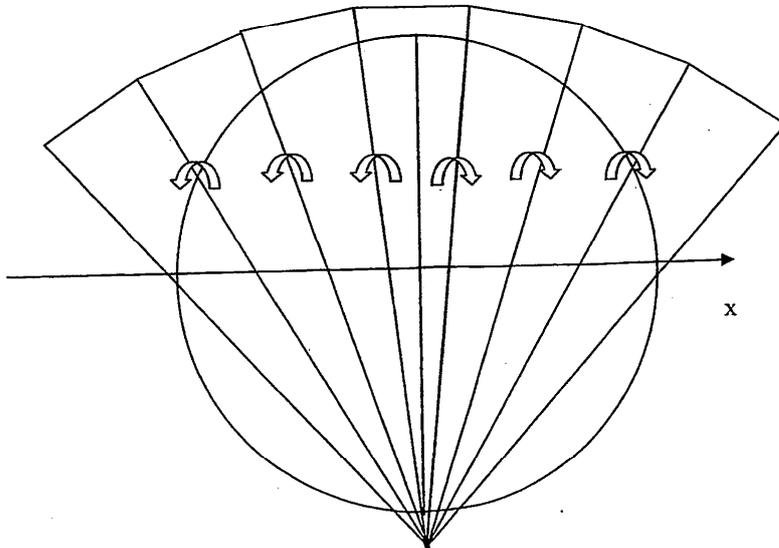


Figura 9

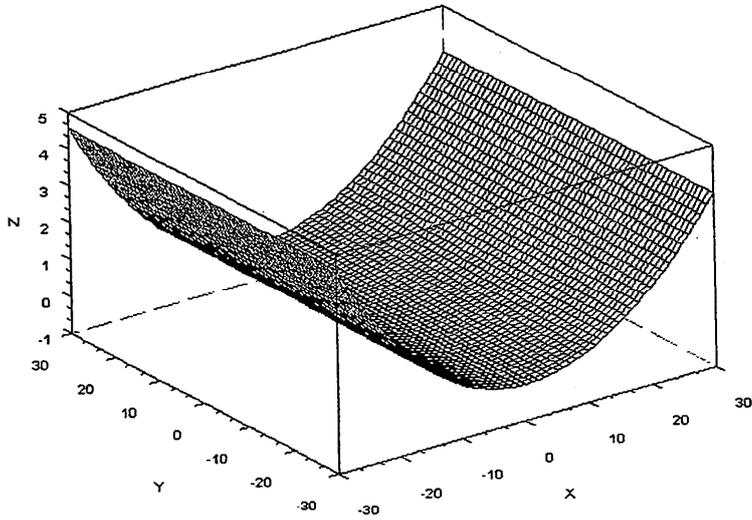


Figura 10

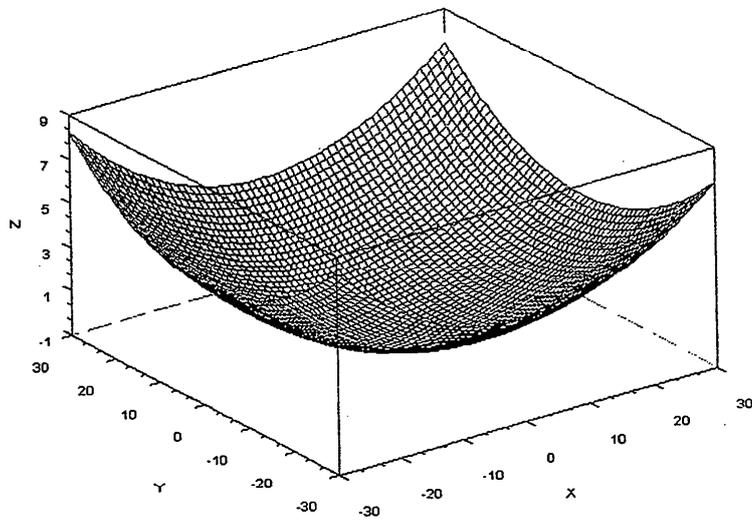


Figura 11

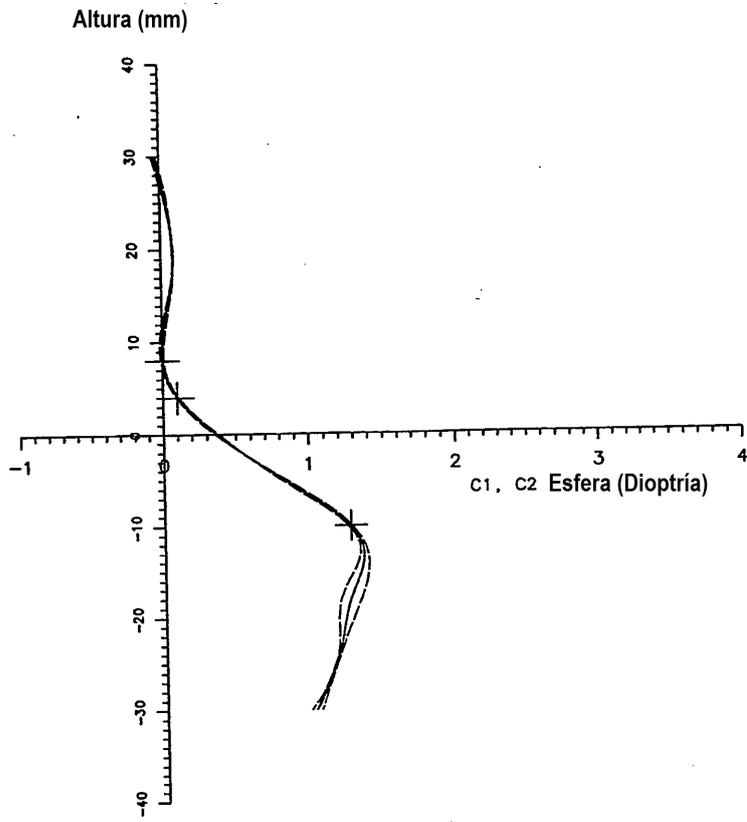


Figura 12

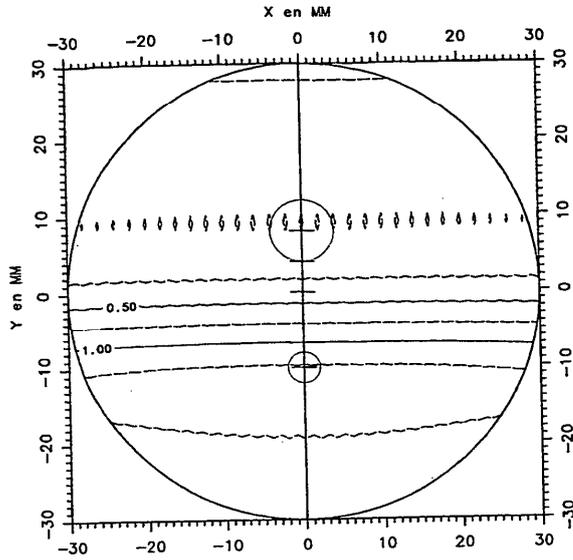


Figura 13

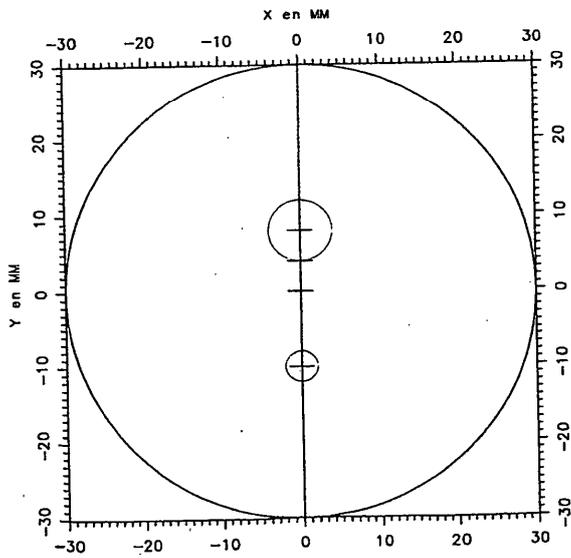


Figura 14

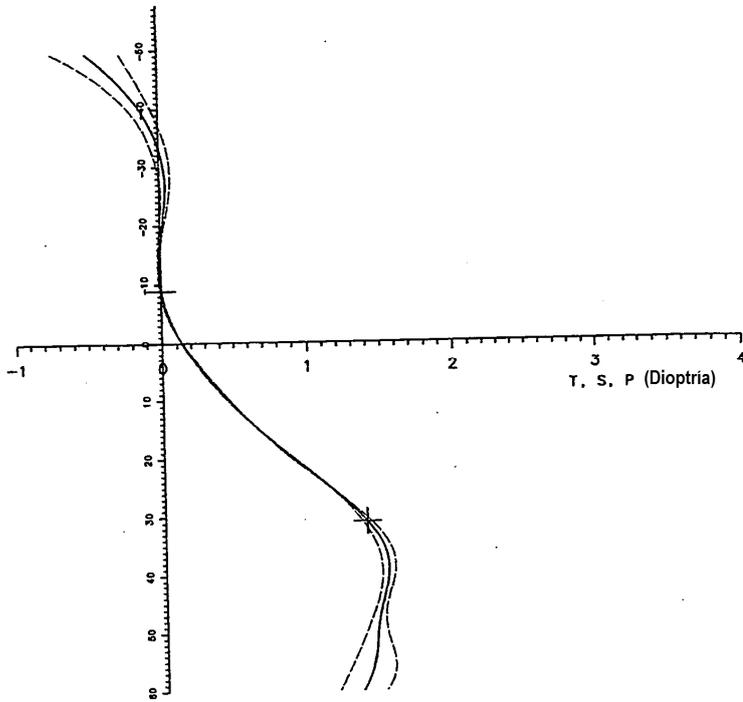


Figura 15

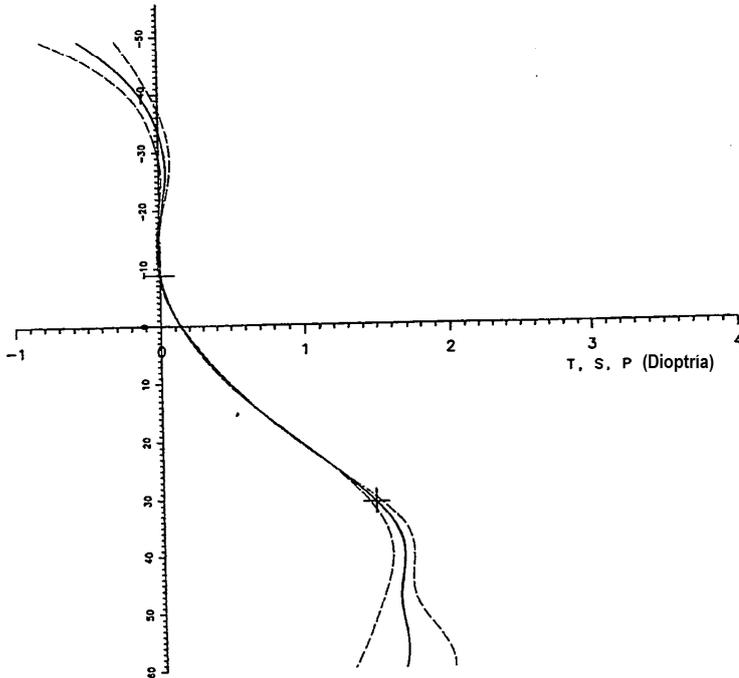


Figura 16

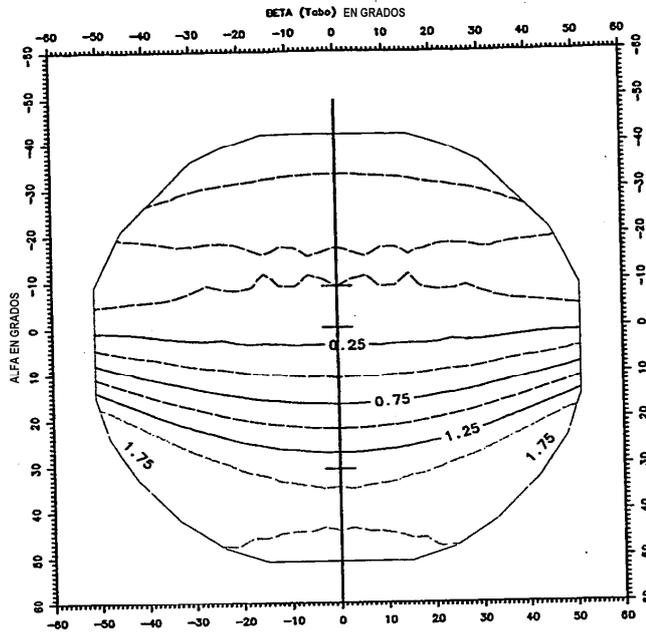


Figura 17

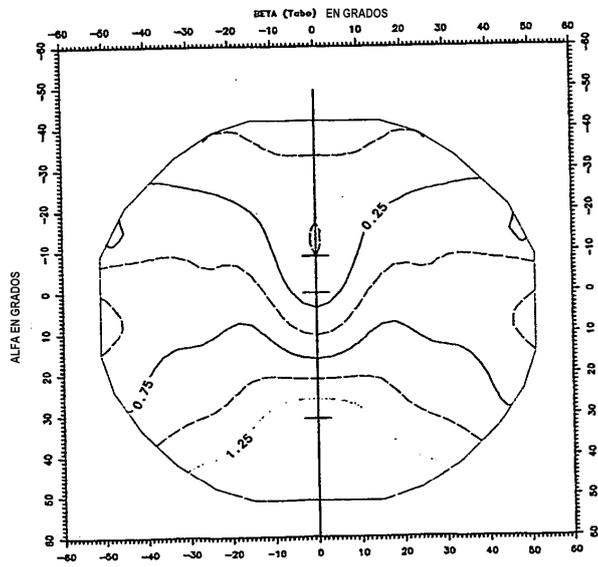


Figura 18

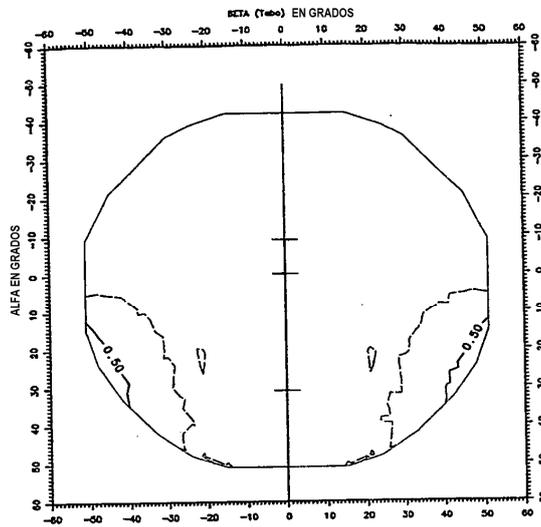


Figura 19

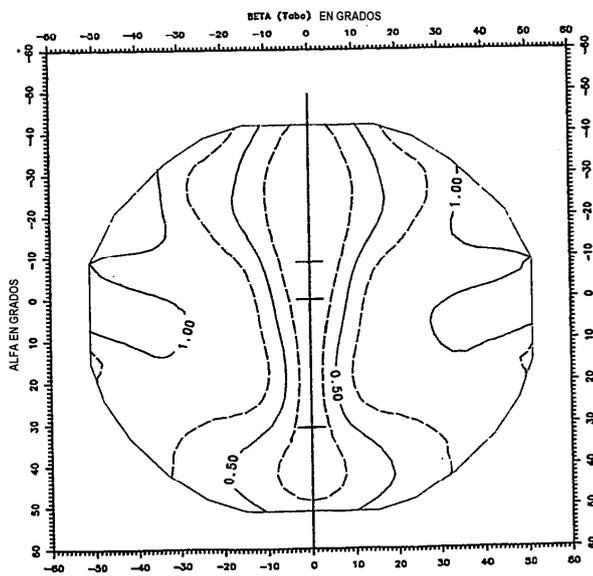


Figura 20

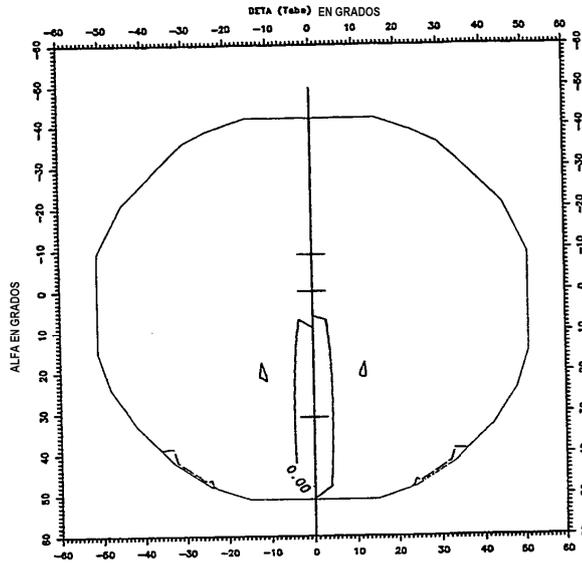


Figura 21

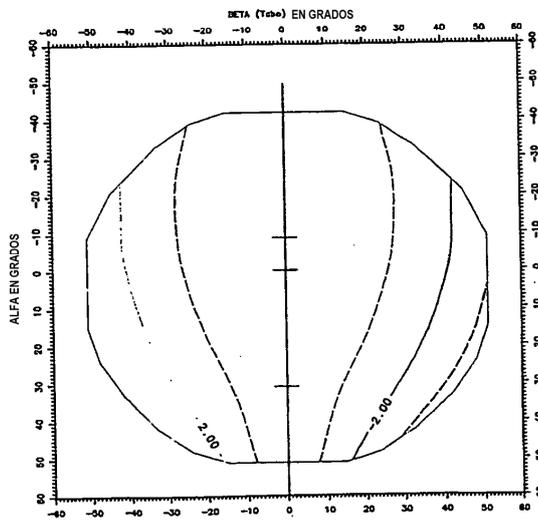


Figura 22

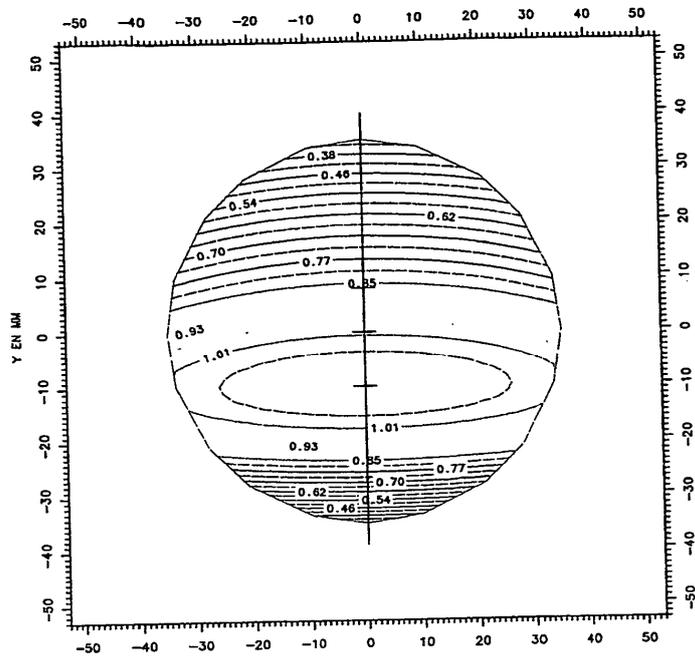


Figura 23

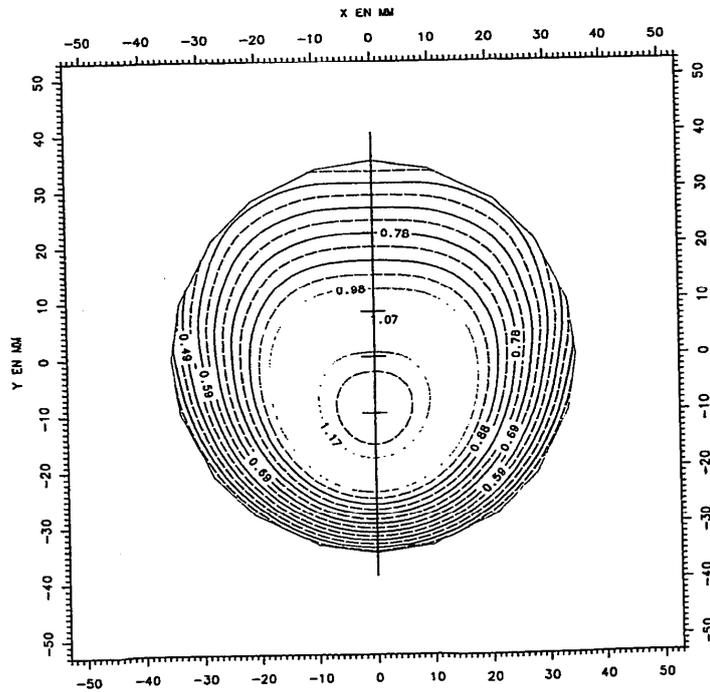


Figura 24

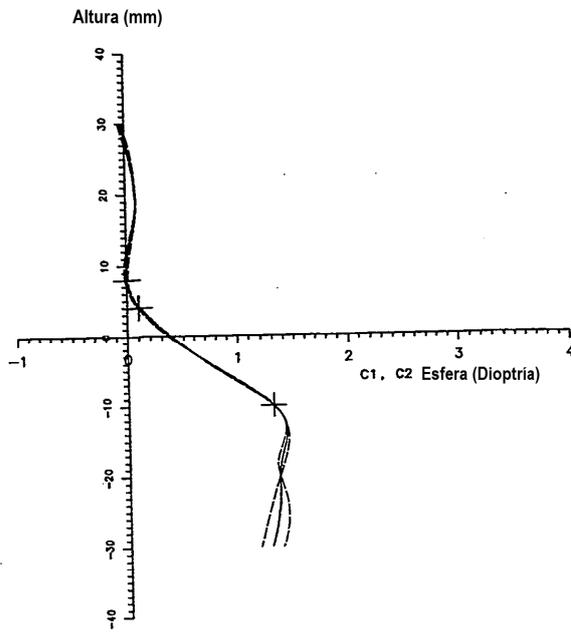


Figura 25

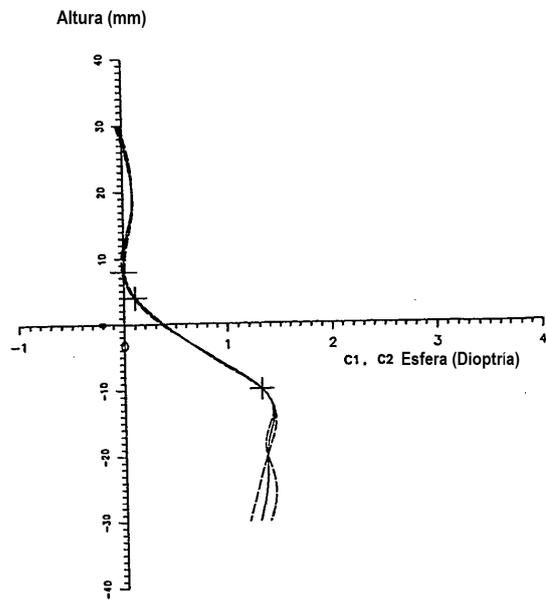


Figura 26

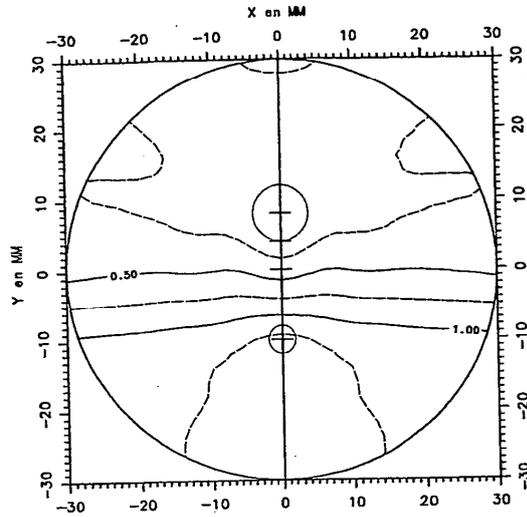


Figura 27

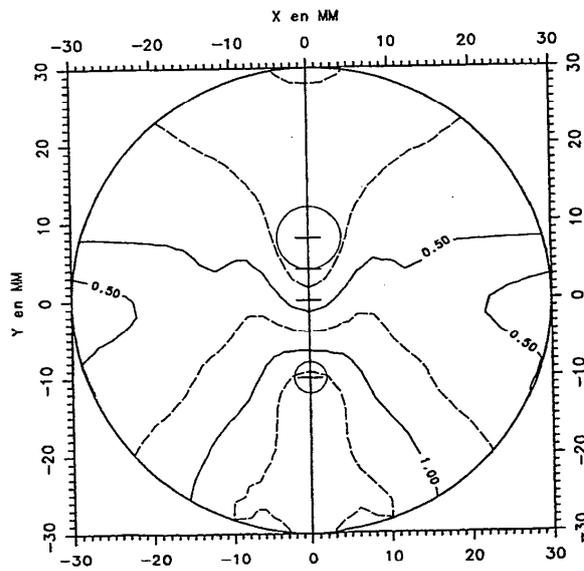


Figura 28

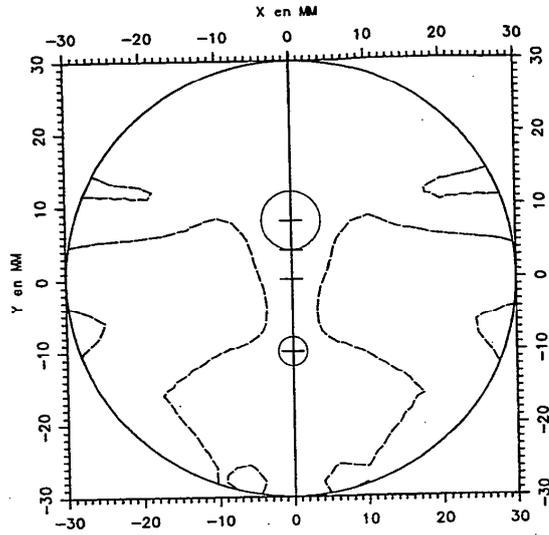


Figura 29

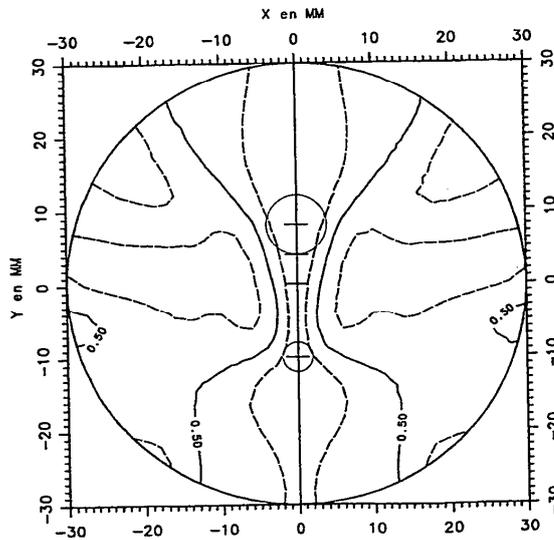


Figura 30

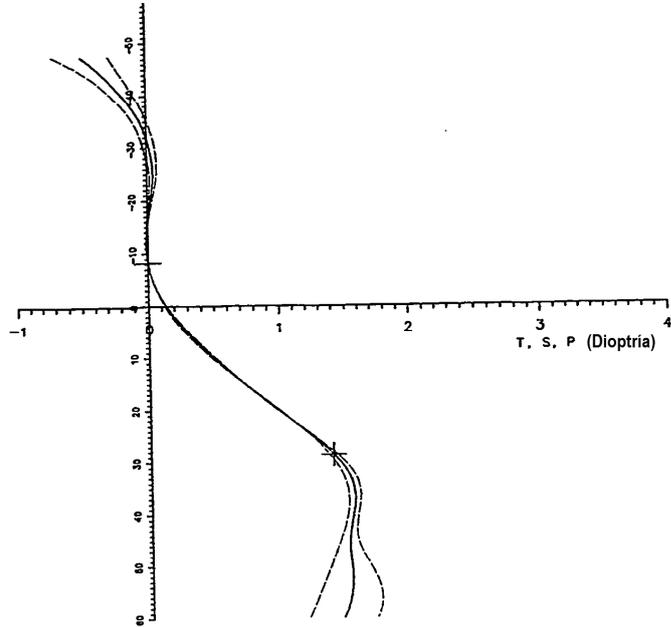


Figura 31

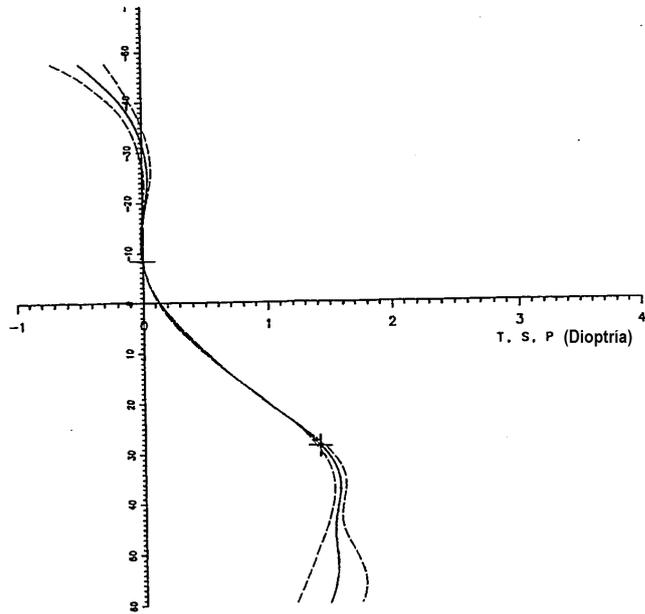


Figura 32

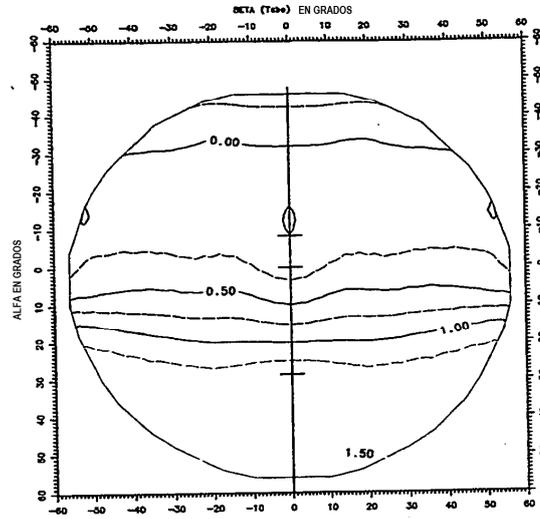


Figura 33

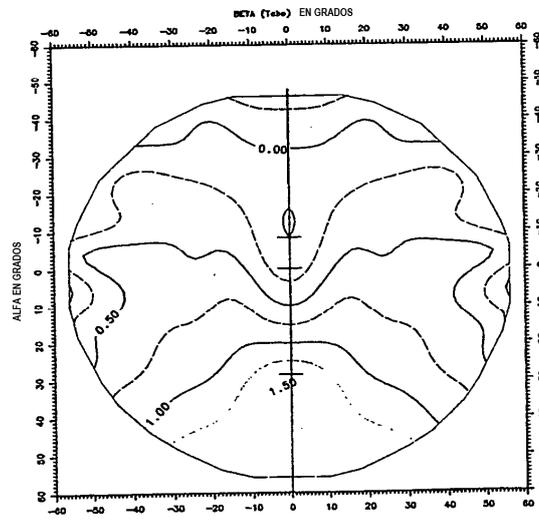


Figura 34

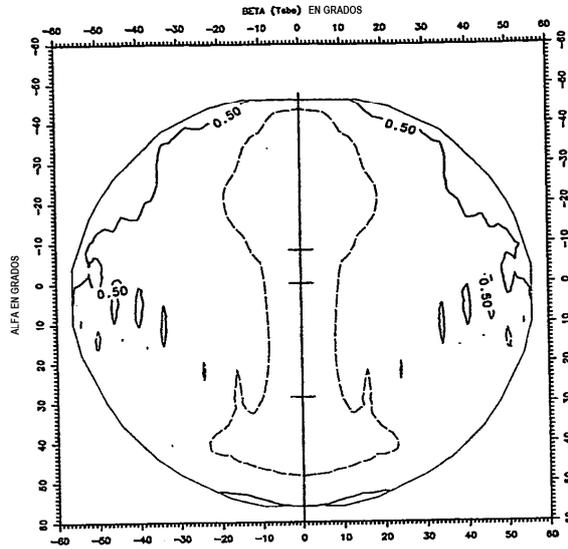


Figura 35

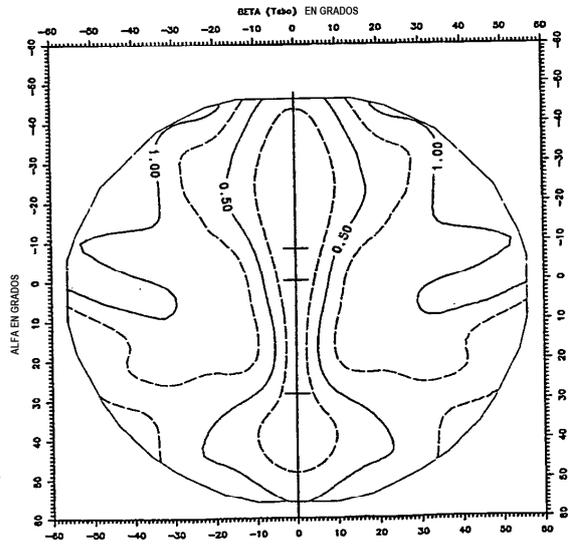


Figura 36

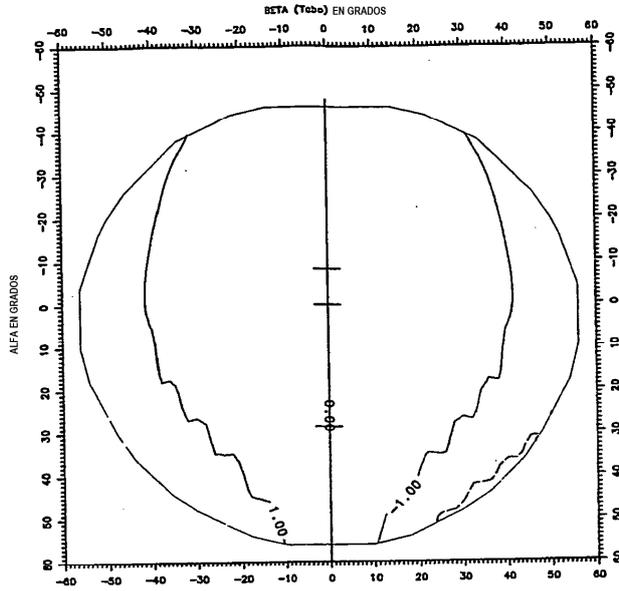


Figura 37

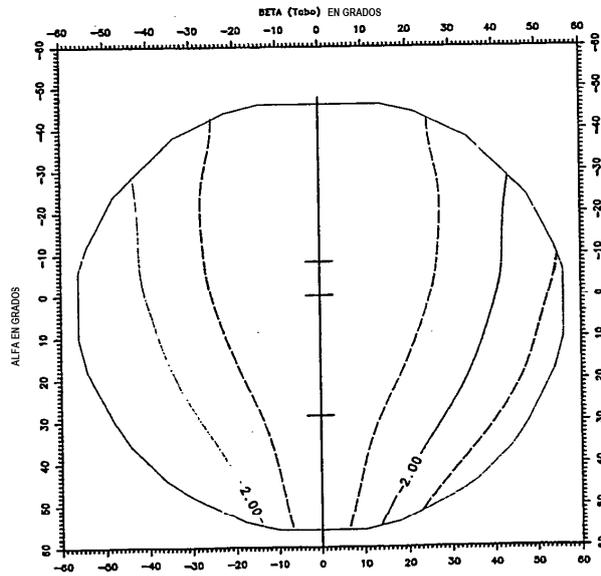


Figura 38

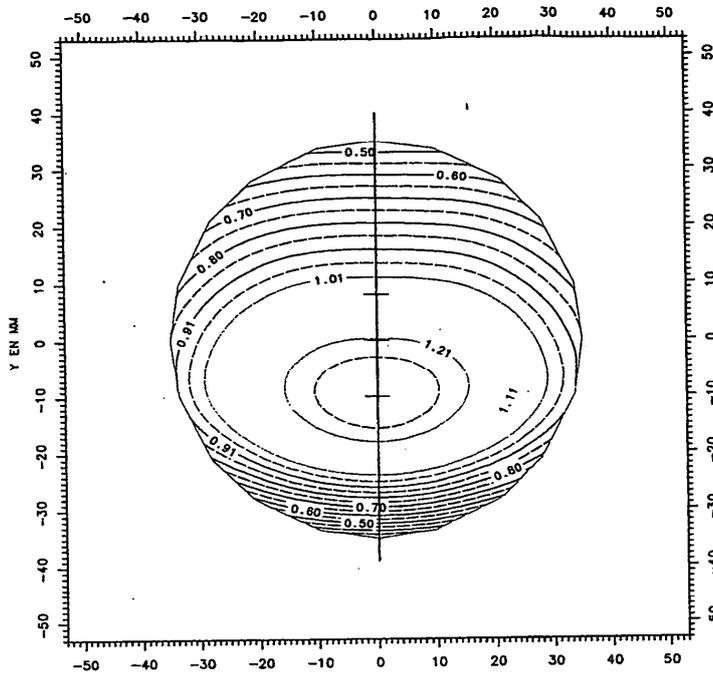


Figura 39

