

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 869 390**

51 Int. Cl.:

A61B 3/00 (2006.01)

A61B 3/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2015 PCT/FR2015/050892**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015 WO15155458**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2015 E 15718544 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021 EP 3128894**

54 Título: **Refractor y procedimiento para medir la refracción utilizando tal refractor**

30 Prioridad:

08.04.2014 FR 1453129

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

25.10.2021

73 Titular/es:

ESSILOR INTERNATIONAL (100.0%)

147 Rue de Paris

94220 Charenton le Pont, FR

72 Inventor/es:

BOUTINON, STÉPHANE;

TEJEDOR DEL RIO, VINCENT y

NAUCHE, MICHEL

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 869 390 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

Refractor y procedimiento para medir la refracción utilizando tal refractor

Campo técnico al que se refiere la invención

La presente invención se refiere al campo de la optometría.

5 Se refiere más particularmente a un refractor, así como a un procedimiento para medir la refracción utilizando tal refractor.

Antecedentes tecnológicos

En el marco de la medición de la agudeza visual de un paciente, ya se ha propuesto simular la compensación visual que debe proporcionarse, por ejemplo, por medio de gafas de prueba o de un refractor, tal como un cabezal de refracción.

10 Las gafas de prueba pueden acomodar sucesivamente cristales de prueba con diferentes correcciones, hasta encontrar la corrección que le conviene al paciente.

Esta solución no es práctica y requiere el almacenamiento por separado de los cristales de prueba en cajas especiales. Además, implica cambios de lente que provocan transiciones de potencia correctiva no deseadas y no continuas.

En el cabezal de refracción, los cristales de prueba se colocan sobre varios discos, arrastrados manualmente en rotación o con ayuda de un mecanismo motorizado.

15 Sin embargo, se entiende que dicho objeto tiene un tamaño y un peso grandes, vinculados con el número de cristales colocados en cada disco. Por este hecho, el cabezal de refracción está necesariamente montado sobre un soporte rígido, con una dirección de observación sustancialmente horizontal.

20 Por tanto, tal aparato no está adaptado para establecer con precisión la corrección requerida para el paciente en visión de cerca. De hecho, con tal aparato, el eje visual se mantiene casi horizontal incluso cuando el facultativo busca determinar la corrección requerida en visión de cerca. Por el contrario, en posición natural, el eje visual está orientado 30° hacia abajo en visión de cerca, lo que provoca una ametropía ligeramente diferente de la observada con el eje visual horizontal debido al diferente posicionamiento del ojo y de los músculos oculomotores.

El documento US 2004/0032568 describe un refractor según el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

25 En este contexto, la presente invención propone un refractor que comprende un recinto que comprende una cara frontal que tiene una primera ventana óptica y una cara posterior que tiene una segunda ventana óptica alineada con la primera ventana óptica a lo largo de un eje óptico de observación, y al menos un dispositivo de compensación visual que permite la observación a lo largo del eje óptico de observación, caracterizado por que el dispositivo de compensación visual comprende, entre la primera ventana y la segunda ventana, un primer elemento óptico de potencia esférica a lo largo del
30 eje óptico variable, y por que el recinto está montado en un soporte orientable móvil en rotación con respecto a una parte fija alrededor de un eje horizontal.

El dispositivo de compensación visual, que permite la variación en particular de la potencia esférica según el eje de observación, está alojado entre la primera ventana y la segunda ventana formada en el recinto, que puede a su vez ser desplazada en rotación alrededor del eje horizontal.

35 Se obtiene así un conjunto compacto orientable para realizar las medidas de agudeza visual en una posición natural para el paciente, en particular en visión de lejos, en visión intermedia y en visión de cerca.

40 El dispositivo de compensación visual puede estar concebido además para generar una corrección cilíndrica del eje del cilindro variable y de potencia variable. Por ejemplo, el dispositivo de compensación visual comprende un segundo elemento óptico de potencia cilíndrica y un tercer elemento óptico de potencia cilíndrica, siendo el segundo elemento óptico y el tercer elemento óptico ajustables en rotación alrededor del eje óptico con independencia uno del otro.

La lente de potencia esférica variable es, por ejemplo, una lente deformable que contiene un fluido o, en otras palabras, una lente que contiene un fluido y una membrana deformable.

45 El recinto está, por ejemplo, montado en un brazo articulado con respecto al soporte orientable alrededor de un eje perpendicular al eje horizontal, lo que permite variar la convergencia del eje óptico de observación y adaptar esta convergencia a la visión de prueba (visión de lejos o visión de cerca), como se explica en la siguiente descripción.

El recinto también se puede montar además sobre el soporte orientable en una posición ajustable según el eje horizontal. Precisamente, en el ejemplo descrito a continuación, el recinto está montado en una posición ajustable en el brazo articulado.

También se puede prever una rueda, montada de forma móvil en rotación en el recinto alrededor de un eje paralelo al eje óptico, lleva al menos un elemento complementario destinado a ser colocado delante del eje óptico. El elemento complementario puede ser un filtro, un prisma, una abertura o una tapa.

5 El refractor puede comprender medios para montar de forma móvil un diasporámetro en la cara frontal del recinto en una primera posición, en la que al menos un prisma del diasporámetro está alineado con el eje óptico, y en una segunda posición, en la que el diasporámetro deja libre la primera ventana óptica.

10 Como se explica en la descripción que sigue, el recinto puede tener una cara inferior tal que la distancia, en proyección en un plano vertical, entre el eje óptico y esta cara inferior sea menor o igual a 30 mm, o incluso a 20 mm. Por tanto, el tamaño del recinto está restringido en la región ubicada bajo los ojos del usuario y el recinto no interfiere con la cara del usuario durante su rotación alrededor del eje horizontal.

La posición del soporte orientable es, por ejemplo, ajustable en rotación alrededor del eje horizontal por medio de un activador. Como variante, este ajuste de posición podría realizarse manualmente.

También se puede prever que la parte fija incluya medios de posicionamiento de una parte de la cabeza de un usuario (generalmente denominado "soporte para la frente").

15 La parte fija está dimensionada por ejemplo para que dicho eje horizontal pase por los ojos de dicho usuario (cuando este último posiciona su cabeza sobre dichos medios de posicionamiento). Más precisamente, la parte fija está dimensionada, por ejemplo, de modo que el eje horizontal pase por el centro de rotación de al menos un ojo de dicho usuario. Así, el movimiento del soporte orientable correspondiente al posible movimiento del ojo, por ejemplo, cuando pasa de una observación en visión de lejos a una observación en visión de cerca.

20 El refractor comprende al menos un dispositivo de captura de imágenes que tiene un eje de visión; el dispositivo de captura de imagen puede ser montado en el refractor manera que el eje de visión sea esencialmente paralelo a dicho eje horizontal, lo que permite, en particular, vigilar de manera permanente la situación del ojo con respecto al dispositivo de compensación visual.

25 El dispositivo de captura de imágenes puede estar concebido entonces para medir la distancia entre el ojo y el dispositivo de compensación visual. Entonces es posible prever el control de la potencia esférica del primer elemento óptico en función de la distancia medida.

La invención también propone un procedimiento para medir la refracción por medio de un refractor como el propuesto anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

- inclinación del soporte orientable con respecto a la parte fija;
- 30 - ajuste de la potencia esférica del primer elemento óptico;
- memorización de la potencia esférica regulada, por ejemplo, en asociación con la inclinación antes mencionada.

Como ya se ha indicado, el ajuste de la potencia esférica se puede realizar entonces en función de una distancia entre el un ojo de un usuario y el dispositivo de compensación visual medida por un dispositivo de captura de imágenes.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Descripción detallada de un ejemplo de realización

La descripción que sigue con referencia a los dibujos adjuntos, dada a modo de ejemplos no limitativos, dejará claro en qué consiste la invención y cómo se puede realizar.

En los dibujos adjuntos:

La figura 1 representa esquemáticamente los elementos ópticos utilizados en una implementación ejemplar de la invención;

40 La figura 2 representa una vista en corte de un ejemplo de dispositivo de compensación visual que puede ser utilizado en el marco de la invención;

La figura 3 representa una vista en corte del dispositivo de compensación visual de la figura 2 en el lado de la lente cilíndrica;

La figura 4 es una vista en corte del dispositivo de compensación visual de la figura 2 en el lado de la lente esférica variable;

La figura 5 representa esquemáticamente un elemento de control del dispositivo de compensación visual de la figura 2;

45 La figura 6 es una vista en perspectiva de un refractor según las enseñanzas de la invención en una primera configuración destinada a probar la visión de lejos;

La figura 7 es una vista en perspectiva del refractor de la figura 6 en una segunda configuración para probar la visión de cerca;

La figura 8 es una vista frontal del refractor de la figura 6, visto desde el lado del operador;

5 La figura 9 es una vista frontal del refractor de la figura 6, visto desde el lado del paciente, es decir desde el lado opuesto de la vista mostrada en la figura 8;

La figura 10 es una vista en corte del soporte orientable del refractor de la figura 6;

La figura 11 es una vista detallada de un subsistema de compensación visual montado en un brazo articulado en el refractor de la figura 6;

La figura 12 es un corte del subsistema de la figura 11.

10 En la figura 1 se representan esquemáticamente los elementos ópticos principales de un ejemplo de un dispositivo de compensación visual utilizado, como se describe a continuación, en un refractor de acuerdo con las enseñanzas de la invención.

Estos elementos ópticos comprenden una lente 2 convexa plano-cilíndrica, de potencia cilíndrica C_0 , una lente cóncava plano-cilíndrica 4, de potencia cilíndrica negativa $-C_0$, y una lente 6 de potencia esférica variable S_v .

15 El valor absoluto (o módulo), aquí C_0 , de la potencia cilíndrica (aquí $-C_0$) de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica es, por tanto, igual al valor absoluto (C_0) (o módulo) de la potencia cilíndrica (C_0) de la lente 2 convexa plano-cilíndrica.

20 Como variante, se podría prever que las respectivas potencias cilíndricas de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica y de la lente 2 convexa plano-cilíndrica sean (ligeramente) diferentes en valor absoluto, pero en cualquier estado de causa sean tales como la potencia cilíndrica resultante, generada por la combinación de estas dos lentes, tenga un valor insignificante (por ejemplo, inferior a 0,1 dioptrías en valor absoluto) en al menos una posición relativa de estas dos lentes.

Las tres lentes 2, 4, 6 están colocados en el mismo eje óptico X. Precisamente, cada una de las tres lentes 2, 4, 6 tiene una forma exterior generalmente cilíndrica, centrada en el eje óptico X. En el ejemplo descrito aquí, las lentes 2, 4, 6 tienen respectivamente los siguientes diámetros (que miden su volumen): 25 mm, 25 mm, 20 mm.

25 Por tanto, se observará que es preferible utilizar este dispositivo de compensación visual 10 mediante el posicionamiento del ojo del paciente en el lado de la lente potencia esférica variable 6 de manera que las lentes de potencia cilíndricas 2, 4, de mayor diámetro, no limitan el campo de visión definido por la lente de potencia esférica variable 6, que en sí misma es grande debido a la proximidad del ojo del paciente.

Cada una de las tres lentes 2, 4, 6 incluye una primera cara plana, perpendicular al eje óptico X, y una segunda cara, opuesta a la primera cara y ópticamente activa:

- 30 - la cara ópticamente activa de la lente 2 es de forma cilíndrica convexa (siendo el eje Y_1 del cilindro que define esta cara perpendicular al eje óptico X);
- la cara ópticamente activa de la lente 4 es de forma cilíndrica cóncava (siendo el eje Y_2 del cilindro que define esta cara perpendicular al eje óptico X);
- 35 - la cara ópticamente activa de la lente 6 de potencia esférica variable S_v es deformable y por lo tanto puede tomar una forma esférica convexa (como se ilustra con líneas de puntos en la figura 1), una forma plana o una forma esférica cóncava (como se ilustra con líneas continuas) .

40 La lente 6 de potencia esférica variable S_v es, por ejemplo, una lente del tipo descrito en el documento EP 2 034 338. Una lente de este tipo comprende una cavidad cerrada por una membrana deformable transparente y una pared plana transparente móvil; la cavidad contiene un líquido transparente de volumen constante que está más o menos constreñido por la cara móvil, para deformar la membrana que, por tanto, es una superficie cóncava esférica, o una superficie plana, o una superficie convexa esférica. En la lente utilizada, una transformación de movimiento realizada por un sistema tornillo-tuerca permite asegurar la transformación de movimiento de traslación - rotación. Así, una rotación de un anillo montado en una caja 26 arrastra en traslación una parte de la lente 6, lo que provoca la deformación antes mencionada de la membrana transparente como se explica por ejemplo en el documento EP 2 034 338 mencionado anteriormente. Por tanto,

45 es posible variar continuamente la potencia esférica S_v mediante acción mecánica sobre la lente 6. En el ejemplo aquí descrito, la lente 6 tiene una distancia focal variable entre -40 mm y 40 mm, es decir una potencia esférica S_v variable entre -25D y 25D (siendo D la dioptría, unidad de medida de la vergencia, inversa de la distancia focal expresada en metros).

Además, las lentes 2, 4 plano-cilíndricas tienen respectivamente, como ya se ha indicado, una potencia cilíndrica $-C_0$ y C_0 , aquí con $C_0 = 5D$.

Como se explica con más detalle a continuación, la lente 4 cóncava plano-cilíndrica y la lente 2 convexa plano-cilíndrica están montadas en rotación alrededor del eje X (rotación centrada en el eje X).

El eje Y₁ del cilindro convexo formado en la cara ópticamente activa de la lente 2 convexa plano-cilíndrica puede formar así un ángulo variable α₁ con un eje de referencia Y₀ (fijo y perpendicular al eje óptico X).

- 5 Asimismo, el eje Y₂ del cilindro cóncavo formado en la cara ópticamente activa de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica puede formar un ángulo variable α₂ con el eje de referencia Y₀.

Calculando la vergencia en los distintos meridianos, se obtienen las siguientes fórmulas para la potencia esférica S, la potencia cilíndrica C y el ángulo de astigmatismo α del subconjunto óptico formado por tres elementos ópticos 2, 4, 6 que acaban de ser descritos:

10
$$\tan 2\alpha = \frac{\sin 2\alpha_2 - \sin 2\alpha_1}{\cos 2\alpha_2 - \cos 2\alpha_1} = -\frac{\cos(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)} \text{ (fórmula 1)}$$

$$C = C_0 (\cos 2(\alpha - \alpha_2) - \cos 2(\alpha - \alpha_1)) \text{ (fórmula 2)}$$

$$S = S_v - \frac{C}{2} \text{ (fórmula 3)}$$

Se observa que el término (-C/2) en la fórmula 3 corresponde a una potencia esférica generada por la resultante de las 2 lentes de potencia cilíndrica.

- 15 Mediante el control de la posición en rotación de la lente 2 convexa plano-cilíndrica y la posición en rotación de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica, independientemente una de otra, como se describe a continuación, se puede hacer variar independientemente cada uno de los ángulos α₁, α₂ de 0° a 360° y por lo tanto obtener una potencia cilíndrica C regulable entre -2.C₀ y 2.C₀ (es decir, aquí entre -10D y 10D), y para cualquier ángulo de astigmatismo ajustable entre 0° y 360° obtenido mediante el control simultáneo de las dos lentes. Como indica la fórmula número 3, la potencia esférica resultante
20 inducida por la resultante de la orientación de las 2 lentes cilíndricas se compensa con ayuda de la lente esférica de potencia variable.

Además, variando la potencia esférica S_v de la lente esférica 6, es posible ajustar la potencia esférica S del subconjunto formado por las tres lentes 2, 4, 6.

- 25 Según una variante que se puede considerar, las lentes con potencia cilíndrica fija podrían tener la misma potencia cilíndrica C₀ (positiva o negativa): podrían tratarse de dos lentes convexa plano-cilíndrica, posiblemente idéntico, o, alternativamente, de dos lentes cóncavas plano-cilíndricas, eventualmente idénticas.

De hecho, en este caso, la potencia esférica S, la potencia cilíndrica C y el ángulo de astigmatismo α del subconjunto formado por estas dos lentes y de una lente con potencia esférica variable vienen dadas por las siguientes fórmulas:

30
$$\tan 2\alpha = \frac{\sin 2\alpha_2 + \sin 2\alpha_1}{\cos 2\alpha_2 + \cos 2\alpha_1} \text{ (fórmula 4)}$$

$$C = C_0 (\cos 2(\alpha - \alpha_2) + \cos 2(\alpha - \alpha_1)) \text{ (fórmula 5)}$$

$$S = S_v + C_0 - \frac{C}{2} \text{ (fórmula 6)}$$

El término C₀ - C/2 corresponde a la potencia esférica inducida por la combinación de las dos lentes de potencia cilíndrica.

- 35 Por lo tanto, también es posible en este caso para ajustar la potencia esférica S, la potencia cilíndrica C y el ángulo de astigmatismo α, en particular, de modo que la potencia cilíndrica C sea nula, mediante la rotación de las lentes de potencia cilíndrica (independientemente una de la otra) y haciendo variar la potencia esférica de la lente de potencia esférica variable.

En la figura 2 se representa un ejemplo de un dispositivo 10 de compensación visual que utiliza los elementos ópticos que se acaban de describir.

- 40 En la siguiente descripción, para aclarar la explicación, a veces se utilizarán términos tales como "superior" o "inferior", que definen una orientación en las Figuras 2, 3 y 4. Se comprende que esta orientación no es necesariamente aplicable al uso que se pueda hacer del dispositivo descrito, en particular al de las figuras 6 a 12.

El dispositivo 10 de compensación visual comprende una caja 12 formada por una primera parte 14, una segunda parte 16 y una tercera parte 18, que se extienden sucesivamente a lo largo del eje óptico X y se ensamblan de dos en dos al nivel de los planos perpendiculares al eje óptico X.

5 Una primera rueda dentada 22 está montada en rotación centrada en el eje óptico X en la primera parte 14 de la caja 12 y lleva en su centro, en una abertura prevista a tal efecto, la lente 2 convexa plano-cilíndrica. La primera rueda dentada 22 y la lente 2 convexa plano-cilíndrica son coaxiales; en otras palabras, en sección en un plano perpendicular al eje óptico X, la circunferencia exterior de la primera rueda dentada 22 y la circunferencia de la lente 2 convexa plano-cilíndrica forman círculos concéntricos centrados en el eje óptico X.

10 Asimismo, una segunda rueda dentada 24 está montada en rotación centrada en el eje óptico X en la segunda parte 16 de la caja 12 y lleva en su centro, en una abertura prevista a tal efecto, la lente 4 cóncava plano-cilíndrica. La segunda rueda dentada 24 y la lente 4 cóncava plano-cilíndrica son coaxiales; en otras palabras, en sección en un plano perpendicular al eje óptico X, la circunferencia exterior de la segunda rueda dentada 24 y la circunferencia de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica forman círculos concéntricos centrados en el eje óptico X.

15 Una tercera rueda dentada 27 está montada en rotación centrada en el eje óptico X en la tercera parte 18 de la caja 12. La tercera rueda dentada 27 es solidaria del anillo provisto en la circunferencia de la caja 26 que lleva la lente 6 de potencia esférica variable y que permite el control de la potencia esférica Sv. La caja 26 de la lente 6 de potencia esférica variable está montada en la tercera parte 18 de la caja 12.

20 Como es claramente visible en la Fig. 3, la primera rueda dentada 22 es arrastrada en rotación (alrededor del eje óptico X) por medio de un primer motor 42, un eje de accionamiento del cual lleva un primer tornillo sin fin 32 que engrana con la primera rueda dentada 22. El primer motor 42 está montado, por ejemplo, en la primera parte 14 de la caja 12.

La posición actual de la primera rueda 22 dentada es supervisada por una primera celda óptica 52.

Asimismo, la segunda rueda dentada 24 es arrastrada en rotación alrededor del eje óptico X por medio de un segundo motor 44, cuyo eje de accionamiento lleva un segundo tornillo sin fin 34 que engrana con la segunda rueda dentada 24. El segundo motor 44 está montado, por ejemplo, en la segunda parte 16 de la caja 12.

25 La posición actual de la segunda rueda dentada 24 es supervisada por una segunda celda óptica 54.

Como se muestra en la Figura 4, la tercera rueda dentada 27 está a su vez arrastrada en rotación (alrededor del eje óptico X) por medio de un tercer motor 46 que tiene un eje de accionamiento sobre el que está montado un tercer tornillo. Sin fin 36 que engrana con la tercera rueda dentada 27. El tercer motor 46 está montado, por ejemplo, en la tercera parte 18 de la caja 12.

30 La posición actual de la tercera rueda dentada 27 es supervisada por una tercera celda óptica 56.

Cada celda óptica 52, 54, 56 está formada, por ejemplo, por un par de elementos que comprenden al menos un sensor óptico; el otro elemento del par es, por ejemplo, un emisor óptico (o, como variante, un elemento reflectante, en cuyo caso un emisor óptico está asociado al sensor óptico).

35 Los motores primero, segundo y tercero 42, 44, 46 son, por ejemplo, motores paso a paso, con una resolución de 20 pasos/revolución, accionados aquí en un octavo de paso (en adelante micropaso). Como variante, estos motores podrían accionarse en un decimosexto de paso.

Gracias a la construcción descrita anteriormente, los elementos ópticos (es decir, el primer elemento óptico, el segundo elemento óptico y la lente) están montados (en el dispositivo de compensación visual) con el fin de conservar (cada uno) su posición de consigna respectivo (incluso) sin alimentación eléctrica.

40 El volumen interno de la caja 12 (como, además, el volumen interno de cada una de las partes primera, segunda y tercera 14, 16, 18 de la misma manera) se puede subdividir en un espacio para recibir los motores 42, 44, 46 (región superior de la caja 12 en las Figuras 2, 3 y 4) y un espacio de recepción de los elementos ópticos 2, 4, 6 (región inferior de la caja 12 en las figuras 2, 3 y 4).

45 El espacio de recepción de los motores 42, 44, 46 tiene una forma esencialmente paralelepípedica, abierta (hacia abajo en las figuras) hacia el espacio de recepción de los elementos ópticos 2, 4, 6 y cerrada en el lado opuesto (hacia arriba en las figuras) por una cara superior 19 de la caja 12 (estando formada la cara superior 19 del alojamiento 12 por el ensamblaje de las respectivas caras superiores de la primera, segunda y tercera partes 14, 16, 18 de la caja 12).

La disposición de los motores 42, 44 y 46 es tal que permite beneficiarse de una geometría circular en 180° centrada en el eje óptico lo más cerca posible del radio útil de las lentes.

50 El espacio para la recepción de los elementos ópticos 2, 4, 6 tiene, opuesto al espacio de recepción de los motores, una forma cilíndrica (delimitado por las paredes de la caja 12) que se adapta a la de la tercera rueda dentada 27 en la mitad de la circunferencia de ésta.

En otras palabras, la caja 12 (y por lo tanto cada una de las partes primera, segunda y tercera 14, 16, 18 de la caja 12) tiene, al nivel del espacio de recepción de los elementos ópticos 2, 4, 6, una forma cilíndrica de diámetro (perpendicular al eje óptico X) del mismo orden que, y ligeramente mayor que, la de la tercera rueda dentada 27.

5 Los respectivos diámetros de las ruedas dentadas 22, 24, 27 están adaptados para promover la conservación del campo a pesar del grosor del subconjunto óptico.

El primer motor 42 y el primer tornillo sin fin 32 se extienden en la caja 12 según una dirección Z perpendicular a la cara superior de la caja 12 (y, por lo tanto, en particular, perpendicular al eje óptico X) de modo que el primer motor 42 está alojado en el espacio de recepción de los motores mientras que el primer tornillo sin fin 32 se extiende hacia el espacio de recepción de los elementos ópticos.

10 El segundo motor 44 y el segundo tornillo sin fin 34 se extienden a su vez en la caja 12 en la misma dirección, pero en sentido opuesto al primer motor 42 y al primer tornillo sin fin 34 con respecto a las lentes de potencia cilíndrica 2, 4. El segundo motor 44 está alojado en el espacio de recepción de los motores mientras que el segundo tornillo sin fin 34 se extiende en el espacio de recepción de los elementos ópticos.

15 Se observa que así como el primer tornillo sin fin 32 y el segundo tornillo sin fin 34 están situados a una y otra parte del conjunto formado por la primera rueda dentada 22 y la segunda rueda dentada 24, y que el tamaño lateral (según un eje Y perpendicular a los ya citados ejes X y Z) de estas diferentes piezas (primer tornillo sin fin 32, segundo tornillo sin fin 34, primera o segunda rueda dentada 22, 24) es menor que el diámetro de la tercera rueda dentada 27 de manera que el primer y segundo tornillos sin fin 32, 34 contienen elementos ópticos en el espacio de recepción sin requerir una protuberancia para acomodarlos.

20 Por otra parte, el primer y segundo motores 42, 44 tienen cada uno un tamaño según el eje óptico X mayor que el de cada una de las primeras y segundas ruedas dentadas 22, 24, e incluso mayor que el de cada una de las primera y segunda partes 14, 16 de la caja 12. Sin embargo, debido a que estos motores primero y segundo 42, 44 están colocados como se acaba de indicar a cada lado de la caja 12 (con respecto al eje Z), cada uno puede ocupar un espacio que se extiende según el eje óptico X a la derecha de la primera parte 14 y de la segunda parte 16 de la caja 12.

25 Por ejemplo, cada uno de los primer y segundo motores 42, 44 tiene un tamaño lateral (diámetro externo del motor) comprendido entre 6 y 12, por ejemplo 10 mm, mientras que la primera y la segunda ruedas dentadas 22, 24 tienen cada una un grosor (tamaño según el eje X) comprendido entre 1 y 4, por ejemplo 2,5 mm.

30 El tercer motor 46 y el tercer tornillo sin fin 36 se encuentran al contrario situados en el espacio de recepción de los motores, en la zona que se extiende según el eje X a la derecha de la tercera parte 18 de la caja 12. Por lo tanto, el tercer tornillo sin fin 36 se engrana con la tercera rueda dentada 27 en una parte superior de ésta, lo que permite que la caja 12 se adapte a la forma de la caja 12 en la parte inferior de la tercera rueda dentada 27, como ya se ha indicado.

En el ejemplo descrito, como se puede ver en la figura 4, el eje del tercer motor 46 y del tercer tornillo sin fin 36 está ligeramente inclinado con respecto a la cara superior de la caja 12 (precisamente con respecto al eje Y mencionado anteriormente).

35 Por ejemplo, se prevé que el grosor de la tercera rueda dentada 27 esté comprendido entre 0,3 mm y 2 mm.

Esta disposición de los distintos elementos permite obtener una caja relativamente delgada, que tiene típicamente un grosor comprendido de entre 15 y 20 mm.

La caja 12 también comprende, por ejemplo, en la zona superior del espacio de recepción de los motores, un elemento de control 50, aquí formado por varios circuitos integrados llevados por un circuito impreso común.

40 Por otra parte, se prevé un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica del tipo de batería 58 (o, en una variante, una super-capacidad) para hacer que el aparato sea autónomo. Se prevén también por ejemplo elementos de recarga sin contacto del dispositivo 58 de almacenamiento de energía. La batería 58 permite en particular la alimentación eléctrica de los motores 42, 44, 46 y del elemento 50 de control.

45 Los elementos principales de dicho elemento 50 de control, así como su conexión con los motores 42, 44, 46 antes mencionados y con las células ópticas 52, 54, 56 antes mencionadas, se muestran esquemáticamente en la figura 5.

El elemento 50 de control comprende un módulo 60 de recepción diseñado para recibir, aquí a través de un enlace inalámbrico, la información de consigna, es decir, información indicativa de los valores deseados por el usuario para la potencia esférica, S, la potencia cilíndrica C y el ángulo de astigmatismo α que definen la compensación generada por el subconjunto óptico formado por los elementos ópticos 2, 4, 6.

50 El módulo 60 de recepción es, por ejemplo, un módulo de recepción de infrarrojos que recibe esta información de consigna de un control remoto de emisión de infrarrojos manipulado por el usuario. Como variante, se podría prever que esta información de consigna se reciba desde un ordenador personal a través de un enlace inalámbrico, por ejemplo, una red

de área local inalámbrica; el usuario podría en este caso elegir valores de potencia esférica S, de potencia cilíndrica C y de ángulo de astigmatismo α para el dispositivo de compensación visual mediante selección interactiva en el ordenador.

En el ejemplo de aplicación que se describe a continuación con referencia a las figuras 6 a 12, la información de consigna puede recibirse, por ejemplo, desde la tarjeta 160 de control electrónico a través del dispositivo emisor/receptor 156.

- 5 El módulo 60 de recepción transmite las informaciones de consigna S, C, α recibidas a un ordenador 66 (que consiste, por ejemplo, de un procesador que ejecuta un programa de ordenador a fin de implementar las funciones del ordenador descritas a continuación), precisamente a un módulo de cálculo 68 implementado por este ordenador 66.

10 El módulo 68 de cálculo calcula los valores de los ángulos α_1 , α_2 y el valor de potencia esférica S_v necesarios para obtener los valores de consigna S, C, α recibidos como entrada, en base a las fórmulas expuestas anteriormente. En el caso de que las lentes plano-cilíndricas 2 y 4 tengan respectivamente una potencia cilíndrica $-C_0$ y C_0 , se utilizan las siguientes fórmulas, por ejemplo:

$$\begin{cases} \alpha_1 = \alpha - \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{C}{2C_0} \right) + \frac{\pi}{4} \\ \alpha_2 = \alpha + \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{C}{2C_0} \right) + \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$S_v = S + \frac{C}{2}$$

15 El ordenador 66 también implementa un módulo 70 de control que recibe como entrada los valores de ángulo α_1 , α_2 y de potencia esférica S_v calculados por el módulo 68 de cálculo y emite señales de control a los motores 42, 44, 46 con el fin de controlar cada uno de los motores 42, 44, 46 independientemente de los demás para obtener respectivas posiciones de las ruedas dentadas 22, 24, 27 que permitan obtener los valores deseados:

- el módulo 70 de control controla el primer motor 42 de manera que haga girar la primera rueda dentada 22 alrededor del eje óptico X hasta la posición en la que el eje Y_1 de la superficie cilíndrica ópticamente activa de la lente 2 convexa plano-cilíndrica (llevada por la primera rueda dentada 22) forma un ángulo α_1 con la dirección de referencia Y_0 ;
- el módulo 70 de control controla el segundo motor 44 de manera que haga girar la segunda rueda dentada 24 alrededor del eje óptico X hasta la posición en la que el eje Y_2 de la superficie cilíndrica ópticamente activo de la lente 4 cóncava plano-cilíndrica (llevada por la segunda rueda dentada 24) forma un ángulo α_2 con la dirección de referencia Y_0 ;
- el módulo 70 de control controla el tercer motor 46 de manera que haga girar la tercera rueda dentada 27 alrededor del eje óptico X hasta la posición en la que el anillo de control de la potencia esférica variables controla la potencia esférica S_v , calculada por el módulo 68 de cálculo.

30 La posición de cada rueda dentada 22, 24, 27 se conoce en cada instante respectivamente gracias a las celdas ópticas 52, 54, 56 que miden cada una, en la rueda dentada a la que cada una está asociada, el número de dientes que han atravesado la celda óptica con relación a un punto de referencia en la circunferencia de la rueda en cuestión (por ejemplo, desprovista de dientes).

En el ejemplo descrito aquí, el conjunto primer motor 42-primer tornillo sin fin 32-primer rueda dentada 22 como el conjunto segundo motor 44-segundo tornillo sin fin 34-segunda rueda dentada 24, genera una desmultiplicación tal que una revolución de la rueda dentada 22, 24 corresponde a 15.040 micropasos del motor asociado 42, 44. La resolución (ángulo de rotación de las ruedas dentadas 22, 24 para un micropaso) es por tanto de 0,024° para los ángulos α_1 y α_2 .

35 El conjunto tercer motor 46-tercer tornillo sin fin 36-tercera rueda dentada 46, genera por su parte, una desmultiplicación de 16640 micropasos por revolución. El anillo de control de la potencia esférica variable es ajustable sobre un intervalo angular de 120° (lo que por tanto corresponde a 5547 micropasos) a fin de obtener la variación de potencia esférica de -25D a 25D (es decir, un intervalo de variación de 50D). Por tanto, la resolución (variación de la potencia esférica S_v para un micropaso) es 0,009D.

40 Se puede prever que, durante el paso de los valores de consigna iniciales α_1 , α_2 , S_v a los nuevos valores de consigna α'_1 , α'_2 , S'_v , cada uno de los motores primero, segundo y tercero 42, 44, 46 sean accionados durante una misma duración T (en segundos), que puede depender eventualmente de la amplitud de uno de los cambios de consigna (por ejemplo, de la variación, en valor absoluto, de potencia esférica $|S'_v - S_v|$, donde $|x|$ es el valor absoluto de x).

45 Para ello, el ordenador 66 determina por ejemplo el número p_1 de micropasos del motor 42 que permiten el paso del ángulo α_1 al ángulo α'_1 , el número p_2 de micropasos del motor 44 que permiten el paso del ángulo α_2 al ángulo α'_2 y el número p_3 de micropasos del motor 46 que permiten el paso de la potencia esférica S_v a la potencia esférica S'_v . El ordenador 66

controla entonces la rotación del motor 42 a una velocidad de p_1/T micropasos por segundo, la rotación del motor 44 a una velocidad de p_2/T micropasos por segundo y la rotación del motor 46 en una velocidad de p_3/T micropasos por segundo.

5 El elemento 50 de control comprende también un sensor 62 de temperatura, que proporciona información sobre la temperatura ambiente medida, y un inclinómetro 64, por ejemplo, realizado en forma de un acelerómetro y que proporciona información sobre la orientación del dispositivo 10 de compensación visual, por ejemplo, con respecto a la vertical. En la aplicación descrita a continuación con referencia a las figuras 6 a 12, la información de orientación se puede utilizar con el fin de determinar la configuración del refractor y por lo tanto el tipo de medición de agudeza realizada comúnmente (visión de lejos, visión intermedia o visión de cerca).

10 El ordenador 66 recibe la información de temperatura procedente del sensor 62 de temperatura y la información de orientación que proviene del inclinómetro 64 y utiliza al menos una de estas informaciones en el contexto de la determinación de los comandos a enviar a los motores 42, 44, 46.

15 En el ejemplo descrito, el módulo 70 de control utiliza la información de temperatura con el fin de compensar las variaciones de potencia esférica de la lente 6 debidas a la temperatura (que son del orden de $0.06D/^\circ C$ en el ejemplo descrito) y la información de orientación para compensar las perturbaciones eventuales del sistema de accionamiento (motores, tornillos sin fin, ruedas dentadas) debidas a cambios de orientación del dispositivo 10 de compensación visual.

Contrariamente al caso de la descripción de las figuras 2 a 4 anteriores, la siguiente descripción de las figuras 6 a 12 se refiere a las direcciones (horizontal y vertical, en particular) y a posiciones relativas ("inferior" o "superior") que corresponden a la utilización clásica del refractor para medir la agudeza visual de un paciente.

20 Las figuras 6 y 7 representan en perspectiva un refractor 100 de acuerdo con las enseñanzas de la invención, respectivamente en una primera configuración destinada a poner a prueba la visión de lejos y en una segunda configuración destinada a poner a prueba la visión de cerca, quedando entendido que el refractor también puede tener todas las posiciones intermedias.

25 El refractor 100 comprende una parte fija 102, destinado a ser montada en un soporte de cabeza refracción, y una parte móvil 104 que forma un apoyo orientable, montada sobre la parte fija 102 con la posibilidad de rotación alrededor de un eje horizontal H, por ejemplo, durante un intervalo angular dado.

La parte fija 102 aquí tiene forma de pórtico y comprende dos montantes verticales paralelos 106, 108 y una viga horizontal 110 que une los dos montantes 106, 108 en su parte superior y al nivel de la cual se puede montar la parte fija 102 sobre el soporte del cabezal de refracción, del que una parte 300 es visible en las Figuras 6 y 7.

30 En el modo de realización descrito, el soporte orientable 104 también presenta una forma de pórtico y por tanto comprende dos montantes paralelos 112, 114 y un travesaño 116 que une los dos montantes 112, 114 en su parte superior.

El montante 106 de la parte fija 102 y el montante 112 del soporte orientable 104 comprenden medios complementarios de guiado en rotación alrededor del eje horizontal H (véase la referencia 113 en la figura 10), situados aquí en la zona inferior de estos montantes. 106, 112.

35 Igualmente, el montante 108 de la parte fija 102 y el montante 114 del soporte orientable 104 comprenden medios complementarios de guiado en rotación alrededor del eje horizontal H (véase la referencia 115 en la Fig. 10), que se encuentra aquí en la zona inferior de estos montantes 108, 114.

40 Por lo tanto, el soporte orientable 104 es desplazable, con relación a la parte fija 102 y alrededor del eje horizontal H, entre una posición en la que sus montantes 112, 114 son verticales (ilustrada en la Fig. 6) y una posición en la que sus montantes 112, 114 están inclinados en un ángulo de inclinación β con respecto a la vertical V (ilustrada en la figura 7), siendo aquí $\beta = 30^\circ$.

El soporte orientable 104 se puede colocar en una o más posiciones intermedias entre estas dos posiciones.

La puesta en movimiento del soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102 está aquí motorizada: un tornillo sin fin accionado por un motor 170 (claramente visible en la figura 10) integral con el soporte orientable 104 engrana, por ejemplo, con una parte del piñón solidario de la parte fija 102.

45 Como variante, el soporte orientable 104 podría moverse manualmente con respecto a la parte fija 102; entonces se pueden prever medios mecánicos que permitan detener la rotación en una o más posiciones del soporte 104 orientable con respecto a la parte fija 102.

50 Los montantes 106, 108 de la parte fija 102 tienen aquí sustancialmente la misma forma externa que los montantes 112, 114 del soporte orientable 104 respectivamente; el montante 106 de la parte fija 102 también se coloca a la derecha con el montante 112 del soporte orientable 104 y el montante 108 de la parte fija 102 está situado a la derecha del montante 114 del soporte orientable 104. Además, la viga 110 de la parte fija 102 está ubicada a la derecha del travesaño 116.

También se prevé aquí además que los elementos estructurales de la parte fija 102 (es decir, los montantes 106, 108 y la viga 110) sean huecos con el fin de acoger los elementos correspondientes del soporte orientable 104 (es decir, respectivamente, los montantes 112, 114 y travesaño 116) cuando este último está en su posición vertical, como se ilustra en la figura 6.

5 Las figuras 8 y 9 son vistas frontales del refractor que se acaba de presentar, respectivamente visto desde el lado del operador y visto desde el lado del paciente.

Como es claramente visible en estas figuras, el refractor 100 comprende un primer subsistema de compensación visual 120 que tiene un ocular 121 destinado al ojo derecho del paciente y un segundo subsistema 122 que tiene un ocular 123 destinado al ojo izquierdo del paciente.

10 El primer subsistema 120 está montado (con una posibilidad de desplazamiento en traslación horizontal como se describe a continuación con referencia a la Fig. 11) en un primer brazo articulado 124 que se extiende paralelo al miembro transversal 116, aproximadamente en la mitad de la longitud del travesaño 116.

15 El primer brazo articulado 124 está montado en travesaño 116, en la región de extremo de éste, es decir, cerca del montante 114, con una posibilidad de rotación alrededor de un eje M que se extiende en la dirección general de extensión del montante 114, como se explica más adelante con referencia a la Figura 10.

El primer brazo articulado 124 está montado bajo el travesaño 116 y el primer subsistema 120 está montado en el primer brazo articulado 124 para extenderse, esencialmente, bajo el primer brazo articulado 124. En particular, el ocular 121 del primer subsistema 120 está ubicado en su totalidad debajo del primer brazo articulado 124.

20 De manera similar, el segundo subsistema 122 está montado (con una posibilidad de movimiento de traslación horizontal como se describe a continuación con referencia a la Figura 11) en un segundo brazo articulado 126 que se extiende paralelo al travesaño 116, aproximadamente en la otra mitad de la longitud del travesaño 116.

25 El brazo segundo articulado 126 está montado en el travesaño 116, en la región de extremo de éste (opuesto a la región de montaje del primer brazo articulado 124), es decir cerca del montante 112, con una posibilidad de rotación alrededor de un eje que se extiende en la dirección general de extensión del montante 112, como se explica a continuación con referencia a la figura 10.

El segundo brazo articulado 124 está montado bajo el travesaño 116 y el segundo subsistema 120 está montado en el segundo brazo articulado 126 para extenderse, esencialmente, debajo del segundo brazo articulado 126. En particular, el ocular 123 del segundo subsistema 122 está ubicado en su totalidad debajo del segundo brazo articulado 126.

30 Más precisamente, los respectivos centros de los oculares 121, 123 del primer y segundo subsistemas 120, 122 están situados en el plano horizontal que contiene el eje horizontal H de rotación del soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102.

Como se ve claramente en la figura 9, la parte fija 102 también lleva medios para colocar la cabeza 130 del paciente, generalmente denominados "apoyo frontal", posiblemente en una posición que se puede ajustar en traslación según la dirección vertical (es decir paralelo al eje vertical V).

35 Se propone aquí que el refractor esté dimensionado de manera que el eje horizontal H pase por los centros de rotación de los ojos del paciente.

40 Así, cuando el paciente coloca su cabeza contra los medios de posicionamiento con sus ojos enfrente de los oculares 121, 123, los subsistemas 120, 122 tienen un movimiento muy limitado al nivel de los oculares 121, 123 cuando se inclina el soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102, que también sigue la mirada del paciente (en particular cuando este último baja la vista en visión de cerca).

Cada subsistema 120, 122 comprende varios elementos protegidos por un recinto 140 formado en particular por una cara delantera 142, una cara trasera 144 y una cara inferior 146. Cada subsistema 120, 122 comprende en particular un dispositivo 200 de compensación visual como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 1 a 5.

45 La cara delantera 142 y la cara trasera 144 tienen cada una, una ventana óptica 143, 145 que delimita (en cada cara 142, 144) el ocular 121, 123 del subsistema en cuestión 120, 122.

El subsistema 122 se describe en detalle a continuación con referencia a la Figura 12. El subsistema 120 está construido de una manera similar (los dos subsistemas 120, 122 son simétricos alrededor de un plano vertical que pasa por el centro del travesaño 116).

50 Gracias al tamaño limitado del dispositivo 200 de compensación visual descrito anteriormente con referencia a las Figs. 1 a 5, la cara inferior 146 de cada subsistema 120, 122 está cerca del eje óptico del dispositivo de compensación visual en cuestión (en otras palabras, del centro del ocular 121, 123 en cuestión). Así, debido a la construcción adoptada como se indicó anteriormente (eje de rotación H al nivel de los centros de los oculares 121, 123), la cara inferior 146 de cada

subsistema 120, 122 está cerca (por ejemplo, situada a una distancia d inferior o igual a 30 mm o menos, preferiblemente inferior o igual a 20 mm - aquí igual a 20 mm, en proyección en un plano vertical) del eje de rotación H del soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102.

5 Por este hecho, el soporte orientable 104, y en particular los subsistemas 120, 122, no interfieren con la cara del usuario cuando el soporte orientable 104 es desplazado en rotación alrededor del eje horizontal H para pasar de la configuración adaptada a la medición de visión de lejos (figura 6) a la configuración adaptada a la medida de la visión de cerca (figura 7).

10 Cada subconjunto 120, 122 también comprende medios de posicionamiento de un diaporámometro 150, 152 móvil entre dos posiciones distintas en la cara frontal 142: en una primera posición, los prismas de la diaporámometro están alineados con el centro del ocular 121, 123 en cuestión, es decir, con el eje óptico del dispositivo de compensación visual en cuestión; en la segunda posición, el diaporámometro se coloca fuera del ocular 121, 123 en cuestión y deja libre la ventana óptica 143.

En el ejemplo descrito aquí, estos medios de posicionamiento son imanes llevados por cada diaporámometro 150, 152 y destinados a cooperar con elementos magnéticos (aquí imanes) del subsistema en cuestión 120, 122, como se explica más adelante con referencia a la figura 12.

15 Cada diaporámometro 150, 152 comprende dos monturas guiadas en rotación, dentados en su periferia y que llevan un prisma en un alojamiento, estando alineados los prismas de las dos monturas. Cada montura puede ser arrastrada en rotación por un activador dedicado, por ejemplo, compuesto por un motor (paso a paso o de corriente continua) y un tornillo sin fin.

Cada diaporámometro 150, 152 también puede incluir un acelerómetro para poder determinar su propia posición en la cara frontal 142 del recinto del subsistema 120, 122 en cuestión.

20 Como puede verse en la figura 8, el soporte orientable 104 tiene, por ejemplo, en la región central del travesaño 116, un medio 154 de iluminación (por ejemplo, producido por medio de un emisor/receptor de infrarrojos), que se puede utilizar en particular durante la medición de la agudeza en la visión de cerca, y un dispositivo emisor/receptor 156 asociado con una tarjeta electrónica 160 de control como se explica a continuación con referencia a la Fig. 10.

La figura 10 muestra en detalle el soporte orientable 104 en forma de un corte.

25 El travesaño 116 aloja la tarjeta 160 de control electrónico, aquí dispuesta horizontalmente y sobre casi toda la longitud del travesaño 116. La tarjeta 160 de control electrónico lleva, en particular, los medios 154 de iluminación y el dispositivo emisor/receptor 156, aquí en contacto con una cara frontal del miembro transversal 116 provista de orificios, respectivamente, a la derecha de los medios 154 de iluminación y del dispositivo emisor/receptor 156.

30 El travesaño 116 también acomoda, respectivamente a una y otra parte de la tarjeta 160 de control electrónico (en la dirección de la longitud del elemento transversal 116), un primer motor 161 y un segundo motor 162: el primer motor 161 hace posible provocar el desplazamiento del primer brazo articulado 124 alrededor de su eje de rotación 164 (orientado como ya se ha indicado en la dirección M de extensión del montante 114); el segundo motor 162 permite provocar el desplazamiento del segundo brazo articulado 126 alrededor de su eje de rotación 166 (paralelo al eje 164 de rotación del primer brazo articulado y a la dirección M).

35 Cada uno de los primer y segundo motores 161, 162 está montado en un extremo de la tarjeta 160 de control electrónico y es controlado por esta última de acuerdo con las instrucciones recibidas a través del dispositivo emisor/receptor 156.

40 Como es claramente visible en la Fig. 10, el movimiento de los brazos articulados 124, 126 debido al accionamiento de los motores 161, 162 permite que los ejes ópticos de los subsistemas 120, 122 converjan (llevados, respectivamente, por los brazos articulados 124, 126 como ya indicado), en particular de una manera adaptada a la visión de cerca. Se entiende que los brazos articulados 124, 126 generalmente se pueden desplazar hacia adelante o hacia atrás del plano general del refractor.

El ángulo Φ de convergencia a utilizar para una medición de la agudeza visual a una distancia D (distancia entre la pupila y la escala de agudeza) y para una persona con una mitad de separación pupilar dPD para el ojo en cuestión está dada por la fórmula: $\Phi = \arctan(dPD/D)$.

45 Con el fin de ser capaz de adaptarse a las mayores separaciones pupilares generalmente encontradas (80 mm) y a un objeto observado (escala de agudeza) a una distancia $D = 350$ mm, se prevé por ejemplo que cada subsistema 120, 122 puede tener un movimiento de rotación alrededor del eje asociado 164, 166 que llega hasta un valor límite comprendido entre 5° y 20° , aquí $6,5^\circ$.

50 El soporte 104 orientable también lleva (aquí en el interior del montante 112) el motor 170 que permite, como se indicó anteriormente, ajustar la inclinación del soporte orientable 104 con respecto a la parte 102 fija.

El motor 170 también está conectado a la tarjeta 160 de control electrónico y, por lo tanto, puede ser controlado por instrucciones recibidas a través del dispositivo emisor/receptor 156. Un sistema de codificación (rueda codificada/sensor),

también asociada a la tarjeta 160 de control electrónico, se coloca opcionalmente en la parte inferior del montante 112 con el fin de saber permanentemente la inclinación del soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102.

5 La tarjeta electrónica 160 y los motores 161, 162, 170 son, por ejemplo, alimentados por medio de un circuito de alimentación conectado a la red eléctrica del practicante en el lado de la parte fija 102 y que se une al soporte orientable 104 en la zona de montaje en rotación del soporte orientable 104 sobre la parte 102 fija.

10 Cada montante 112, 114 del soporte orientable 104 también lleva un dispositivo 168, 169 de captura de imagen, aquí una cámara (por ejemplo utilizando un sensor de CMOS provisto de un objetivo de tipo infrarrojo o visible) conectado a la tarjeta 160 de control electrónico por un enlace con hilos, montado de manera que su eje de visión sea sustancialmente paralelo al eje de rotación H del soporte orientable 104 con respecto a la parte fija 102: cada dispositivo 168, 169 de captura de imagen por lo tanto tiene en su campo, un perfil de la cara en el nivel del ojo en cuestión y la cara trasera 144 del recinto del subsistema 120, 122 en cuestión al nivel del ocular 121, 123 en cuestión.

15 Por lo tanto, para el ojo izquierdo y para el ojo derecho, la tarjeta 160 de control electrónico puede procesar la imagen tomada por el dispositivo 168, 169 de captura de imágenes en cuestión: por una parte, esta imagen puede ser emitida a través del dispositivo emisor/receptor 156 a un sistema externo, tal como el ordenador de un facultativo, por ejemplo, para que el facultativo pueda verificar que los ojos del paciente están colocados correctamente en el centro de los oculares 121, 123; por otra parte, la tarjeta 160 de control electrónico puede medir, sobre la base de esta imagen, la distancia entre la parte superior de la córnea del ojo en cuestión y la cara posterior 144 del recinto del subsistema 120, 122 en cuestión para corregir eventualmente las consignas de potencia del dispositivo de compensación visual en cuestión para tener en cuenta esta distancia.

20 En efecto, tomando el ejemplo de una potencia esférica S de distancia focal equivalente F, un error ϵ de posicionamiento viene a tener una corrección de la distancia focal F', equivalente a una potencia esférica S', con:

$$F' = F - \epsilon \quad \text{y} \quad S' = S \left(\frac{1}{1 - \frac{\epsilon}{F}} \right),$$

lo que da como primera aproximación $S' = S \cdot (1 + \epsilon \cdot S)$.

25 La tarjeta 160 de control electrónico enviará, por tanto, a cada uno de los dispositivos de compensación visual, consignas de potencia esférica y cilíndrica que dependerán no solo de las potencias esféricas y cilíndricas buscadas por el facultativo, sino también de la distancia ojo - dispositivo (aquí córnea - cara trasera 144) medida por el dispositivo 168, 169 de captura de imágenes.

La figura 11 muestra en detalle el montaje del subsistema 122 para medir la agudeza visual del ojo izquierdo del paciente sobre el brazo articulado 126.

30 El brazo articulado 126 lleva en su extremo externo (es decir, para el subsistema 122 destinado al ojo izquierdo, su extremo izquierdo visto desde el lado del paciente como en la Fig. 11) un motor 180 (aquí un motor paso a paso escalón) diseñado para accionar en rotación una varilla fileteada 182 sobre la cual se monta una corredera 184 provista de una rosca interna complementaria de la de la varilla fileteada 182.

35 La corredera 184 se prolonga hacia abajo mediante una extensión 185 que se extiende a través de una ranura formada en la pared inferior del brazo articulado 126 y en cuyo extremo inferior está montado el subsistema 122.

40 Como se especificará más adelante con referencia a la Fig. 12, el subsistema 122 comprende un dispositivo 200 de compensación visual tal como el descrito anteriormente con referencia a las Figs. 1 a 5, orientado de modo que su espacio paralelepípedo de recepción de los motores se sitúa lateralmente y en el exterior (aquí a la izquierda visto desde el lado del paciente) de su espacio cilíndrico de recepción de los elementos ópticos, es decir del ocular 123 (que corresponde a la ventana óptica 145 formada en la cara trasera 144 del recinto del subsistema 122, cara trasera 144 formada en este lugar por la caja 12 del dispositivo 200 de compensación visual).

En otras palabras, el dispositivo 200 de compensación visual se coloca en el seno del subsistema 122 de manera que el eje Z visible en las figuras 2 a 4 sea paralelo al eje de rotación horizontal H (siendo el eje Y de las Figuras 2 a 4 a su vez paralelo a la dirección M de extensión del montante 112).

45 El subsistema 122 está montado precisamente en la extensión 185 de la corredera 184 al nivel del dispositivo 200 de compensación visual, en la parte de unión entre el espacio paralelepípedo de recepción de los motores y el espacio cilíndrico de recepción de los elementos ópticos.

El motor 180 está conectado a la tarjeta 160 de control electrónico y, por tanto, puede ser controlado sobre la base de las instrucciones recibidas a través del dispositivo emisor/receptor 156. Por otra parte, un sistema 186 de codificación (rueda

codificada/sensor), también conectado a la tarjeta 160 de control electrónico, permite conocer con precisión la posición angular de la varilla fileteada 182 y por tanto la posición de la corredera 184 y del subsistema 122.

La activación del motor 180 permite la puesta en rotación de la varilla fileteada 182 y, en consecuencia, el desplazamiento de la corredera 184 y del subsistema 122 a lo largo del brazo articulado 126.

5 Así, el subconjunto 122 puede tomar en particular dos posiciones: una posición ajustable adaptada a la morfología del paciente (de manera que el ojo del paciente y el ocular 123 estén alineados) y una posición oculta, en la que se coloca la corredera 184. en su posición de extremo exterior (a la izquierda en la figura 11) y, por lo tanto, el subsistema 122 está fuera del campo de visión del paciente.

10 La posición oculta se puede utilizar, por ejemplo, para medir la agudeza visual del paciente sin corrección o para colocar el refractor a una altura adaptada para el paciente (ya que el facultativo verá entonces los ojos del paciente sin dificultad), pudiendo entonces el subconjunto 122 ser llevado a posición de trabajo en una segunda etapa.

Como ya se ha indicado, el montaje del subsistema 120 sobre el brazo articulado 124 y su desplazamiento se realizan de forma análoga a lo que se acaba de describir para el subsistema 122 sobre el brazo articulado 126.

La figura 12 muestra el subsistema 122 diseñado para la medición de la agudeza visual del ojo izquierdo del paciente.

15 Como se indicó anteriormente, este subsistema 122 comprende en particular un dispositivo 200 de compensación visual tal como el descrito anteriormente con referencia a las figuras 1 a 5.

El subsistema 122 está además encerrado por un recinto, cuya cara trasera 144 está formada por parte de la caja 12 del dispositivo 200 de compensación visual.

20 Entre el dispositivo 200 de compensación visual y la cara frontal 142 del recinto (en la dirección del eje óptico), el subsistema 122 lleva una rueda interna 190 y una rueda externa 192 centradas sobre un eje de rotación común paralelo al eje óptico y distinto de él (siendo el eje óptico el del dispositivo 200 de compensación visual, situado en el centro del ocular 123).

25 La rueda interior 190 lleva, por ejemplo, una pluralidad de elementos ópticos (por ejemplo, parte de ocultación, filtro polarizador, filtro de color, filtro Maddox, prisma de desacoplamiento) uno de los cuales puede colocarse selectivamente delante del eje óptico. La rueda interior 190 también tiene un paso libre que también puede colocarse delante del eje óptico de modo que el procesamiento óptico proporcionado por el subsistema 122 corresponda al generado por el dispositivo 200 de compensación visual.

30 En el modo de realización descrito aquí, donde el subsistema 122 lleva en su cara frontal 142 un diaporámetro 152 desplazable en la cara delantera 142, la rueda exterior 192 lleva, por ejemplo, elementos magnéticos (aquí imanes) que cooperan como ya se ha indicado con los imanes del diaporámetro de modo que un desplazamiento de la rueda exterior 192 alrededor del eje común antes mencionado provoca el movimiento del diaporámetro 152 entre su primera posición (donde los prismas están situados sobre el eje óptico) y su segunda posición (donde el diaporámetro deja libre el campo de visión definido por el ocular 123).

35 La rueda interior 190 y/o la rueda exterior 192 están montadas, por ejemplo, en una caja amovible provista de una hoja de protección contra el polvo. El facultativo puede así cambiar los elementos ópticos (filtro, prisma, parte de ocultación) presentes en el subsistema 122.

La cara frontal 142 tiene un rebaje 195 para reducir el volumen del subsistema 122 en su parte inferior para limitar la longitud del trayecto óptico en el producto en beneficio de la amplitud del campo de visión.

De hecho, la rueda interior 190 y la rueda exterior 192 están provistas aquí de dientes en su periferia, con los que viene a engranar un piñón accionado por el correspondiente motor 194, 196 de accionamiento.

40 Los motores de accionamiento 194, 196 son controlados por la tarjeta 160 de control electrónico. Un sistema de codificación absoluta, no mostrado, permite realizar la inicialización de la rueda interior 190 y de la rueda exterior 192 por separado.

45 Gracias al diseño adoptado, el subsistema 122 es de dimensiones reducidas, típicamente inferiores a 120 mm de altura (es decir, según la dirección M) y de ancho (es decir según la dirección H) e inferior a 60 mm según el grosor (es decir, a según el eje óptico X del dispositivo 200 de compensación visual); en el ejemplo descrito aquí, cada subsistema tiene unas dimensiones de 80 mm de altura, 80 mm de ancho y 43 mm de grosor.

A continuación, se describe un ejemplo del uso del refractor que se acaba de describir.

50 Los subsistemas 120, 122 se colocan en primer lugar en la posición ocultada (es decir, en su posición horizontal más alejada de un plano vertical medio que pasa por el centro del travesaño 116). El soporte orientable 104 se encuentra por su parte en posición vertical (es decir, en la configuración del refractor adaptada a la visión de lejos como se muestra en la figura 6).

ES 2 869 390 T3

Luego, el paciente coloca su cabeza delante del refractor.

El facultativo puede así ajustar la posición de altura del refractor por medios convencionales no discutidos aquí, tanto más fácilmente ya que ve los ojos del paciente porque los subsistemas 120, 122 están en la posición oculta.

5 El paciente entonces coloca su frente en los medios 130 de posicionamiento y el facultativo controla (por ejemplo, usando un ordenador que envía instrucciones apropiadas a la tarjeta 160 de control electrónico) la activación de los motores 180 a fin de desplazar los subsistemas 120, 122 horizontalmente a lo largo de los brazos articulados 124, 126 hasta que los oculares 121, 123 se sitúen delante de los ojos del paciente.

El refractor está en este momento configurado para medir la agudeza visual del paciente en visión de lejos.

10 El facultativo puede entonces controlar (también por medio del ordenador que emite instrucciones a la tarjeta 160 de control electrónico) el posicionamiento de los diversos elementos de cada subsistema 120, 122, y en particular:

- en función de las consignas de correcciones esférica y cilíndrica para un ojo dado recibidas por la tarjeta 160 de control electrónico, la tarjeta 160 de control electrónico emite consignas al dispositivo de compensación visual asociadas con el ojo en cuestión, teniendo en cuenta como continuación como se ha indicado anteriormente la distancia entre el ojo y el dispositivo de compensación visual medida gracias al dispositivo de captura de imágenes;
- 15 - la tarjeta 160 de control electrónico controla opcionalmente la rotación del motor 194 para colocar, si es necesario, un filtro o un prisma suplementario según el eje óptico;
- la tarjeta 160 de control electrónico controla eventualmente la rotación del motor 196 para colocar, si es necesario, los prismas del diasporámetro 150, 152 delante del ocular 121, 123 en cuestión, así como la rotación de los motores del diasporámetro 150, 152 con el fin de obtener la corrección prismática requerida.

20 Cuando se encuentra una corrección adaptada a la ametropía del paciente en visión de lejos, el facultativo, por ejemplo, ordena la memorización de los valores de corrección (esférica, cilíndrica y prismática) en asociación con la inclinación actual del soporte orientable (determinada por ejemplo por la tarjeta 160 de control electrónico gracias al sistema de codificación asociado al motor 170 o por los dispositivos 200 de compensación visual gracias a la información de orientación proporcionada por el acelerómetro), aquí una inclinación nula.

25 El facultativo controla entonces la inclinación del soporte orientable 104 (por medio de su rotación con relación a la parte fija 102 alrededor del eje horizontal H, realizada por medio del motor 170 controlado por la tarjeta 160 de control electrónico en función de las instrucciones recibidas a través del dispositivo emisor/receptor 156 del ordenador del facultativo).

30 El refractor está entonces en su configuración en la que el soporte orientable 104 está inclinado, por ejemplo, 30° con respecto a la vertical, para medir la agudeza visual del paciente en visión de cerca. Se comprende que el soporte orientable 104 también se puede colocar en otras posiciones intermedias para medir la agudeza visual en visión intermedia.

Como ya se ha indicado, debido a que el eje horizontal H se coloca a nivel del centro de rotación del ojo, los oculares 121, 123 siguen la mirada del paciente y el refractor está por lo tanto dispuesto para medir la agudeza visual del paciente en visión de cerca sin que tenga que reposicionarse.

35 El facultativo puede entonces controlar (como ya se explicó anteriormente para la visión de lejos) el posicionamiento de los diversos elementos de cada subsistema 120, 122.

40 Cuando se encuentra una corrección adaptada a la ametropía del paciente en la visión de cerca, el facultativo, por ejemplo, ordena la memorización de los valores de corrección (esférica, cilíndrica y prismática) en asociación con la inclinación actual del soporte orientable (determinada por ejemplo por la tarjeta 160 de control electrónico gracias al sistema de codificación asociado al motor 170 o por los dispositivos 200 de compensación visual gracias a la información de orientación proporcionada por el acelerómetro), aquí una inclinación de 30°.

Los valores de corrección memorizados (tanto para la visión de lejos como para la visión de cerca, y eventualmente para la visión intermedia) se podrán utilizar entonces para la realización de lentes oftálmicas adaptadas a la vista del paciente.

REIVINDICACIONES

1. Refractor (100) que comprende:

- 5 – un recinto que comprende una cara frontal (142) que presenta una primera ventana óptica (143) y una cara posterior (144) que presenta una segunda ventana óptica (145) alineada con la primera ventana óptica (143) según un eje óptico de observación;
- al menos un dispositivo (10; 200) de compensación visual que permite observar según el eje óptico de observación;
- el dispositivo (10; 200) de compensación visual comprende, entre la primera ventana y la segunda ventana, un primer elemento óptico (6) de potencia esférica según el eje óptico variable; y por que
- 10 – el recinto está montado sobre un soporte orientable (104) móvil en rotación con respecto a una parte fija (102) alrededor de un eje horizontal (H);

caracterizado por que

15 el refractor comprende al menos un dispositivo (168; 169) de captura de imágenes que tiene un eje de visión, en el que el dispositivo (168; 169) de captura de imágenes está montado en el refractor (10) de modo que el eje de visión sea esencialmente paralelo a dicho eje horizontal (H), lo que permite vigilar de manera permanente la situación del ojo en relación con el dispositivo de compensación visual.

2. Refractor según la reivindicación 1, en el que el dispositivo (10; 200) de compensación visual está diseñado para generar una corrección cilíndrica de eje de cilindro variable y de potencia variable.

20 3. Refractor según la reivindicación 1 o 2, en el que el dispositivo (10; 200) de compensación visual comprende un segundo elemento óptico (2) de potencia cilíndrica y un tercer elemento óptico (4) de potencia cilíndrica, siendo el segundo elemento óptico (2) y el tercer elemento óptico (4) ajustables en rotación alrededor del eje óptico independientemente entre sí.

4. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el recinto está montado sobre un brazo articulado (124; 126) con respecto al soporte orientable (104) alrededor de un eje (M) perpendicular al eje horizontal (H).

25 5. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el recinto está montado sobre el soporte orientable (104) en una posición ajustable según el eje horizontal (H).

6. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que una rueda (190; 192) está montada móvil en rotación en el recinto alrededor de un eje paralelo al eje óptico y lleva al menos un elemento complementario destinado a ser colocado delante del eje óptico.

30 7. Refractor según la reivindicación 6, en el que el elemento complementario es un filtro o un prisma o una abertura o una pantalla.

8. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende medios de montaje móvil de un diasporámetro (150; 152) en la cara frontal (142) del recinto en una primera posición, en la que al menos un prisma del diasporámetro (150; 152) está alineado con el eje óptico, y en una segunda posición, en la que el diasporámetro (150; 152) deja libre la primera ventana óptica.

35 9. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el recinto presenta una cara inferior (146) y en el que la distancia, en proyección en un plano vertical, entre el eje óptico y la cara inferior (146) es inferior a 30 mm. .

10. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la posición del soporte orientable (104) se puede ajustar en rotación alrededor del eje horizontal (H) mediante un activador (170).

40 11. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la parte fija (102) comprende medios (130) para posicionar una parte de la cabeza de un usuario.

12. Refractor según la reivindicación 11, en el que la parte fija (102) está dimensionada de modo que dicho eje horizontal (H) pasa por los ojos de dicho usuario.

13. Refractor según la reivindicación 12, en el que la parte fija está dimensionada de modo que el eje horizontal (H) pase por el centro de rotación de al menos un ojo de dicho usuario.

45 14. Refractor según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el dispositivo (168; 169) de captura de imágenes está diseñado para medir la distancia entre el ojo y el dispositivo (200) de compensación visual.

15. Refractor según la reivindicación 14, en el que el dispositivo de compensación visual está diseñado para controlar la potencia esférica del primer elemento óptico (6) en función de la distancia medida.

16. Procedimiento para medir la refracción mediante un refractor según una de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende las siguientes etapas:

- inclinación del soporte orientable (104) con respecto a la parte fija (102);
- ajuste de la potencia esférica del primer elemento óptico (6); y

5 - memorización de la potencia esférica ajustada.

17. Procedimiento de medición según la reivindicación 16, en el que el ajuste de la potencia esférica se efectúa en función de una distancia entre un ojo de un usuario y el dispositivo de compensación visual medida por un dispositivo (168; 169) de captura de imágenes.

Fig.1

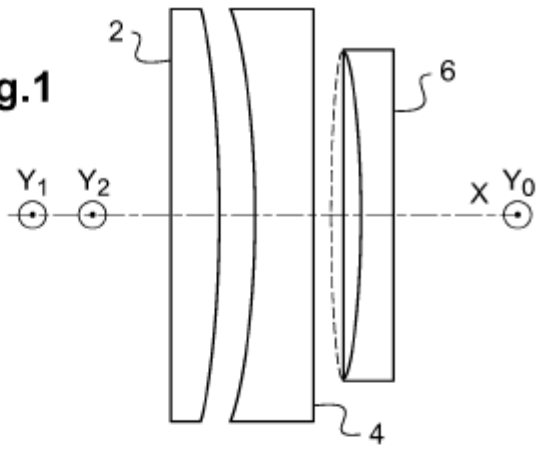


Fig.2

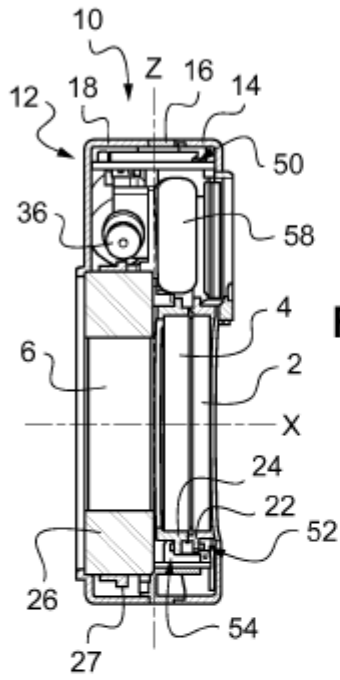


Fig.5

