(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 914 092**

(51) Int. CI.:

A61B 3/024 (2006.01)
A61B 3/11 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2010 PCT/IL2010/000624**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **10.02.2011 WO11016029**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2010 E 10754996 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2022 EP 2459051**

(54) Título: **Sistema y método para el análisis de la perimetría cromática objetiva mediante el uso del pupilómetro**

(30) Prioridad:

02.08.2009 US 230733 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.06.2022

(73) Titular/es:

TEL HASHOMER MEDICAL RESEARCH INFRASTRUCTURE AND SERVICES LTD. (100.0%)
The Chaim Sheba Medical Center Tel HaShomer 52 621 Ramat Gan, IL

(72) Inventor/es:

ROTENSTREICH, YGAL y
ROSNER, MORDECHAI

(74) Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

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

Sistema y método para el análisis de la perimetría cromática objetiva mediante el uso del pupilómetro

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema, dispositivo y un método para la prueba del campo visual y en particular, a tal sistema y método en el que se proporciona una prueba de perimetría cromática objetiva o una prueba de visión del color mediante el uso de un pupilómetro.

Antecedentes de la invención

Una prueba del campo visual conocida también como perimetría, es un método para medir todo el alcance de la visión de un individuo es decir, la visión central y periférica. Tales pruebas del campo visual intentan mapear el campo visual de cada ojo individualmente. Las pruebas del campo visual se usan con mayor frecuencia para detectar cualquier signo de glaucoma provocado por daño al nervio óptico. Además es útil para la detección de la enfermedad retiniana central o periférica, afecciones de los párpados como ptosis o caída, enfermedad del nervio óptico, y enfermedades que afectan las vías visuales dentro del cerebro y que se asocian con el Sistema Nervioso Central ("CNS").

El método que prevalece actualmente para las pruebas del campo visual se realiza de la siguiente manera: se cubre un ojo del paciente y se coloca el mentón sobre un mentonero cóncavo. El paciente debe mirar al frente en todo momento para evitar probar la visión central en lugar de la periférica. A continuación, se proyectan destellos de luz de varias intensidades y ubicaciones en el ojo examinado. Siempre que el paciente nota un destello tiene que pulsar un botón. Después que todos los ángulos de visión relevantes se cubren un programa informático analiza las respuestas del paciente y evalúa el mapa del campo visual del ojo examinado.

El principal obstáculo del procedimiento anterior es su subjetividad, que requiere que el paciente comprenda las instrucciones de prueba, coopere completamente, y complete toda la prueba para proporcionar información útil. Sin embargo, la cooperación del paciente puede depender fuertemente de su nivel de fatiga, vigilia y atención. Este problema es especialmente grave en el caso de pacientes enfermos o ancianos, niños más pequeños o pacientes con discapacidades mentales y retardo en el desarrollo. En consecuencia, los resultados de prueba obtenidos por el método actual pueden no ser precisos y pueden dar lugar a un diagnóstico médico falso. Además, los resultados pueden no ser repetibles, lo que no permite un seguimiento confiable y eficaz de la condición médica del paciente.

Pruebas adicionales para evaluar el estado del ojo es el Reflejo de luz pupilar ("PLR") para proporcionar signos clínicos de la condición asociada con el CNS. El PLR prueba la respuesta de la pupila, es decir la constricción, al probar la respuesta de estímulo de la pupila en cada ojo donde un ojo sano es indicativo de una constricción simétrica de ambas pupilas. Puede obtenerse una medición cuantitativa de un PLR mediante el uso de un pupilómetro.

La perimetría de la pupila utiliza un pupilómetro junto con una disposición de estímulo similar a la de un perímetro para medir la latencia y la amplitud de la constricción de la pupila en respuesta a unos estímulos, generalmente en la forma de unos destellos de luz puntuales ("área pequeña") que se dirige a diferentes ubicaciones en la retina.

La respuesta pupilar a los incrementos de luminancia espacialmente localizados se ha usado como un indicador de daño retiniano glaucomatoso, pero los estímulos del área pequeña usados en la perimetría pupilar pueden dirigirse a áreas retinianas pequeñas que sólo estimulan débilmente un PLR, y pueden fallar en estimular un PLR si el área retiniana pequeña que se estimula por la luz se ha dañado por el glaucoma. Las pruebas de perimetría pupilar estándar producen grandes variaciones en la amplitud de respuesta de la pupila entre los pacientes y los cambios en la sensibilidad de respuesta de la pupila con la ubicación retiniana de los estímulos de luz del área pequeña han limitado también la utilidad de tales mediciones.

En algunas referencias se han mencionado pruebas visuales objetivas basadas en pupilómetros, en base a un estímulo de haz acromático que se aplica en varios ángulos, por ejemplo patente de Estados Unidos 5610673 de Rafal y otros, patente de Estados Unidos 7,524,064 de Wyatt, patente de Estados Unidos 7,258,444 de Gorin. Sin embargo, estos métodos no logran un mapeo del campo visual preciso ni repetible debido a su susceptibilidad a las variaciones de tiempo en el sistema ocular humano y a las diferencias en el comportamiento del sistema ocular de diferentes pacientes.

El documento JP2004216118 describe un método perimétrico mediante el uso de estímulos rojos y azules para determinar mapas específicos de estímulo. Estos mapas pueden compararse con fines de diagnóstico adicionales. No se dan más detalles en cuanto a la comparación, ni se proporcionan longitudes de onda específicas de los estímulos.

Resumen de la invención

Hay una necesidad insatisfecha, y sería muy útil tener, un sistema y un método para el análisis de perimetría cromática objetiva mediante el uso del pupilómetro que sea adecuado para proporcionar una indicación del estado de salud del ojo y en particular para identificar daños en el ojo. La presente invención supera las deficiencias de los antecedentes al proporcionar un sistema y método que proporciona una prueba y un análisis objetivo que es capaz de cuantificar el estado de salud del ojo de un individuo. El sistema y método superan las deficiencias de la técnica al proporcionar una indicación específica individual de las áreas problemáticas del ojo al obtener mediciones que son relativas al campo de visión de un individuo en puntos de prueba del campo visual específicos, en lugar de la prueba del campo completo proporcionada por la técnica anterior. Además la prueba objetiva de las modalidades opcionales de la presente invención proporciona una prueba rápida que no requiere interacción o entrada específica del paciente, que es subjetiva y a menudo poco confiable o engañosa. Más bien la prueba de la presente invención mide más preferentemente el PLR de un sujeto sin la entrada de un sujeto que asegure la naturaleza objetiva de la prueba, por lo tanto más confiable y repetitiva.

La presente invención proporciona un sistema y método para evaluar la respuesta de un individuo a al menos dos o más estímulos que se asocian individualmente con el tejido anatómico, las células, el ganglio, o estructuras anatómicas similares que comprenden el ojo, por ejemplo que incluye pero no se limita al ganglio, más preferentemente los bastones y los conos, y dilucidar una relación que refleje la respuesta relativa de los estímulos utilizados. La relación utilizada comprende al menos dos mediciones de respuesta asociadas con el grupo que comprende bastones, conos, ganglio. Una variante opcional no de acuerdo con la presente invención proporciona un sistema y método para probar la respuesta de un individuo a al menos tres o más estímulos que se asocian individualmente con el tejido anatómico, células, ganglio, o las estructuras anatómicas similares que comprenden el ojo, por ejemplo que incluyen pero no se limitan a ganglio, bastones y conos, y dilucidar opcionalmente al menos una o más relaciones que reflejan la respuesta relativa de los estímulos utilizados; más preferentemente dilucidar al menos dos relaciones que reflejan la respuesta relativa de los estímulos utilizados. Por ejemplo, al menos dos relaciones utilizadas pueden ser por ejemplo cualquier combinación de la relación seleccionada del grupo que comprende bastones a ganglio, conos a ganglio, bastones a cono, ganglio a bastones, ganglio a conos, o similares. Opcionalmente la evaluación del ojo puede proporcionarse por una utilización de una relación que comprende un denominador común por ejemplo, puede compararse y evaluarse una relación de bastones a ganglio con respecto a la relación de conos a ganglio.

Una modalidad preferida de la presente invención introduce al menos dos o más estímulos que comprenden al menos un estímulo específico de cono y al menos un estímulo específico de bastón, a una pluralidad de ubicaciones referidas en la presente descripción como puntos del campo visual ('VFP') de al menos un ojo, y medir la respuesta del PLR, es decir la constricción de la pupila, a través de un pupilómetro; y comparar la respuesta del PLR, en un VFP dado, del estímulo respectivo para obtener una relación indicativa del estado de salud del ojo de un individuo.

Por ejemplo, el estímulo que se orienta hacia la varilla y el estímulo se proporciona en la forma de destellos de luz cromática que comprenden una longitud de onda corta más preferentemente un haz estrecho dentro del rango del espectro azul, por ejemplo que incluye pero no se limita a una longitud de onda de aproximadamente 450 nm, 455 nm, 460 nm, 465 nm, 470 nm, 475 nm, 480 nm, 485 nm, 490 nm o similares, más preferentemente los estímulos utilizados son de aproximadamente 485 nm.

Opcionalmente el estímulo específico del cono se proporciona en la forma de destellos de luz cromática que comprenden una longitud de onda larga más preferentemente un haz estrecho dentro del rango del espectro rojo, por ejemplo que incluye pero no se limita a longitudes de onda de aproximadamente 630 nm, 635 nm, 640 nm, 645 nm, 650 nm, 655 nm, 660 nm, 665 nm, 670 nm, 675 nm, 680 nm, 685 nm, 690 nm, 695 nm, 700 nm cualquier combinación de las mismos o similares.

Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, la relación obtenida de acuerdo con la modalidad opcional de la presente invención es una relación de respuesta de estímulo específica de cono a una respuesta de estímulo específica de bastón.

Opcionalmente la relación utilizada puede ser específica de la región alrededor de los diferentes puntos del campo visual examinados. Por ejemplo, no de acuerdo con la invención, los puntos del campo central del VFP pueden utilizar opcionalmente una relación determinada por la respuesta de estímulo específica de bastón a la respuesta de estímulo específica de cono, mientras que los puntos del campo periférico pueden utilizar una relación de respuesta de estímulo específica de cono a una respuesta de estímulo específica de bastón, como una indicación del estado de salud de los ojos en la región particular y/o punto del campo visual.

Opcionalmente la relación proporcionada por el sistema y método de la presente invención proporciona mediciones específicas individuales, reduce la variabilidad entre la población examinada, un indicador del estado de equilibrio interno de un individuo asociado con el estado simpático y parasimpático. Opcionalmente la utilización de la relación tiene en cuenta y reduce la variabilidad debido a la dispersión de la luz y la inhibición supranuclear. Opcionalmente la relación de acuerdo con la presente invención puede tener en cuenta la variabilidad entre el tamaño de la pupila

de la población, lo que proporciona de esta manera una medición estandarizada con relación a un individuo en lugar de una población. Opcionalmente y preferentemente la relación es adecuada para evaluar y proporcionar una indicación de la extensión del borde del campo visual de un individuo.

La presente invención resuelve las limitaciones de la técnica anterior al proporcionar, en al menos algunas modalidades, una prueba del campo visual confiable y objetiva, que es confiable y repetible.

Una modalidad opcional de la presente invención proporciona un sistema de apoyo de decisiones para diagnosticar daños oculares y/o retinianos al evaluar el PLR de un sujeto en respuesta a al menos dos o más estímulos cromáticos para definir una relación indicativa del estado de salud subyacente del ojo examinado.

De acuerdo con la invención, los al menos dos estímulos se componen de un primer estímulo que comprende un estímulo cromático de longitud de onda corta y un segundo estímulo que comprende un estímulo cromático de longitud de onda larga, y en donde la relación se determina al evaluar la respuesta del PLR de longitud de onda larga con respecto a la respuesta del PLR de longitud de onda corta del ojo examinado.

Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, el primer estímulo está dentro del rango azul de aproximadamente 450 nm a aproximadamente 490 nm, opcionalmente y preferentemente aproximadamente 475 nm, más preferentemente 480 nm y más preferentemente 485 nm. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, el segundo estímulo está dentro del rango rojo de aproximadamente 635 nm a aproximadamente 700 nm, opcionalmente y preferentemente aproximadamente 650 nm.

Una modalidad de la presente invención proporciona un sistema para la prueba de perimetría cromática objetiva que comprende un pupilómetro, un proceso y una cámara de acuerdo con la reivindicación 24

Opcionalmente el dispositivo puede adaptarse para proporcionar pruebas de visión de color. Los estímulos incluyen un primer estímulo caracterizado porque es un haz cromático de longitud de onda corta y un segundo estímulo caracterizado porque es un haz cromático de longitud de onda larga.

Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, los estímulos comprenden hasta tres estímulos individuales. El primer estímulo se proporciona en la forma de un haz cromático en el rango de longitud de onda azul centrado en aproximadamente 480 nm. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, el estímulo de haz cromático puede seleccionarse desde aproximadamente 450 nm a aproximadamente 495 nm comprende un haz de longitud de onda azul seleccionado desde aproximadamente el grupo que consiste de aproximadamente 450 nm, 455 nm, 460 nm, 465 nm, 470 nm, 475 nm, 480 nm, 485 nm, 490 nm, 495 nm, 500 nm o cualquier combinación de los mismos.

El segundo estímulo es un haz cromático en el rango de longitud de onda rojo centrado en aproximadamente 640 nm. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, el segundo estímulo de haz cromático puede seleccionarse desde aproximadamente 590 nm a aproximadamente 750 nm y comprender una longitud de onda roja seleccionada del grupo por ejemplo que incluye pero no se limita a aproximadamente 610 nm, 615 nm, 620 nm, 625 nm, 630 nm, 635 nm, 640 nm, 645 nm, 650 nm, 655 nm, 660 nm, o cualquier combinación de los mismos.

El primer estímulo y el segundo estímulo se adaptan para estimular individualmente una estructura anatómica específica del ojo. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, el primer estímulo puede adaptarse para estimular bastones y ganglio mientras que el segundo estímulo puede adaptarse para estimular conos.

Opcionalmente el estímulo puede caracterizarse porque puede ser específico para una anatomía del ojo; y en donde el sistema de la presente invención comprende al menos dos estímulos que pueden generarse para simular al menos dos estructuras anatómicas del ojo.

Opcionalmente un emisor de adaptación de luz comprende tres emisores de haz cromático adaptados para producir un color visible alrededor de la superficie interior del cuenco del compartimiento de prueba.

Opcionalmente el cuenco hemisférico puede proporcionarse en la forma de una cúpula de Ganzfeld o Goldmann, o perímetros estáticos.

Opcionalmente la pluralidad de emisores de haz cromático o la pluralidad de aberturas se proporcionan además de un obturador controlable para controlar el tamaño y la forma del estímulo generado. Opcionalmente y preferentemente el tamaño del obturador puede adaptarse para proporcionar un estímulo que tiene una formación sustancialmente circular con un diámetro de aproximadamente 0,8 cm a aproximadamente 2 cm. Opcionalmente y preferentemente los obturadores pueden ser controlables con los procesadores.

Opcionalmente la pluralidad de emisores de haz cromático se proporcionan en forma de un diodo emisor de luz ('LED'). Opcionalmente el LED proporciona un haz cromático específico caracterizado porque puede ser específico para una anatomía del ojo. Opcionalmente el LED puede proporcionar una pluralidad de haces cromáticos

específicos opcionales caracterizados porque cada haz puede ser individualmente específico para una anatomía del ojo.

Opcionalmente los emisores de haz cromático o las aberturas alrededor de la superficie interior del compartimiento de prueba se disponen para proporcionar desde aproximadamente 13 a aproximadamente 256 puntos de prueba del campo visual alrededor de los planos vertical y horizontal del cuenco hemisférico. Opcionalmente cada uno de los puntos del campo visual comprende al menos un emisor de haz cromático en la forma de un LED que puede proporcionar una pluralidad de haces cromáticos específicos opcionales.

Opcionalmente el dispositivo de acuerdo con la presente invención puede configurarse de manera que cada uno de los puntos del campo visual pueda comprender al menos dos emisores de haz cromático en la forma de un LED caracterizado porque cada LED proporciona un haz cromático específico.

Opcionalmente el dispositivo de acuerdo con la presente invención puede configurarse de manera que cada uno de los puntos del campo visual comprenda al menos tres emisores de haz cromático que pueden proporcionarse opcionalmente en la forma de un LED.

Opcionalmente los haces cromáticos pueden caracterizarse además porque cada haz puede ser individualmente específico para una estructura anatómica del ojo, por ejemplo que incluye pero no se limita a los bastones y conos, ganglio.

Opcionalmente el punto de fijación puede disponerse alrededor del polo del cuenco hemisférico y puede comprender hasta cuatro puntos de fijación alrededor del centro.

Opcionalmente el sistema de acuerdo con la presente invención puede comprender al menos una y hasta cuatro cámaras, para registrar objetivamente el PLR del sujeto. Opcionalmente el sistema puede comprender al menos una, o al menos dos, o al menos tres o al menos cuatro cámaras. Opcionalmente el PLR puede registrarse para cada ojo mediante la utilización de al menos dos cámaras.

Opcionalmente el obturador puede proporcionarse por ejemplo en la forma de un obturador estático o un obturador dinámico, o una combinación de los mismos o similares.

Opcionalmente la duración o el retardo del estímulo pueden establecerse de manera controlable para que sea cualquier valor único o rango de valores seleccionados desde aproximadamente 100 ms a aproximadamente 4000 ms.

Opcionalmente la intensidad del estímulo usada con el sistema y método de acuerdo con la presente invención puede establecerse de manera controlable para ser cualquier valor o rango único de valores desde aproximadamente $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2 hasta aproximadamente $3{,}98\times10^{2}$ cd/m^2.

Una variante opcional proporciona un método para determinar el estado de salud de un ojo con un pupilómetro que proporciona una prueba de análisis de perimetría cromática objetiva, donde más preferentemente no se requiere la entrada de un sujeto y por lo tanto la prueba se realiza y los resultados se analizan independientemente de la entrada de un sujeto. Más preferentemente la medición del PLR en respuesta a los estímulos de haz cromático se presenta en una pluralidad de puntos de prueba del campo visual, y define una relación del PLR medido en cada uno de la pluralidad de puntos de prueba del campo visual en respuesta a un primer estímulo de haz cromático con relación a una respuesta a un segundo estímulo de haz cromático, en donde el primer y segundo estímulos se caracterizan por parámetros por ejemplo que incluyen pero no se limitan a longitud de onda, duración, retardo, e intensidad; y en donde la longitud de onda de los estímulos se selecciona del espectro visual que abarca desde aproximadamente 390 nm a aproximadamente 750 nm.

El primer estímulo de haz cromático es un haz de longitud de onda corta y el segundo estímulo de haz cromático es un haz de longitud de onda larga. El primer haz cromático está dentro del rango del espectro de longitud de onda azul centrado en aproximadamente 480 nm o; y el segundo haz cromático es un haz cromático dentro del rango del espectro de longitud de onda rojo centrado en aproximadamente 640 nm. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, la relación del PLR medido con la respuesta de longitud de onda larga con relación al PLR medido con la respuesta de longitud de onda corta. El primer y segundo estímulos de haz cromático son específicos para diferentes estructuras anatómicas dentro del ojo, por ejemplo que incluyen pero no se limitan a bastones, conos y ganglio. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, los primeros estímulos pueden dirigirse a los bastones; y los segundos estímulos pueden dirigirse a los conos.

Opcionalmente el primer estímulo puede proporcionarse durante una duración de aproximadamente 1s (un segundo), con una intensidad de aproximadamente $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2, con una pausa entre estímulo de aproximadamente 891 ms (milisegundos); y el segundo estímulo puede proporcionarse durante una duración de aproximadamente 1s (un segundo), con una intensidad de aproximadamente $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2, con una pausa entre estímulo de aproximadamente 1023 ms (milisegundos).

Opcionalmente el primer y segundo estímulos pueden presentarse a un sujeto al menos una vez y hasta tres veces por cada punto de prueba del campo visual.

Más preferentemente la relación puede mapearse a un mapa del campo visual. Opcionalmente y preferentemente la relación o el mapa de la misma puede ser indicativo del estado de salud de las estructuras anatómicas correlacionadas con puntos del campo visual individuales.

Opcionalmente la relación que puede ser indicativa de estructuras anatómicas normales y/o sanas subyacentes se proporciona por las siguientes coordenadas de puntos del campo y la relación esperada (0°, nasal, 0,50); (10°, nasal, 0,41); (10°, temporal, 0,45); (10°, arriba, 0,48); (10°, abajo, 0,43); (20°, nasal, 0,40); (20°, temporal, 0,33); (20°, arriba, 0,38); (20°, abajo, 0,39); (30°, nasal, 0,50); (30°, temporal, 0,44); (30°, arriba, 0,5); (30°, abajo, 0,40). Opcionalmente las relaciones pueden ser indicativas del estado de salud de un ojo asociado con glaucoma, y retinosis pigmentaria (RP). Opcionalmente las relaciones pueden ser indicativas del estado de salud de un ojo asociado con el daltonismo.

Opcionalmente y preferentemente la prueba de acuerdo con la presente invención puede realizarse con una luminancia de fondo que proporcione la adaptación de luz. Opcionalmente y preferentemente la luminancia de fondo y la adaptación de luz pueden ser controlables, preferentemente proporcionadas para facilitar la prueba de una estructura anatómica del ojo. Opcionalmente la luminancia de fondo puede ser cualquier valor o un rango de valores seleccionados desde aproximadamente 1 cd/m^2 a aproximadamente 20 cd/m^2. Opcionalmente la luminancia de fondo puede ser de aproximadamente 2,7 cd/m^2 o aproximadamente 17,1 cd/m^2 (aproximadamente 5 pies lambert). Opcionalmente el inicio de adaptación de luz puede controlarse y por lo tanto proporcionarse en una pluralidad de porciones opcionales de la prueba o en diferentes períodos controlables de la prueba, por ejemplo que incluyen pero no se limitan a entre presentaciones de estímulo, entre puntos de prueba del campo visual, entre anillos del campo visual, o cualquier combinación de los mismos o similares.

Un ejemplo opcional, no de acuerdo con la invención, proporciona un dispositivo en la forma de un pupilómetro para realizar una prueba de perimetría cromática objetiva, que no requiere más preferentemente la entrada de un sujeto, el dispositivo que comprende un compartimiento de prueba de pupilómetro y al menos una o más cámaras, el compartimiento de prueba de pupilómetro que comprende:

a. el compartimiento de prueba proporcionado en la forma de cuenco semiesférico, en donde una superficie interior del cuenco comprende una pluralidad de aberturas que forman una pluralidad de puntos de prueba del campo visual; y

b. en donde el cuenco hemisférico puede asociarse con una pluralidad de emisores de haz cromático dispuestos alrededor del campo visual de manera que se disponen sobre la pluralidad de puntos de prueba del campo visual; y en donde los emisores cromáticos proporcionados generan unos estímulos cromáticos alrededor de los puntos del campo visual; y en donde

c. los estímulos comprenden al menos dos estímulos diferentes seleccionados del espectro visual que abarca desde aproximadamente 390 nm a aproximadamente 750 nm en donde los diferentes estímulos se caracterizan individualmente por sus parámetros de estímulo individuales que incluyen longitud de onda, duración, e intensidad; y

d. en donde el perímetro exterior de la superficie interior del compartimiento de prueba comprende además un emisor de adaptación de luz en donde el emisor de adaptación comprende al menos uno o más emisores de haz cromático; y

e. La superficie interior comprende además un punto de fijación opuesto a la línea de visión de un sujeto; y

f. El cuenco comprende además al menos una o más aberturas para al menos una o más cámaras proporcionadas para registrar la contracción de la pupila en respuesta a los estímulos.

Un ejemplo opcional proporcionado para determinar la relación de respuesta del PLR en puntos de prueba del campo visual individuales en base a una respuesta a al menos dos o más, o tres o más, o cuatro o más estímulos de haz cromático presentados a un ojo examinado. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, puede determinarse una relación diferente en base a cómo se estimuló el ojo por ejemplo cada ojo individualmente, ambos ojos por turno, o ambos ojos simultáneamente.

A menos que se defina lo contrario las varias modalidades de la presente invención pueden proporcionarse a un usuario final en una pluralidad de formatos, plataformas, y pueden enviarse a al menos una memoria legible por ordenador, un dispositivo de visualización de ordenador, una impresión, un ordenador en una red o un usuario.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en la presente descripción tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Los materiales, métodos, y ejemplos proporcionados en la presente descripción son sólo ilustrativos y no pretenden

ser limitantes. La implementación del método y sistema de la presente invención implica realizar o completar ciertas tareas o etapas seleccionadas de manera manual, automática, o una combinación de las mismas. Además, de acuerdo con la instrumentación y el equipo reales de las modalidades preferidas del método y el sistema de la presente invención, varias etapas seleccionadas podrían implementarse mediante hardware o software en cualquier sistema operativo de cualquier firmware o una combinación de los mismos. Por ejemplo, como hardware, las etapas seleccionadas de la invención podrían implementarse como un chip o un circuito. Como software, las etapas seleccionadas de la invención podrían implementarse como una pluralidad de instrucciones de software que se ejecutan por un ordenador mediante el uso de cualquier sistema operativo adecuado. En cualquier caso, las etapas seleccionadas del método y sistema de la invención podrían describirse como realizadas por un procesador de datos, como una plataforma de computación para ejecutar una pluralidad de instrucciones.

Aunque la presente invención se describe con respecto a un "ordenador" en una "red de ordenadores", debe señalarse que opcionalmente cualquier dispositivo que presente un procesador de datos y/o la capacidad de ejecutar una o más instrucciones puede describirse como un ordenador, que incluye pero no se limita a una PC (ordenador personal), un servidor, un miniordenador, un teléfono celular, un teléfono inteligente, un PDA (asistente de datos personales), un buscapersonas. Dos o más de tales dispositivos en comunicación entre sí, y/o cualquier ordenador en comunicación con cualquier otro ordenador, pueden comprender opcionalmente una "red de ordenadores".

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe en la presente descripción, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se enfatiza que los detalles mostrados son sólo a modo de ejemplo y con fines de discusión ilustrativa de las modalidades preferidas de la presente invención, y se presentan para proporcionar lo que se cree que es la descripción más útil y fácilmente comprensible de los principios y aspectos conceptuales de la invención. Con respecto a esto, no se intenta mostrar los detalles estructurales de la invención con más detalle del necesario para una comprensión fundamental de la invención, la descripción tomada con los dibujos hace evidente a los expertos en la técnica cómo las diversas formas de la invención pueden llevarse a la práctica.

En los dibujos:

Las Figuras 1A-B son diagramas de bloques esquemáticos de un sistema ilustrativo de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 2A-C son diagramas ilustrativos esquemáticos de puntos del campo visual que muestran configuraciones alternativas para los emisores de haz cromático de acuerdo con modalidades opcionales de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un método ilustrativo de acuerdo con la presente invención;

Las Figuras 4A-C son diagramas ilustrativos esquemáticos de un diagrama del campo visual que muestra los resultados obtenidos de ojos sanos normales dentro de los percentiles 50, 75 y 25. La Figura 4A presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda larga dentro del espectro rojo, aproximadamente 610 nm, asociado con los Conos. La Figura 4B presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda corta dentro del espectro azul, aproximadamente 485 nm, asociado con los Bastones. La Figura 4C presenta la relación de longitud de onda larga a longitud de onda corta de acuerdo con la presente invención como se obtiene entre los resultados de la Figura 4A a la Figura 4B.

Las Figuras 5A-C son diagramas ilustrativos esquemáticos de un diagrama del campo visual que muestra los resultados obtenidos de sujetos que presentan retinosis pigmentaria ('RP'). La Figura 5A presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda larga dentro del espectro rojo, aproximadamente 610 nm, asociado con los Conos. La Figura 5B presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda corta dentro del espectro azul, aproximadamente 485 nm, asociado con los Bastones. La Figura 5C presenta la relación de longitud de onda larga a longitud de onda corta de acuerdo con la presente invención como se obtiene de los resultados presentados en la Figura 5A a la Figura 5B.

Las Figuras 6A-D son diagramas ilustrativos esquemáticos de un diagrama del campo visual que muestra los resultados obtenidos de sujetos que presentan glaucoma. La Figura 6A presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda larga dentro del espectro rojo, aproximadamente 610 nm, asociado con los Conos. La Figura 6B presenta resultados medidos con los estímulos de longitud de onda corta dentro del espectro azul, aproximadamente 485 nm, asociado con los Bastones. La Figura 6C presenta la relación de longitud de onda larga a longitud de onda corta de acuerdo con la presente invención como se obtiene de los resultados presentados en la Figura 6A a la Figura 6B. La Figura 6D proporciona una vista adicional de la Figura 56 sobre un fondo del mapa del campo visual tradicional para el paciente de glaucoma examinado.

Descripción de las modalidades preferidas

Los principios y el funcionamiento de la presente invención pueden comprenderse mejor con referencia a los dibujos y la descripción acompañante. Las siguientes etiquetas de referencia enumeradas más abajo se usan a lo largo de los dibujos para referirse a objetos que tienen una función, significado, rol, u objetivos similares.

100	Pupilómetro;
101	Compartimiento de prueba del pupilómetro;
102	Marco de soporte para la cabeza y el mentón del pupilómetro;
103	Ocular(es) del pupilómetro;
104	superficie hemisférica;
105	emisores de haz cromático;
105a	primeros estímulos de emisores de haz cromático;
105b	segundos estímulos de emisores de haz cromático;
105c	emisor RGB de adaptación de luz;
106	cámara;
107	marcador de punto de fijación focal;
108	obturadores;
109	ordenador;
110	fuente de alimentación;
112	emisor de adaptación de luz;
120	sistema de perimetría cromática objetiva;
200	disposición del mapa del campo visual;
201	puntos del campo visual
202	anillo del mapa del campo de 0°;
204	anillo del mapa del campo de 10°;
206	anillo del mapa del campo de 20°;
208	anillo del mapa del campo de 30°;
210	configuración del emisor de haz cromático multifuente;
220	configuración de emisor de haz cromático de una sola fuente.

Con referencia ahora a los dibujos, las Figuras 1A-B muestran diagramas ilustrativos esquemáticos del sistema 120 de la presente invención para el análisis perimétrico cromático objetivo que comprende un pupilómetro 100 y un ordenador 109. El pupilómetro 100 se utiliza para realizar una prueba de Reflejo de luz pupilar ("PLR") de al menos un ojo donde el PLR se mide al presentar un estímulo al ojo examinado y medir la respuesta de constricción de la pupila. El pupilómetro 100 comprende un compartimiento de prueba 101 más preferentemente en forma de un Ganzfeld, es un cuenco de forma hemisférica para permitir la prueba del campo visual completo de un sujeto. El compartimiento de prueba 101 comprende una superficie interior 104 que forma una pantalla sobre la que se presentan los estímulos, una pluralidad de emisores de haz cromático 105, un marcador de punto de fijación focal 107 y una cámara 106.

El compartimiento de prueba 101 comprende e incorpora y se integra preferentemente con la superficie interior 104, donde la superficie 104 se asocia con una pluralidad de emisores de haz cromático 105 que generan y presentan el estímulo para el que se mide una respuesta. El marcador de punto de fijación focal 107 proporciona un sujeto con un punto de fijación durante la prueba, el punto de fijación opcionalmente y preferentemente comprende 4 haces de luz roja dispuestos alrededor de un punto central sobre la superficie 104, más preferentemente el polo de la superficie 104. La cámara 106, por ejemplo en forma de una cámara CCD o una cámara digital similar, puede proporcionarse dentro del compartimiento de prueba y se dirige preferentemente hacia el ojo examinado para permitir visualizar y registrar la pupila durante la prueba en la misma lo que proporciona el registro del PLR del ojo examinado. Más preferentemente al menos una cámara 106, puede disponerse dentro del compartimiento de prueba 101, opcionalmente al menos una y hasta cuatro cámaras pueden proporcionarse y disponerse dentro del compartimiento de prueba 101 para identificar mejor el PLR del ojo examinado. Opcionalmente pueden utilizarse dos cámaras para registrar un solo ojo examinado. Opcionalmente pueden utilizarse dos cámaras para registrar un PLR del sujeto cuando ambos ojos se prueban simultáneamente. Opcionalmente pueden utilizarse hasta cuatro cámaras para registrar un PLR del sujeto cuando ambos ojos se prueban simultáneamente, en donde se proporcionan al menos una cámara y más preferentemente al menos dos cámaras para registrar el PLR de cada ojo examinado. Más preferentemente la cámara 106 transmite y registra el ojo del sujeto durante la prueba al enviar datos al ordenador 109 o procesador similar para su análisis, por ejemplo que incluye pero no se limita a un servidor, PDA, teléfono inteligente o dispositivo similar que comprende un procesador. Más preferentemente los datos obtenidos por al menos una o más cámaras 106 se procesan con el ordenador 109 a través de un software dedicado.

Opcionalmente la cámara 106 puede unirse, acoplarse o asociarse de otra manera con la superficie 104. Más preferentemente la cámara 106 captura continuamente imágenes de al menos uno de los ojos examinados, o de ambos ojos por ejemplo cuando se prueba el reflejo consensuado. Opcionalmente la cámara 106 puede controlarse sustancialmente de manera simultánea con los emisores 105 por el ordenador 109. Más preferentemente la cámara 106 transfiere continuamente imágenes de la pupila al ordenador 109 a una velocidad de aproximadamente 50 disparos por segundo, o 40 disparos por segundo o similares. Opcionalmente las imágenes pupilares pueden

proporcionarse y/o transferirse en varias formas por ejemplo que incluyen pero no se limitan a imágenes fijas, formato de vídeo digital común o similares como se conoce en la técnica. Opcionalmente la cámara 106 puede comunicarse y/o transferir datos al ordenador 109 a través de una pluralidad de tecnología y/o protocolos de comunicación opcionales por ejemplo que incluyen pero no se limitan a, protocolos de comunicación cableada, inalámbrica, celulares, óptica o acústica por ejemplo que incluyen pero no se limitan a infrarrojos, Bluetooth, wifi o similares.

Opcionalmente el ordenador 109 puede proporcionar además herramientas de apoyo de decisiones asociadas con el estado de salud del ojo. Opcionalmente una herramienta de apoyo de decisiones puede proporcionar asistencia al médico y/o clínico para analizar y determinar el estado de salud del ojo examinado en base a los resultados obtenidos con el sistema y método de las modalidades de la presente invención.

La figura 1B proporciona unas vistas en sección transversal de un compartimiento de prueba opcional esquemático 101 del sistema 120. El compartimiento de prueba 101 puede proporcionarse como una cámara opaca que sirve preferentemente para bloquear la interferencia de la iluminación externa durante la prueba. Opcionalmente y preferentemente el lado frontal del compartimiento de prueba 101 forma un marco de soporte 102 que es capaz de recibir la cabeza del paciente mientras que soporta el mentón y la frente. Preferentemente, la sección central del marco de soporte 102 comprende al menos dos aberturas 103 que sirven como oculares que permiten que un sujeto vea el estímulo presentado alrededor de la superficie 104. Opcionalmente y preferentemente cada ocular 103 puede controlarse por el ordenador 109. Por ejemplo cuando se prueba sólo el ojo derecho del sujeto el ocular derecho se coloca de manera controlable en la posición abierta por el ordenador 109 mientras que el ocular izquierdo se coloca en la posición cerrada, lo que permite aislar el ojo derecho y medir el PLR sólo del ojo derecho.

La parte trasera del compartimiento de prueba 101, se proporciona opcionalmente y preferentemente en la forma de un cuenco semiesférico, cúpula de Ganzfeld, perímetro de Goldmann o superficie similar 104 que se hace preferentemente de un material reflectante. Más preferentemente al menos uno y más preferentemente una pluralidad de emisores de haz cromático 105, opcionalmente en forma de un Diodo emisor de luz ('LED') se ubican alrededor, unidos o acoplados de otra manera a la superficie 104. Opcionalmente los emisores 105 pueden integrarse con la superficie 104. Más preferentemente los emisores 105 se proporcionan en la forma de un LED cromático que proporciona una fuente de luz de espectro estrecho en el rango visible. Opcionalmente puede controlarse la disposición de los emisores 105 alrededor de la superficie 104, por ejemplo puede colocarse un solo LED multiespectro alrededor del punto del campo de ubicación de estímulos como se muestra en la Figura 2B. Opcionalmente al menos dos o más preferentemente una pluralidad de emisores 105, por ejemplo un LED específico de espectro, puede disponerse alrededor de la superficie 104 como se muestra en el mapa del campo 210 en la Figura 2A, en donde cada emisor 105 es específico de una fuente de estímulo cromático particular que se prueba. Más preferentemente los emisores 105 se proporcionan para estimular el ojo examinado en particular la retina al iluminar una porción del ojo con un haz de luz cromático estrecho. Opcionalmente los emisores 105 pueden configurarse alrededor de la superficie 104 en una estructura de rejilla densa, opcionalmente y preferentemente correspondiente al mapa del campo visual que tiene una pluralidad de puntos que se prueban, desde aproximadamente 13 a al menos 256 o más como se muestra en la Figura 2C. Opcionalmente una pluralidad de emisores 105 puede asociarse o integrarse con obturadores internos para controlar los parámetros de estímulo por ejemplo la forma, el tamaño, la temporización del estímulo.

Opcionalmente la superficie 104 puede comprender una pluralidad de aberturas y obturadores 108 dispuestos de manera similar a la de los emisores 105 como se muestra en las Figuras 2A-C, opcionalmente y preferentemente correspondientes a la resolución de los puntos del campo visual examinados. Opcionalmente los obturadores 108 y/o las aberturas pueden ser controlables con el ordenador 109 para controlar al menos algunos parámetros de los estímulos presentados al ojo examinado, por ejemplo que incluyen parámetros como la forma y el tamaño del estímulo a proporcionar. Opcionalmente la pantalla 104 puede proporcionarse con un número finito, por ejemplo tres, de tamaños y/o formas de abertura controlables con los que puede controlarse el estímulo presentado. Opcionalmente el obturador 108 puede proporcionar un tamaño de estímulo de aproximadamente 0,05 cm a aproximadamente 2 cm de diámetro. Por ejemplo, la forma de estímulo puede elegirse entre circular con un diámetro de aproximadamente 1 cm, o un cuadrado con cada lado que tiene una longitud de aproximadamente 0,95 cm.

Más preferentemente la superficie 104 comprende un marcador de punto focal 107 aproximadamente en el punto central de la superficie 104. Opcionalmente y preferentemente el marcador 107 se proporciona en la forma de una luz roja tenue, que puede servir como un marcador focal para el paciente examinado. Opcionalmente el marcador del punto de fijación focal puede comprender al menos una y hasta cuatro fuentes de luz roja tenue alrededor de un punto central. Durante la prueba se le pide a un sujeto que mire el marcador focal 107 que proporciona un punto de referencia común que es un punto repetible para todos los sujetos y/u ojos examinados. Opcionalmente puede utilizarse una pluralidad de marcadores focales 107 con el Pupilómetro 100.

Opcionalmente el emisor de adaptación de luz 112 que comprende opcionalmente y preferentemente al menos uno y hasta tres emisores de haz cromático 105c, opcionalmente en el rango de longitud de onda rojo, verde y azul, puede disponerse alrededor del perímetro exterior del compartimiento de prueba 101 cerca del marco de soporte para la cabeza 102, por ejemplo a lo largo de la superficie interior 104.

Opcionalmente el emisor de adaptación de luz 112 puede unirse a la pared frontal del compartimiento de prueba 101. Preferentemente cuando se activa el emisor de adaptación de luz 112 ilumina la superficie 104 que proporciona la adaptación de luz como se describe en la etapa 302 de la Figura 3 donde la adaptación de luz usada puede preparar una estructura anatómica particular del ojo en el mismo lo que facilita la prueba realizada.

Opcionalmente el emisor de adaptación de luz 112 puede proporcionarse para iluminar completamente la pantalla 104 en cualquier longitud de onda cromática que comprende una combinación de al menos uno y hasta tres emisores de haz cromático 105c. Opcionalmente el control de estímulo con emisor de adaptación de luz 112 puede proporcionarse con obturadores controlables 108 para emitir selectivamente la luz producida por el emisor 112 para seleccionar puntos del campo 201 correspondientes a obturadores seleccionados 108 que están en la posición abierta, donde se proporciona más preferentemente el control del obturador 108 con el ordenador 109. Opcionalmente el emisor de adaptación de luz 112 puede proporcionar una prueba de perimetría del campo de color por ejemplo para probar el daltonismo alrededor de puntos del campo individuales como se muestra en la Figura 2C.

Opcionalmente y preferentemente el ordenador 109 puede proporcionar el control general del pupilómetro 100 y el sistema 120.

La unidad de fuente de alimentación 110 se acopla más preferentemente con la energía principal que proporciona el sistema 120. Preferentemente la fuente de alimentación 110 convierte y/o genera tensiones de DC (corriente continua) estabilizadas que se requieren para el funcionamiento adecuado del sistema 120 y el componente variable del pupilómetro 100.

Las Figuras 2A-B proporcionan diagramas ilustrativos de un mapa del campo visual 200 de 13 puntos que muestra configuraciones alternativas opcionales para los emisores de haz cromático 105, para cada punto 201, en la forma de una configuración de emisor de haz cromático de múltiples fuentes 210, Figura 2A, en la forma de una configuración de emisor de haz cromático de una sola fuente 220, Figura 2B, cada uno de acuerdo con las modalidades opcionales de la presente invención.

La Figura 2A muestra el campo visual 210 que comprende una pluralidad de emisores 105 en cada punto del campo visual 201, que opcionalmente representan el emisor individual 105, donde cada emisor 105 puede proporcionar un estímulo de haz cromático específico en un punto del campo visual dado alrededor del campo visual 210, en cada punto 201. Opcionalmente pueden proporcionarse al menos dos o más emisores de haz cromático 105 en cada punto del campo visual 201. Por ejemplo pueden proporcionarse emisores 105a y 105b para estimular el ojo examinado en el mismo punto del campo visual, por ejemplo en el anillo del mapa del campo 208 a 30°. Por ejemplo el emisor de haz 105a puede proporcionar un estímulo cromático de longitud de onda corta, por ejemplo en el rango azul a aproximadamente 475 nm, mientras que el emisor 105b puede proporcionar un estímulo cromático de longitud de onda larga, por ejemplo en el rango rojo a aproximadamente 650 nm.

La Figura 2B muestra el campo visual 220 que comprende un solo emisor 105 en puntos del campo visual 201 individuales, donde opcionalmente el emisor 105 puede proporcionar al menos dos o más preferentemente una pluralidad de haces cromáticos opcionales en longitudes de onda variables. Por ejemplo un emisor de un solo haz 105 puede proporcionar tanto un estímulo cromático de longitud de onda corta en el rango azul, por ejemplo aproximadamente 475 nm, como un estímulo cromático de longitud de onda larga en el rango rojo, por ejemplo aproximadamente 650 nm, en un punto del campo visual 201 dado alrededor del campo visual 220, por ejemplo en el anillo de mapa del campo 206 a 20°, como se muestra.

La Figura 2C proporciona una representación de un mapa opcional de un mapa del campo visual con una pluralidad de puntos que pueden usarse para estimular el ojo de un sujeto durante un protocolo de prueba de acuerdo con la presente invención. Opcionalmente el número de puntos del campo 201, utilizados con el sistema y método de la presente solicitud puede variar desde aproximadamente 13 puntos a aproximadamente 256 puntos o más. Opcionalmente puede usarse cualquier número de puntos en una estructura de rejilla circular, alrededor de un campo visual para probar áreas específicas del ojo de un sujeto, por ejemplo un mapa del campo visual de 64 puntos. Opcionalmente el número de puntos del campo probados utilizados es proporcional a la resolución requerida del mapa del campo del protocolo de prueba o la prueba requerida. Opcionalmente cada anillo del campo 202, 204, 206, 208 se separa por aproximadamente 10° grados a 30° grados, otra opción es que cada punto dentro del anillo se espacie y/o separe por aproximadamente 5° grados lo que da como resultado una resolución más alta con más punto de examen en el campo visual.

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de un método ilustrativo de acuerdo con la presente invención para el análisis de perimetría cromática objetiva mediante el uso del pupilómetro en la misma que proporciona una prueba objetiva, repetible y rápida.

En la etapa 301, se prepara un sujeto para la prueba donde al menos un ojo de un sujeto se introduce en el pupilómetro 100 en donde la frente y el mentón de un sujeto se soportan por el marco de soporte 102 mientras el ojo examinado se enfoca en el marcador de punto de fijación focal 107 a través de al menos un ocular 103.

Opcionalmente y preferentemente la preparación de la prueba puede incluir seleccionar la secuencia de prueba a realizar a través del ordenador 109 que utiliza el software dedicado.

Más preferentemente la secuencia de prueba, que comprende los parámetros de estímulo, los puntos del campo visual examinados, el(los) ojo(s) examinado(s), la adaptación de luz y el número de veces que se presenta un estímulo o el número de sesiones de estímulo, puede preestablecerse y automatizarse de acuerdo con la prueba que se realiza y/o de acuerdo con los objetivos de la prueba. Opcionalmente y preferentemente una secuencia de prueba puede crearse manualmente, alterarse, cambiarse, abstraerse o controlarse de otra manera por un operador a través de un software dedicado asociado con el ordenador 109 adaptado para controlar el pupilómetro 100.

Más preferentemente los parámetros de estímulo por ejemplo que incluyen pero no se limitan a luminancia, intensidad, duración, y longitud de onda pueden controlarse por el operador a través del ordenador 109.

Opcionalmente y preferentemente los puntos del campo visual estimulados (Figura 2A-C) y el orden y la secuencia en los que pueden presentarse a un sujeto se controla automáticamente o se controla manualmente a través del ordenador 109.

Opcionalmente y preferentemente el número de estímulos proporcionados en cada uno de los puntos de prueba del campo visual puede automatizarse también, controlarse manualmente o de otra manera a través del ordenador 109.

Opcionalmente y preferentemente la secuencia de prueba y/o el protocolo pueden realizarse en un solo ojo, en cada ojo individualmente uno a la vez, puede alternarse entre ambos ojos, ambos ojos examinados simultáneamente, o cualquier combinación de los mismos. Opcionalmente el control de qué ojo se prueba durante la secuencia de prueba se controla a través del ordenador 109 y los oculares 103. Opcionalmente el ordenador 109 proporciona el control de los oculares 103 de acuerdo con la secuencia de prueba prescrita y/o seleccionada.

Una prueba de perimetría cromática objetiva de acuerdo con la presente invención se inicia al iniciar y presentar simultáneamente un sujeto con un estímulo como se describe en la etapa 303 más abajo, mientras que captura, registra y mide continuamente la respuesta del PLR de un sujeto a los estímulos presentados en las etapas 304 y 305. Más preferentemente en la etapa 304 al menos una o más cámaras 106 dispuestas dentro del compartimiento de prueba 101 se activan simultáneamente con la captura de imagen y el análisis del PLR proporcionado con el ordenador 109.

En la etapa 302 que sigue a la preparación del pupilómetro y la preparación del sujeto, el compartimiento de prueba 101 se proporciona con una adaptación de luz donde se controla la luminancia de fondo, a través del emisor de adaptación de luz 112 que comprende al menos uno y hasta tres emisores de haz cromático 105c, del compartimiento de prueba y para facilitar y/o preparar el ojo para probar estructuras anatómicas particulares del ojo.

Por ejemplo puede utilizarse una luminancia de fondo de 2,7 cd/m^2 (candela por metro cuadrado) para preparar las pruebas de los bastones, conos y ganglio. Por ejemplo puede utilizarse una luminancia de fondo igual a aproximadamente 5 pies lambert o 17,1 cd/m^2 (candela por metro cuadrado) para preparar específicamente las condiciones de prueba para probar conos mientras se suprimen bastones. Más preferentemente la adaptación de luz se proporciona a lo largo de la secuencia y/o protocolo de prueba.

A continuación en la etapa 303, se proporciona el estímulo al ojo examinado y la cámara 109 proporciona la captura de imágenes y el video del PLR de un sujeto. El estímulo y la secuencia de prueba se controlan preferentemente con el ordenador 109, y pueden modificarse en base al tipo de prueba y el objetivo de la prueba.

Los parámetros de estímulos son controlables por ejemplo que incluyen pero no se limitan a la longitud de onda, la duración de estímulos, el retardo entre estímulos, el tamaño, la forma, la luminancia, la intensidad o parámetros similares que pueden controlarse con el ordenador 109. Opcionalmente, no de acuerdo con la invención, la longitud de onda del estímulo de prueba puede ser cualquier haz cromático del espectro visible que abarca desde aproximadamente 390 nm a aproximadamente 750 nm, por ejemplo que incluye pero no se limita al rango violeta (aproximadamente 380 nm a aproximadamente 450 nm), rango azul (aproximadamente 450 nm a aproximadamente 475 nm), rango cian (aproximadamente 476 nm a aproximadamente 495 nm), rango verde (aproximadamente 495 nm a aproximadamente 570 nm), rango amarillo (aproximadamente 570 nm a aproximadamente 590 nm), rango naranja (aproximadamente 590 nm a aproximadamente 620 nm), rango rojo (aproximadamente 620 nm a aproximadamente 750 nm), en cualquier combinación de los mismos o similares. Opcionalmente la duración y/o el retardo de estímulos pueden ser de aproximadamente 100 ms a aproximadamente 4000 ms, por ejemplo que incluyen pero se limitan a aproximadamente 100 m, aproximadamente 200 ms, aproximadamente 300 ms, aproximadamente 400 ms, aproximadamente 500 ms, aproximadamente 600 ms, aproximadamente 700 ms, aproximadamente 800 ms, aproximadamente 900 ms, aproximadamente 1000 ms, aproximadamente 1100 ms, aproximadamente 1200 ms, aproximadamente 1300 ms, aproximadamente 1400 ms, aproximadamente 1500 ms, aproximadamente 1600 ms, aproximadamente 1700 ms, aproximadamente 1800 ms, aproximadamente 1900 ms, aproximadamente 2000 ms, aproximadamente 2100 ms, aproximadamente 2200 ms, aproximadamente 2300 ms, aproximadamente 2400 ms, aproximadamente 2500 ms, aproximadamente 2600 ms, aproximadamente 2700 ms,

aproximadamente 2800 ms, aproximadamente 2900 ms, aproximadamente 3000 ms, aproximadamente 3100 ms, aproximadamente 3200 ms, aproximadamente 3300 ms, aproximadamente 3400 ms, aproximadamente 3500 ms, aproximadamente 3600 ms, aproximadamente 3700 ms, aproximadamente 3800 ms, aproximadamente 3900 ms, aproximadamente 4000 ms, o similares. Opcionalmente la luminancia y/o la intensidad de estímulos pueden proporcionarse desde aproximadamente $3{,}98x10^{-8}$ cd/m^2 hasta aproximadamente $3{,}98 \times 10^2$ cd/m^2.

Opcionalmente y preferentemente el protocolo de prueba y la secuencia de estímulo pueden presentarse a un sujeto en hasta tres sesiones, opcionalmente dos sesiones y más preferentemente al menos una sesión, como se muestra con la flecha direccional 310.

A continuación, después de la finalización del protocolo de prueba en donde se han presentado todos los estímulos sobre los puntos del campo visual especificados para el ojo examinado y se han registrado imágenes del PLR (etapa 304), en la etapa 305 y 306 un procesador, opcionalmente en forma de ordenador 109, puede proporcionar opcionalmente un dispositivo de apoyo de decisiones utilizado para abstraer el mapa del campo visual al determinar una relación de respuesta del PLR del segundo estímulo, estímulo de longitud de onda larga, en relación con la respuesta del PLR de los primeros estímulos, estímulo de longitud de onda corta. Más preferentemente la respuesta del PLR se dilucida desde la captura de vídeo e imagen, proporcionada por hasta cuatro cámaras 106, utilizadas en la etapa 304 opcionalmente con software dedicado experto en determinar la constricción y el tamaño de la pupila. Más preferentemente la amplitud máxima de constricción de la pupila entonces se utiliza para determinar la relación del PLR por puntos del campo visual examinados.

Más preferentemente el mapa del campo visual se determina en la etapa 306 y se basa en los resultados de constricción registrados para cada uno del primer y segundo estímulos para producir una relación del PLR de la relación de longitudes de onda largas a cortas.

Opcionalmente y preferentemente el mapa del campo visual resultante puede almacenarse para su posterior monitoreo, diagnóstico del sistema de apoyo de decisiones, y/o procesamiento adicional.

Opcionalmente puede abstraerse cualquier número de protocolos de prueba de acuerdo con el método de la presente invención donde se usa una relación para evaluar puntos del campo visual individuales para un número de análisis por ejemplo Glaucoma, RP, daltonismo, prueba de visión de color o similares.

Modalidades de la Invención

La presente invención que utiliza el método descrito en la Figura 3 al utilizar el sistema 120 de la Figura 1A-B y probar un mapa del campo visual que comprende 13 puntos del campo visual, Figura 2A, se describe en la presente descripción más abajo con respecto al Glaucoma y la RP, para determinar una relación, es decir rojo a azul. El protocolo de prueba que comprende al menos una y hasta tres sesiones de estímulos, como se muestra con la flecha direccional 310, en donde los estímulos comprenden al menos dos longitudes de onda para estimular al menos 13 puntos del campo visual (Figura 2A) para simular cada ojo individualmente. Más preferentemente las longitudes de onda utilizadas comprenden un primer haz cromático de longitud de onda larga, en el rango rojo, y un segundo haz cromático de longitud de onda corta, en el rango azul. Opcionalmente el primer y segundo estímulos se presentan de forma alterna para cada uno de los puntos del campo visual en el anillo del campo visual de 30° más exterior 208 y secuencialmente hacia el anillo del campo central 202.

Los primeros estímulos son un estímulo cromático de longitud de onda corta en el rango azul, mientras que los segundos estímulos son un estímulo cromático de longitud de onda larga en el rango rojo.

Las características de estímulo de los primeros estímulos es de aproximadamente 480±19 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo); retardo entre estímulos de aproximadamente 1023 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98x10^{-8}$ cd/m^2.

Las características de estímulo de los segundos estímulos es de aproximadamente 640±10 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo); retardo entre estímulos de aproximadamente 891 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98x10^{-8}$ cd/m^2.

La descripción de prueba anterior se utilizó para determinar la relación rojo/azul de sujetos normales, con RP y Glaucoma para evaluar el sistema y método de acuerdo con modalidades opcionales de la presente invención.

Sujetos Normales

El sistema y método descritos en las Figuras 1-3 se probaron en sujetos que tenían un ojo sano, en total se probaron 25 ojos de 14 sujetos, 6 mujeres y 8 hombres, con una edad media de 29,8 años. El estímulo proporcionado de la siguiente manera: las características del primer estímulo fue un haz cromático que tenía una longitud de onda de 480±19 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo), proporcionado tres veces; retardo entre estímulos de 1023 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2; y las características del segundo estímulo fue un haz

cromático que tenía una longitud de onda de 640±10 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo); retardo entre estímulos de 891 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2.

El mapa del campo visual se generó para tanto el primer como segundo estímulos, la Figura 4A muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los segundos estímulos, mientras que la Figura 4B muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los primeros estímulos. Tanto las Figuras 4A como la 4B muestran la puntuación del percentil de población respectiva en el percentil 75, el percentil 50 y el percentil 25.

La Figura 4C muestra la relación de la respuesta del PLR objetiva obtenida al comparar la respuesta a los segundos estímulos con la respuesta a los primeros estímulos. El mapa del campo visual de la Figura 4C muestra que la relación del percentil 50 es más alta en el centro del campo visual es 0,5 y se reduce gradualmente a medida que el mapa del campo visual se extiende al ángulo de visión de 30°. Los resultados se resumen y presentan en la Tabla 1 más abajo:

Tabla 1: Relación normal.

		Nasal	Temporal	Arriba	Abajo
Normal	0°	0,5			
	10°	0,41	0,45	0,48	0,43
	20°	0,40	0,33	0,38	0,39
	30°	0,5	0,44	0,5	0,4

La relación obtenida en ojos sanos normales de acuerdo con el sistema y método de la presente solicitud proporciona una base con la que pueden compararse individuos con ojos dañados.

Sujetos de Retinosis Pigmentaria

El sistema y método descritos en las Figuras 1-3 se probaron en sujetos con retinosis pigmentaria ('RP') diagnosticada, en total se probaron 17 ojos de 11 sujetos, 4 mujeres y 7 hombres, con una edad media de 34,3 años. El estímulo examinado fue de la siguiente manera: las características del primer estímulo fue un haz cromático que tenía una longitud de onda de 480±19 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo), proporcionado tres veces; retardo entre estímulos de 1023 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2; y las características del segundo estímulo fue un haz cromático que tenía una longitud de onda de 640±10 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo); retardo entre estímulos de 891 ms (milisegundos) e intensidad de $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2.

El mapa del campo visual se generó para tanto el primer como segundo estímulos en todos los sujetos, en las Figuras 5A-D se proporciona un ejemplo tomado de un sujeto. La Figura 5A muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los segundos estímulos, mientras que la Figura 5B muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los primeros estímulos. Los mapas del campo visual obtenidos y mostrados en las Figuras 5A-B se utilizaron entonces para calcular una relación para el sujeto examinado y se mostraron en la Figura 5C. Una comparación de la Figura 5C para un sujeto diagnosticado con RP con la de un sujeto sano, como se muestra en la Figura 5C identifica claramente las áreas problemáticas dentro del campo visual, marcadas con una línea discontinua en negrita, que mostraron ser significativamente diferentes de la medición de los sujetos normales. Por lo tanto la relación calculada de acuerdo con la presente invención proporciona a un médico la capacidad de identificar las áreas problemáticas específicas dentro del campo visual y posiblemente aislarlas y proporcionar tratamiento en consecuencia, no visibles con la prueba visual del campo completo de RP estándar.

La Tabla 2 más abajo proporciona una tabla comparativa que muestra los resultados de relaciones del campo visual de sujetos con visiones normales frente a los diagnosticados con RP.

Tabla 2: Relación normal vs. RP.

		Nasal	Temporal	Arriba	Abajo
Normal	0°	0,5			
	10°	0,41	0,45	0,48	0,43
	20°	0,40	0,33	0,38	0,39
	30°	0,5	0,44	0,5	0,4
PR	0°	0,5			
	10°	0,52	0,54	0,56	0,59
	20°	0,53	0,62	0,71	0,42
	30°	0,69	0,64	0,54	0,91

La utilidad de adaptar la relación proporcionada por el sistema y método de la presente invención como una prueba para diagnosticar sujetos con RP se proporciona en la Tabla 3 más abajo, que muestra que la especificidad y sensibilidad de la prueba de relación objetiva produce resultados prometedores.

Tabla 3: Sensibilidad y especificidad de la prueba de relación de sujetos normales vs. RP

Rojo / Azul		VF subjetiva	
		Positivo	Negativo
VF basado en pupilómetro	Positivo	56	14
	Negativo	15	58
		Sensibilidad=78,9 %	Especificidad = 80,5 %

El promedio de la relación del PLR en los sujetos normales fue 0,41 +/- 0,2 (Promedio + SD). El promedio de las mediciones de relación del PLR de los pacientes en el área de visión de los campos visuales fue 0,62 +/- 0,25 y en el área sin visión 0,97 + 0,2. La relación del PLR fue significativamente diferente entre el sujeto normal y los pacientes con RP y entre las áreas de visión y las áreas sin visión en los campos visuales de los pacientes con RP (ANOVA, $p<0,001$).

Paciente con Glaucoma

El sistema y método descritos en las Figuras 1-3 se probaron en sujetos con glaucoma diagnosticado, en total se probaron 5 ojos de 3 sujetos, 1 mujer y 2 hombres, con una edad media de 66,5 años. El estímulo examinado fue de la siguiente manera: la característica del primer estímulo fue un haz cromático que tenía una longitud de onda de 480±19 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo), proporcionado tres veces; retardo entre estímulos de 1023 ms (milisegundos) e intensidad de $3,98\times10^{-8}$ cd/m^2; y la característica del segundo estímulo fue un haz cromático que tenía una longitud de onda de 640±10 nm, duración de aproximadamente 1 s (un segundo); retardo entre estímulos de 891 ms (milisegundos) e intensidad de $3,98\times10^{-8}$ cd/m^2.

El mapa del campo visual se generó para tanto el primer como segundo estímulos en todos los sujetos, en las Figuras 6A-D se proporciona un ejemplo tomado de un sujeto. La Figura 6A muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los segundos estímulos, mientras que la Figura 6B muestra la respuesta del PLR objetiva obtenida con los primeros estímulos. Los mapas del campo visual obtenidos y mostrados en las Figuras 6A-B se utilizaron entonces para calcular una relación para el sujeto examinado y mostraron en la Figura 6C. Una comparación de la Figura 6C para un sujeto diagnosticado con Glaucoma con la de un sujeto sano como se muestra en la Figura 6C identifica claramente las áreas problemáticas dentro del campo visual, marcadas con una línea discontinua en negrita, que mostraron ser significativamente diferentes de la medición de los sujetos normales, Figura 4C. Por lo tanto la relación calculada de acuerdo con la presente invención proporciona al médico la capacidad de identificar las áreas problemáticas específicas dentro del campo visual y posiblemente aislarlas y proporcionar tratamiento en consecuencia.

La Figura 6D proporciona unas representaciones comparativas que muestran el mapa del campo visual obtenido independientemente de un sujeto con glaucoma superpuesto con la relación determinada de acuerdo con el sistema y método de la presente invención como se muestra en la Figura 6C. El mapa visual de un sujeto con glaucoma proporcionado por la prueba estándar de oro, se proporciona como una imagen en escala de grises que representa las sensibilidades visuales de la retina en tonos de gris. Las áreas de sensibilidad retiniana muy baja se sombrean oscuramente, y las áreas de sensibilidad retiniana buena se sombrean ligeramente. Las imágenes superpuestas, Figura 6D, de los dos métodos muestran que las áreas donde la relación es significativamente diferente de la norma son indicativas de áreas problemáticas ya que los mapas visuales se corresponden entre sí. Específicamente el área ligeramente sombreada que indica una buena sensibilidad retiniana es paralela en que la relación determinada para esos puntos del campo visual está dentro de la norma.

En consecuencia, el método y sistema para determinar la relación de unos estímulos cromáticos de longitud de onda larga con unos estímulos cromáticos de longitud de onda corta proporciona una forma mejorada de diagnosticar y dilucidar un problema subyacente dentro de la anatomía del ojo, que proporciona un método para probar subjetivamente al menos un ojo.

Aunque la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de modalidades, debe tenerse en cuenta que las relaciones dimensionales óptimas para las partes de la invención, para incluir variaciones en tamaño, materiales, forma, forma, función y modo de operación, montaje y uso, se consideran fácilmente evidentes y obvios para un experto en la técnica.

Por lo tanto, lo anterior se considera sólo como ilustrativo de los principios de la invención.

Habiendo descrito una modalidad preferida específica de la invención con referencia a los dibujos acompañantes, se apreciará que la presente invención no se limita a esa modalidad precisa y que pueden efectuarse varios cambios y modificaciones en la misma por un experto en la técnica sin apartarse del alcance de la invención definido por las reivindicaciones adjuntas.

Aunque la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de modalidades, se apreciará que pueden realizarse muchas variaciones, modificaciones y otras aplicaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para el análisis de perimetría cromática objetiva mediante el uso de un pupilómetro (100), un procesador, y al menos una cámara, en donde:

el pupilómetro comprende un compartimiento de prueba proporcionado en la forma de un cuenco hemisférico;

una superficie interior del cuenco comprende una pluralidad de aberturas que forman una pluralidad de puntos de prueba del campo visual;

el cuenco hemisférico asociado con una pluralidad de emisores de haz cromático (105) dispuestos alrededor del campo visual de manera que se disponen sobre la pluralidad de puntos de prueba del campo visual (201);

los emisores de haz cromático generan una pluralidad de estímulos cromáticos alrededor de los puntos de prueba del campo visual (201);

los estímulos cromáticos comprenden un primer estímulo de haz cromático y un segundo estímulo de haz cromático;

la superficie interior comprende además un punto de fijación opuesto a la línea de visión de un sujeto;

la al menos una cámara registra la contracción de la pupila en respuesta al primer y segundo estímulos de haz cromático;

el procesador controla los emisores de haz cromático, los parámetros de estímulo y los puntos del campo visual que incluyen la longitud de onda, la duración, el retardo, y la intensidad de los emisores de haz cromático;

el procesador procesa datos asociados con y generados por el primer y segundo estímulos de haz cromático y la cámara; y

el método comprende medir un reflejo de luz pupilar (PLR) en respuesta a estímulos de haz cromático presentados en la pluralidad de puntos de prueba del campo visual, y

definir unas relaciones de las mediciones del PLR en cada una de la pluralidad de puntos de prueba del campo visual, en donde las relaciones en cada punto de prueba representan una medición del PLR en el segundo estímulo de haz cromático con relación a una medición del PLR en el primer estímulo de haz cromático, y

en donde (i) el primer estímulo de haz cromático emplea un haz cromático de longitud de onda más corta, con relación al segundo estímulo de haz cromático,

(ii) el segundo estímulo de haz cromático emplea un haz cromático de longitud de onda más larga, con relación al primer estímulo de haz cromático, y

(iii) las longitudes de onda del primer estímulo de haz cromático se seleccionan del rango de 480±19 nm y el segundo estímulo de haz cromático se selecciona del rango de 640±10 nm.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un obturador controlable que controla el tamaño y/o la forma del estímulo generado.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el tamaño del obturador corresponde a un estímulo que tiene una formación sustancialmente circular con un diámetro de aproximadamente 0,8 cm a aproximadamente 2 cm.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una cámara comprende dos o más cámaras que registran un reflejo de luz pupilar (PLR) de al menos un ojo examinado.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el PLR se registra para cada ojo mediante el uso de las dos o más cámaras.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno del primer estímulo de haz cromático y el segundo estímulo de haz cromático estimulan una estructura anatómica específica del ojo.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer estímulo de haz cromático estimula los bastones y células ganglionares, y el segundo estímulo de haz cromático estimula los conos.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer estímulo de haz cromático y el segundo estímulo de haz cromático estimulan al menos una estructura anatómica diferente del ojo entre sí.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde: el primer y segundo estímulos de haz cromático se proporcionan durante una duración de entre aproximadamente 0,1 segundos a aproximadamente 4 segundos, con una intensidad de entre aproximadamente $3{,}98\times10^{-8}$ cd/m^2 a aproximadamente $3{,}98\times10^{2}$ cd/m^2.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las relaciones se mapean a un mapa del campo visual.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las relaciones son indicativas del estado de salud de las estructuras anatómicas correlacionadas con puntos del campo visual individuales.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las relaciones son indicativas de estructuras anatómicas normales y/o sanas subyacentes se proporciona por una o más de las siguientes coordenadas de punto del campo y la relación esperada (0°, nasal, 0,50); (10°, nasal, 0,41); (10°, temporal, 0,45); (10°, arriba, 0,48); (10°, abajo, 0,43); (20°, nasal, 0,40); (20°, temporal, 0,33); (20°, arriba, 0,38); (20°, abajo, 0,39); (30°, nasal, 0,50); (30°, temporal, 0,44); (30°, arriba, 0,5); (30°, abajo, 0,40).

13. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las relaciones son indicativas del estado de salud de un ojo asociado con glaucoma, y retinosis pigmentaria.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la prueba se realiza con una luminancia de fondo que proporciona la adaptación de luz.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la luminancia de fondo es de 2,7 cd/m^2.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la luminancia de fondo se controla y proporciona para facilitar la prueba de una estructura anatómica del ojo.

17. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la luminancia de fondo es de aproximadamente 1 cd/m^2 a aproximadamente 20 cd/m^2.

18. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la adaptación de luz se proporciona en diferentes períodos controlables de la prueba.

19. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde los diferentes períodos controlables de la prueba se seleccionan del grupo que consiste en: entre presentaciones de estímulo, entre puntos de prueba del campo visual (201), entre anillos del campo visual (202, 204, 206, 208), y una combinación de uno o más de los anteriores.

20. El método de acuerdo con la reivindicación 14, en donde la luminancia de fondo es de 17,1 cd/m^2.

21. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la medición del PLR comprende la amplitud de la constricción de la pupila.

22. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la medición del PLR comprende la latencia de la constricción de la pupila.

23. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada emisor de haz cromático es específico de una fuente de estímulo cromático particular.

24. Un sistema que proporciona una prueba de perimetría cromática objetiva que comprende un pupilómetro, un procesador y una cámara, adaptado para realizar un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-23.

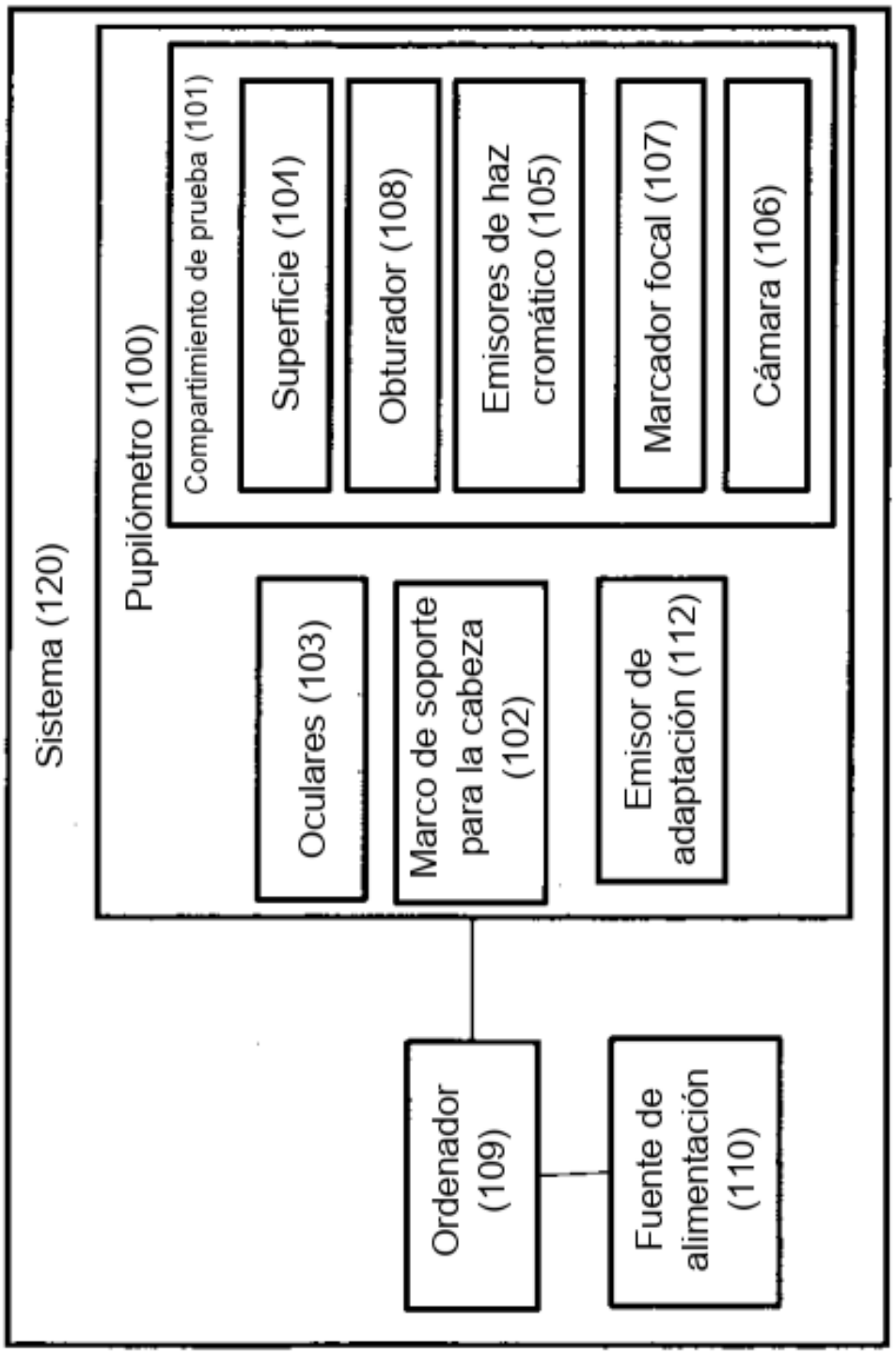

Sistema (120)
Pupilómetro (100)
Compartimiento de prueba (101)
Superficie (104)
Obturador (108)
Emisores de haz cromático (105)
Marcador focal (107)
Cámara (106)
Oculares (103)
Marco de soporte para la cabeza (102)
Emisor de adaptación (112)
Ordenador (109)
Fuente de alimentación (110)

FIGURA 1A

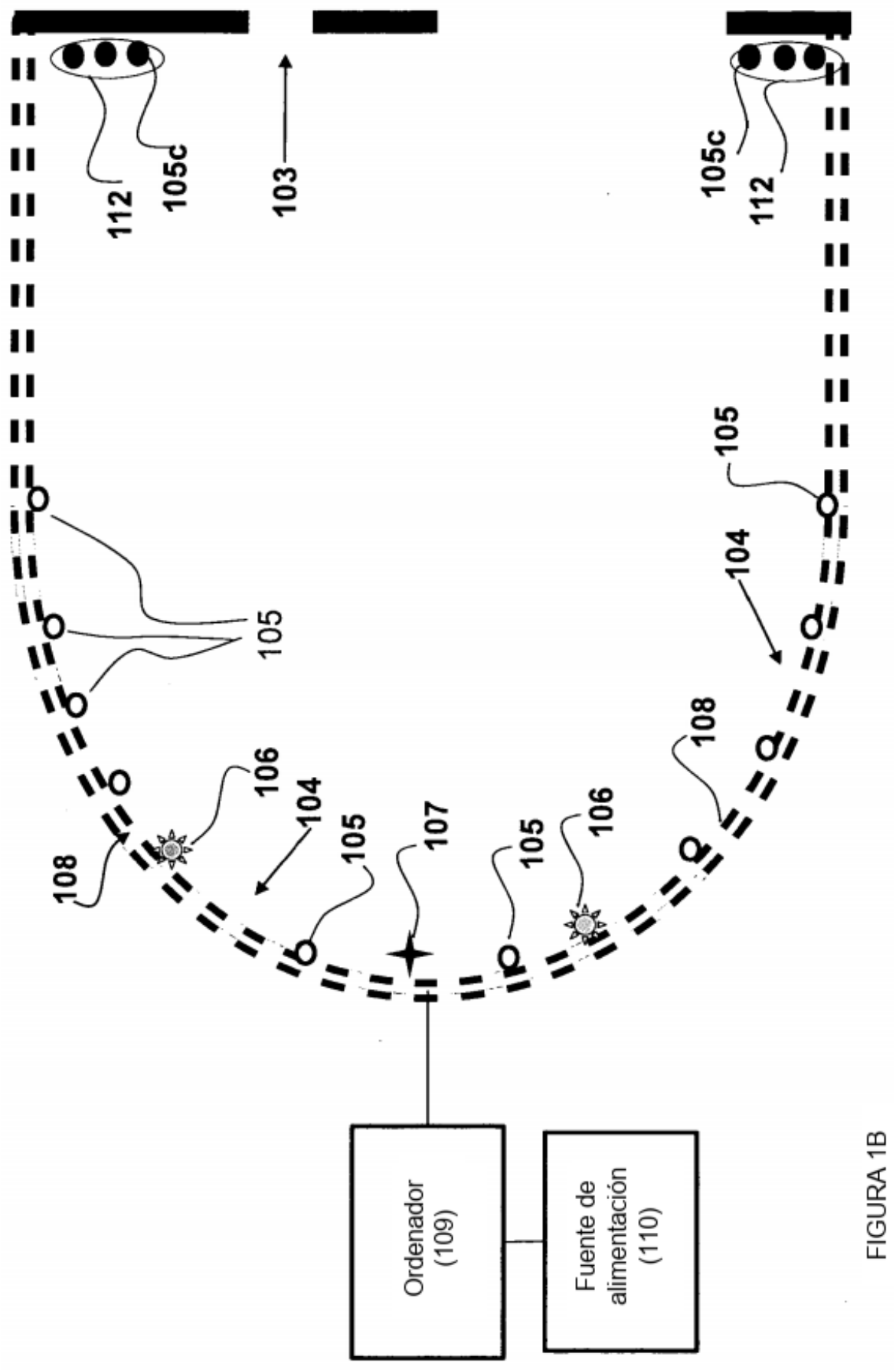

112
105c
103
105c
112
105
104
105
106
104
105
107
105
106
108
108
Ordenador
(109)
Fuente de
alimentación
(110)

FIGURA 1B

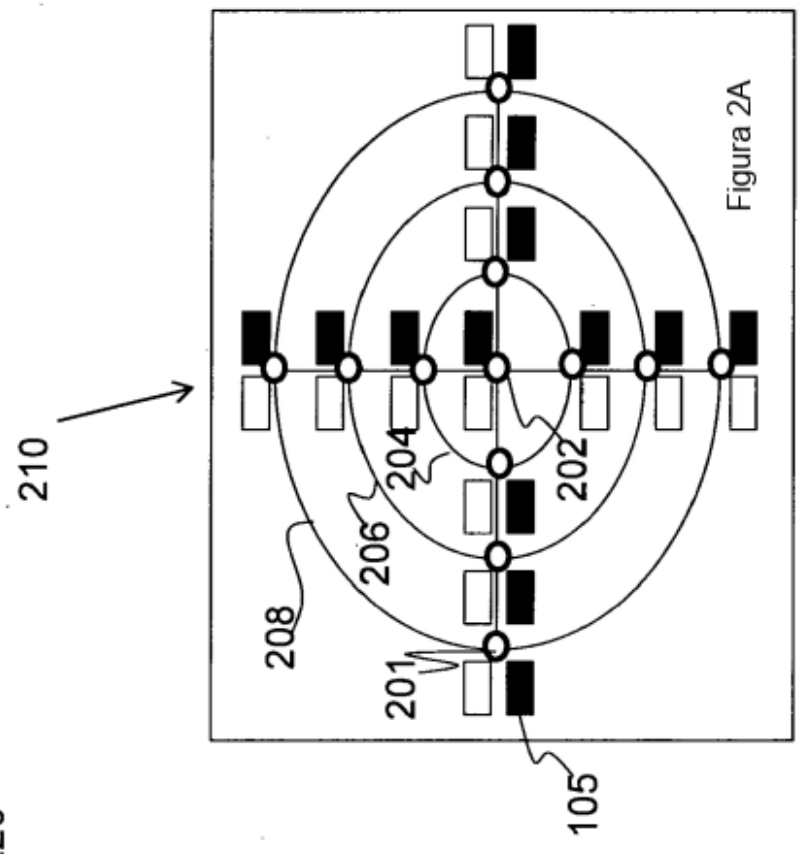


Figura 2A

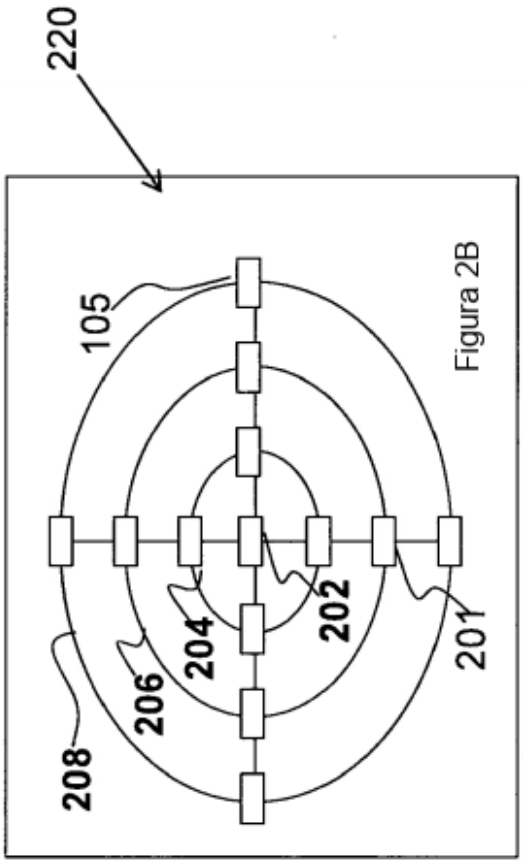


Figura 2B

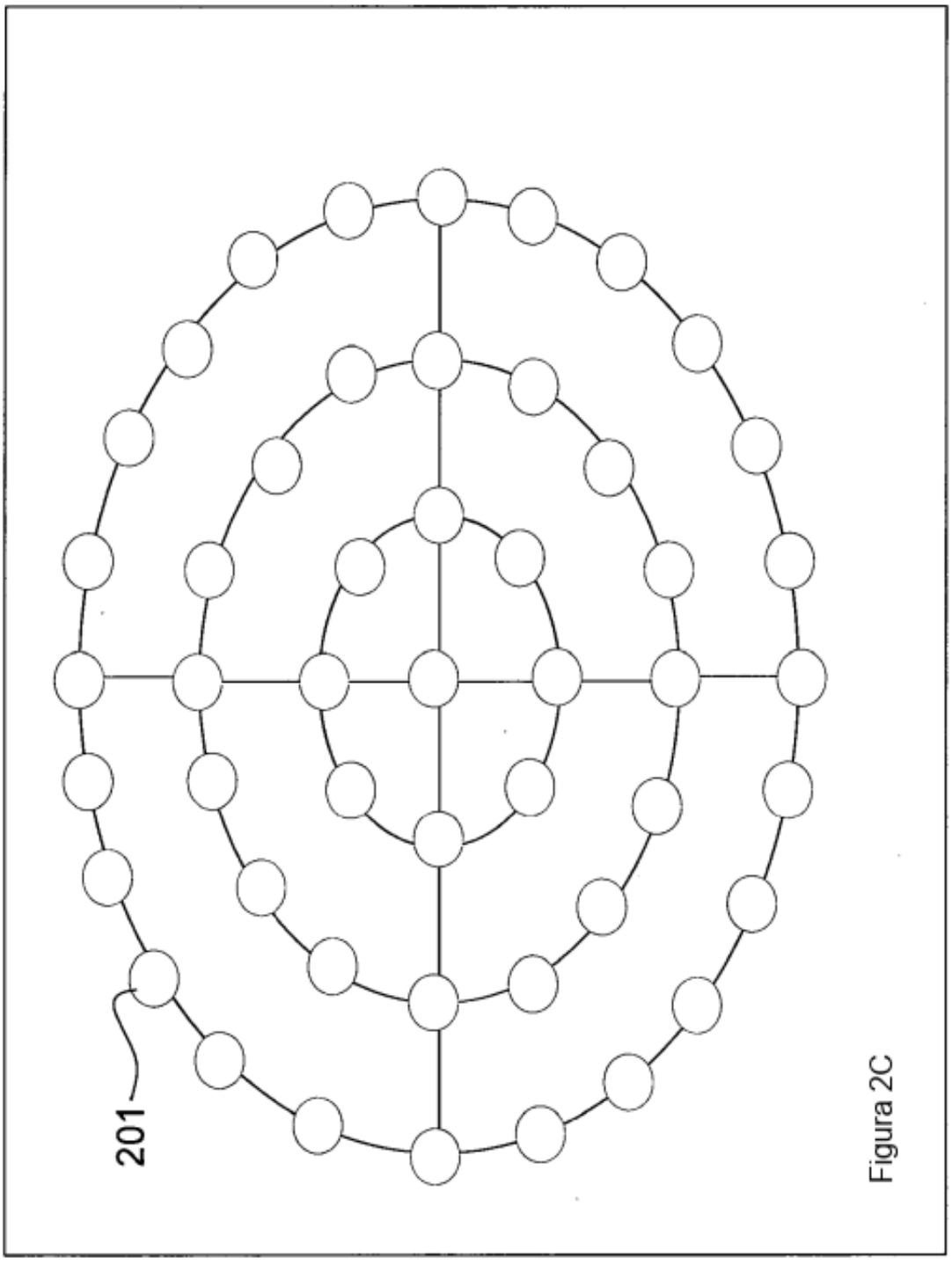


Figura 2C

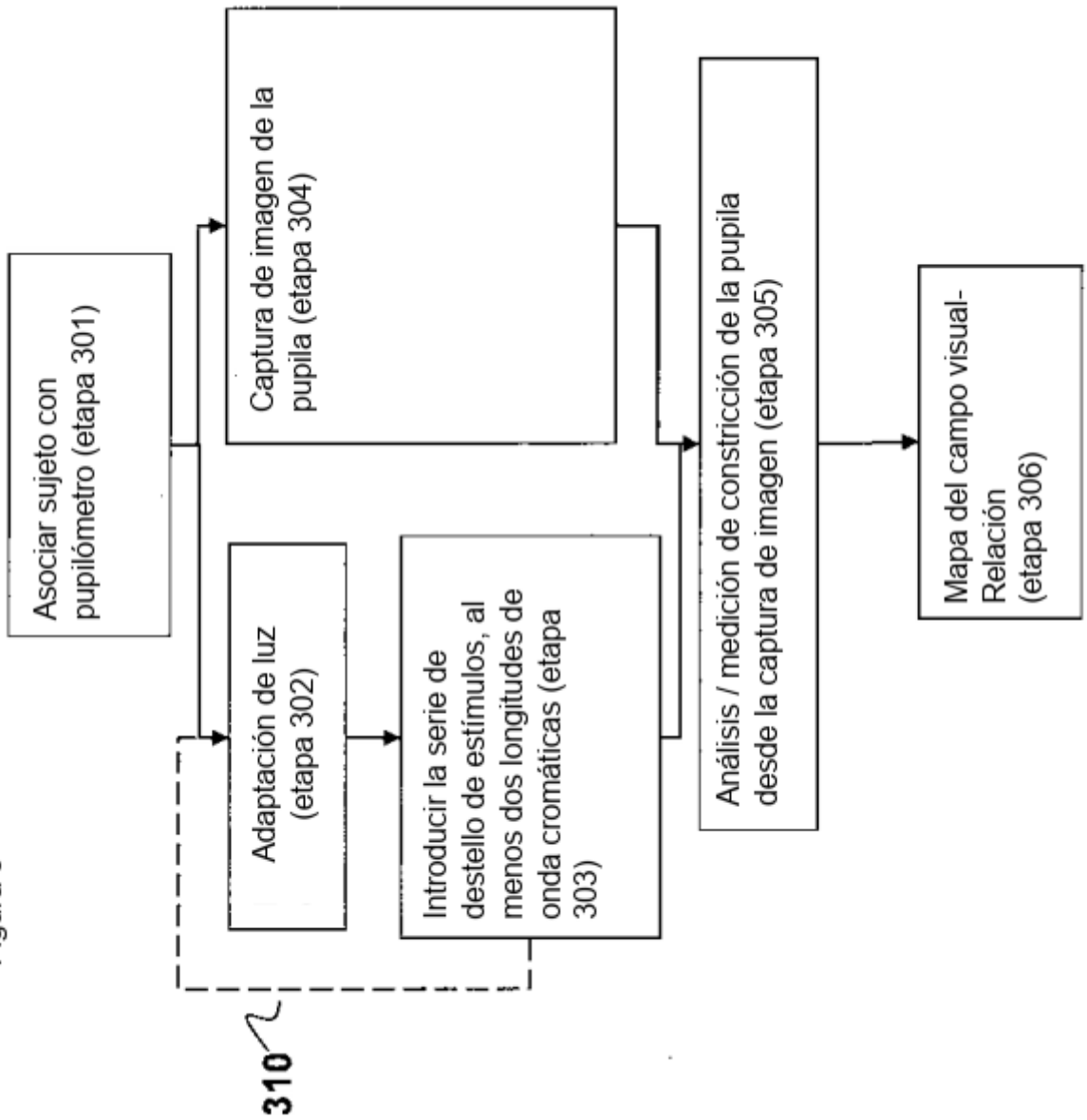

Asociar sujeto con pupilómetro (etapa 301)
Captura de imagen de la pupila (etapa 304)
Adaptación de luz (etapa 302)
Introducir la serie de destello de estímulos, al menos dos longitudes de onda cromáticas (etapa 303)
Análisis / medición de constricción de la pupila desde la captura de imagen (etapa 305)
Mapa del campo visual-Relación (etapa 306)
310

Figura 3

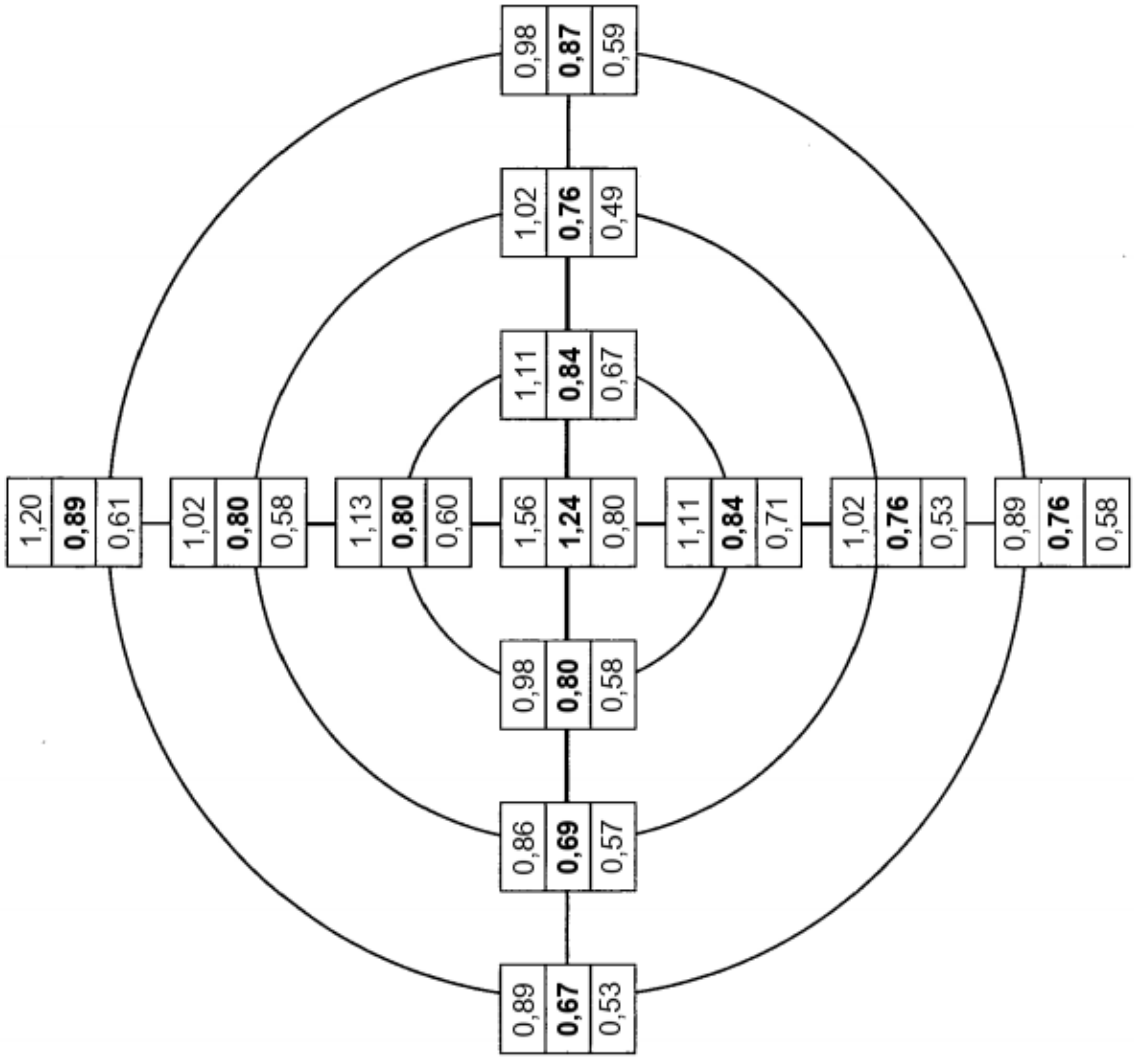

0,98 0,87 0,59
1,02 0,76 0,49
1,11 0,84 0,67
1,20 0,89 0,61
1,02 0,80 0,58
1,13 0,80 0,60
1,56 1,24 0,80
1,11 0,84 0,71
1,02 0,76 0,53
0,89 0,76 0,58
0,98 0,80 0,58
0,86 0,69 0,57
0,89 0,67 0,53
N
75 %
50 %
25 %

Figura 4A

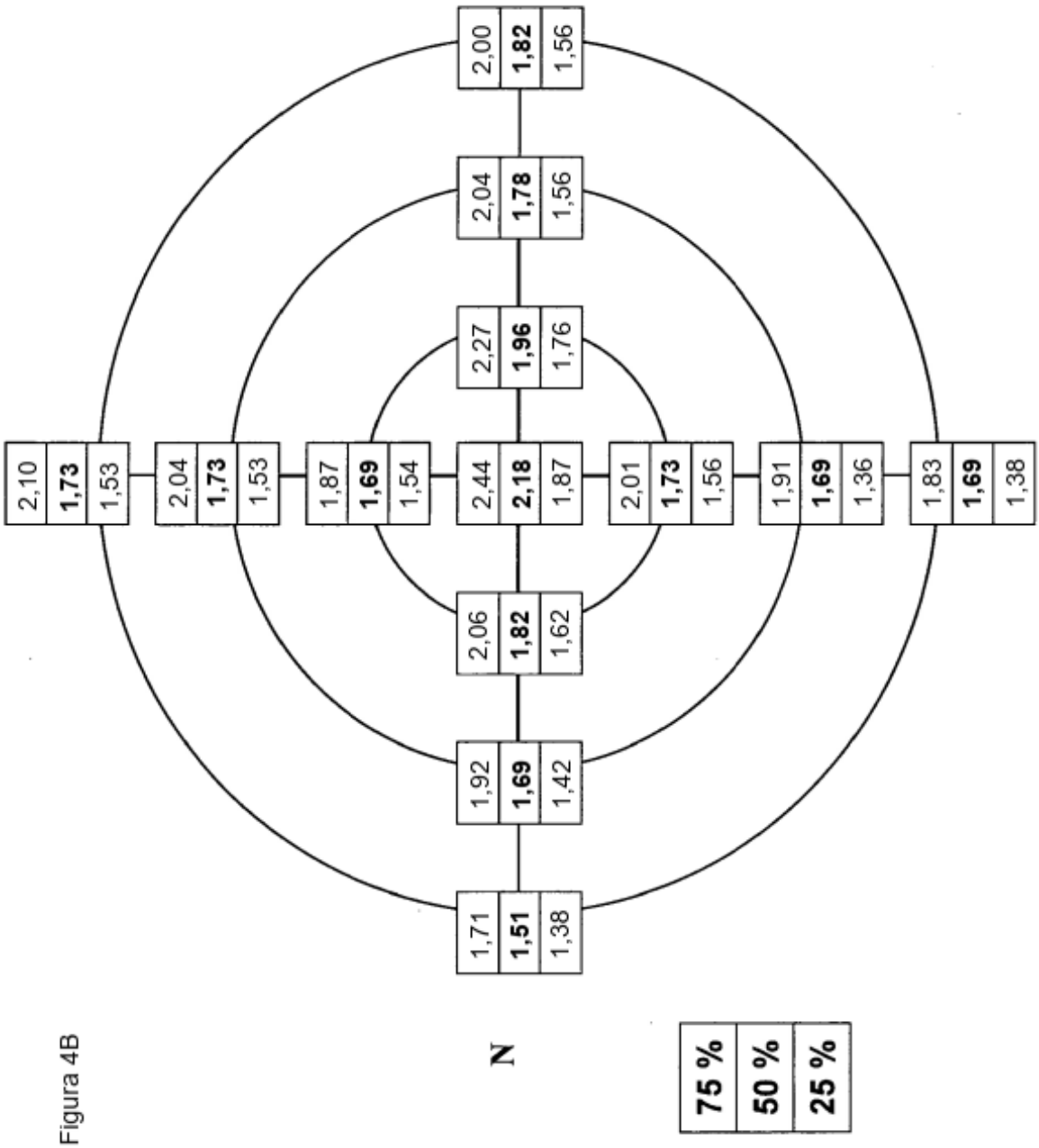

2,00 1,82 1,56
2,04 1,78 1,56
2,27 1,96 1,76
2,10 1,73 1,53
2,04 1,73 1,53
1,87 1,69 1,54
2,44 2,18 1,87
2,01 1,73 1,56
1,91 1,69 1,36
1,83 1,69 1,38
2,06 1,82 1,62
1,92 1,69 1,42
1,71 1,51 1,38
N
75 %
50 %
25 %

Figura 4B

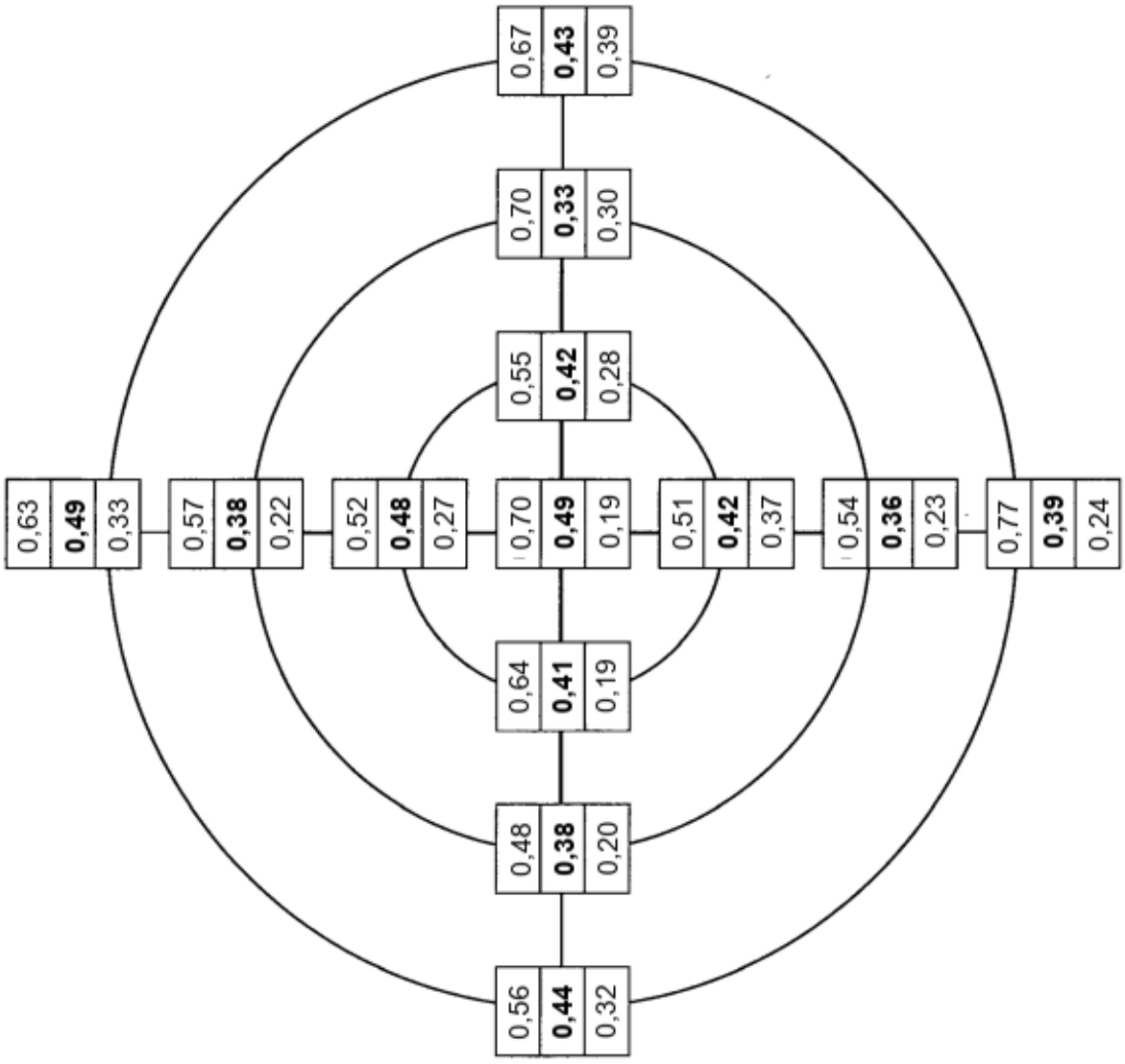

0,67
0,43
0,39
0,70
0,33
0,30
0,55
0,42
0,28
0,63
0,49
0,33
0,57
0,38
0,22
0,52
0,48
0,27
0,70
0,49
0,19
0,51
0,42
0,37
0,54
0,36
0,23
0,77
0,39
0,24
0,64
0,41
0,19
0,48
0,38
0,20
0,56
0,44
0,32
N
75 %
50 %
25 %

Figura 4C

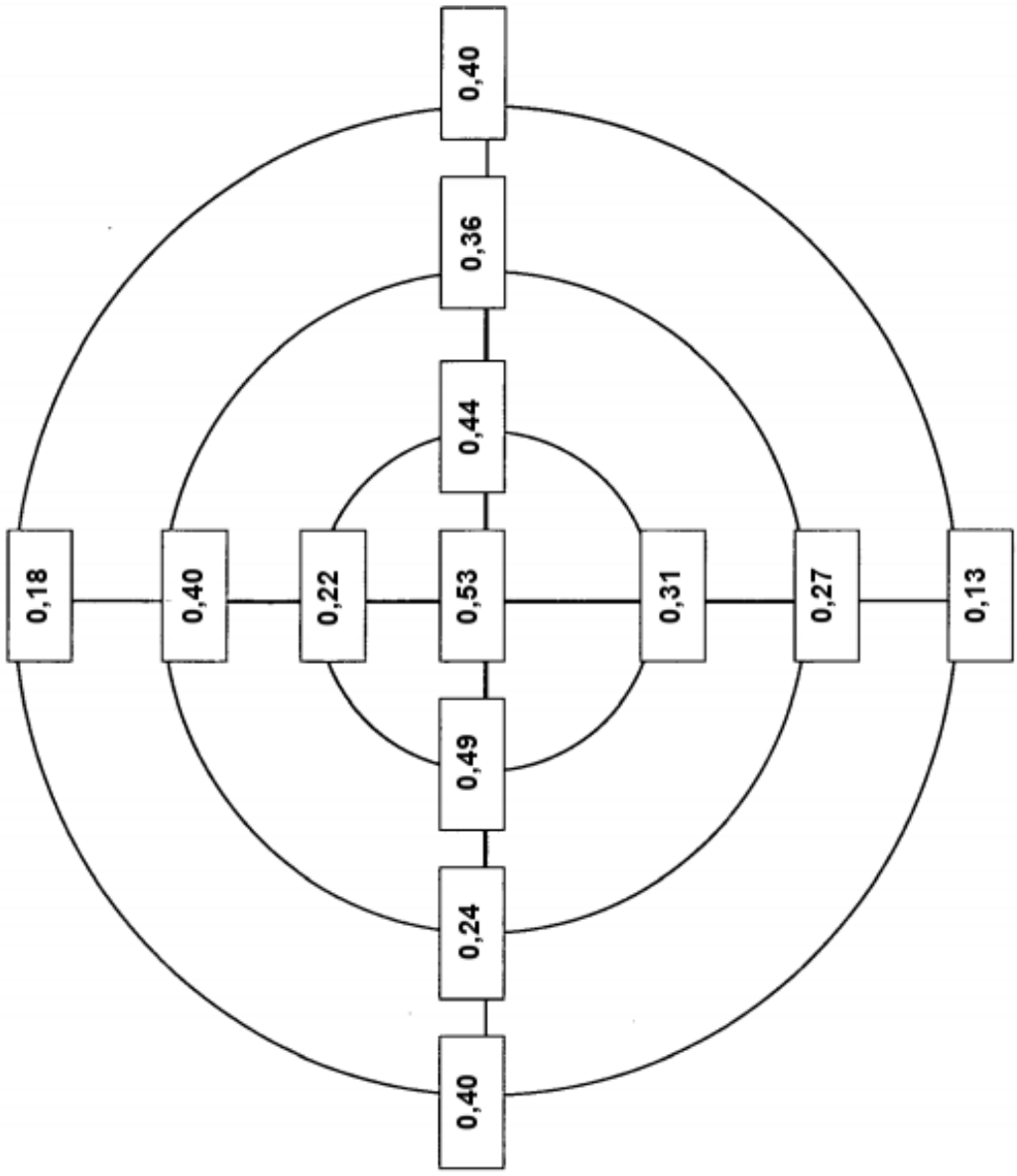


Figura 5A

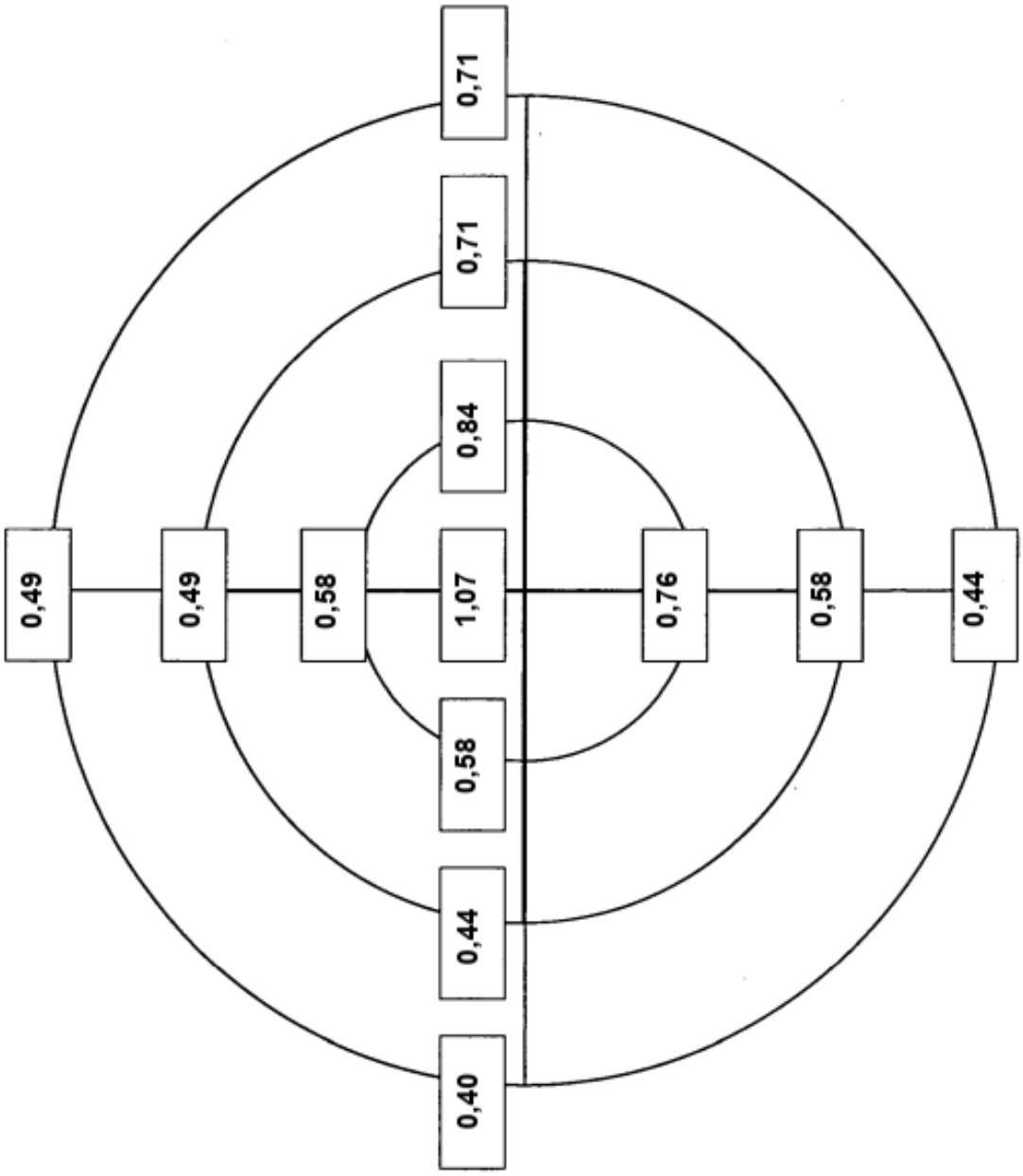


Figura 5B

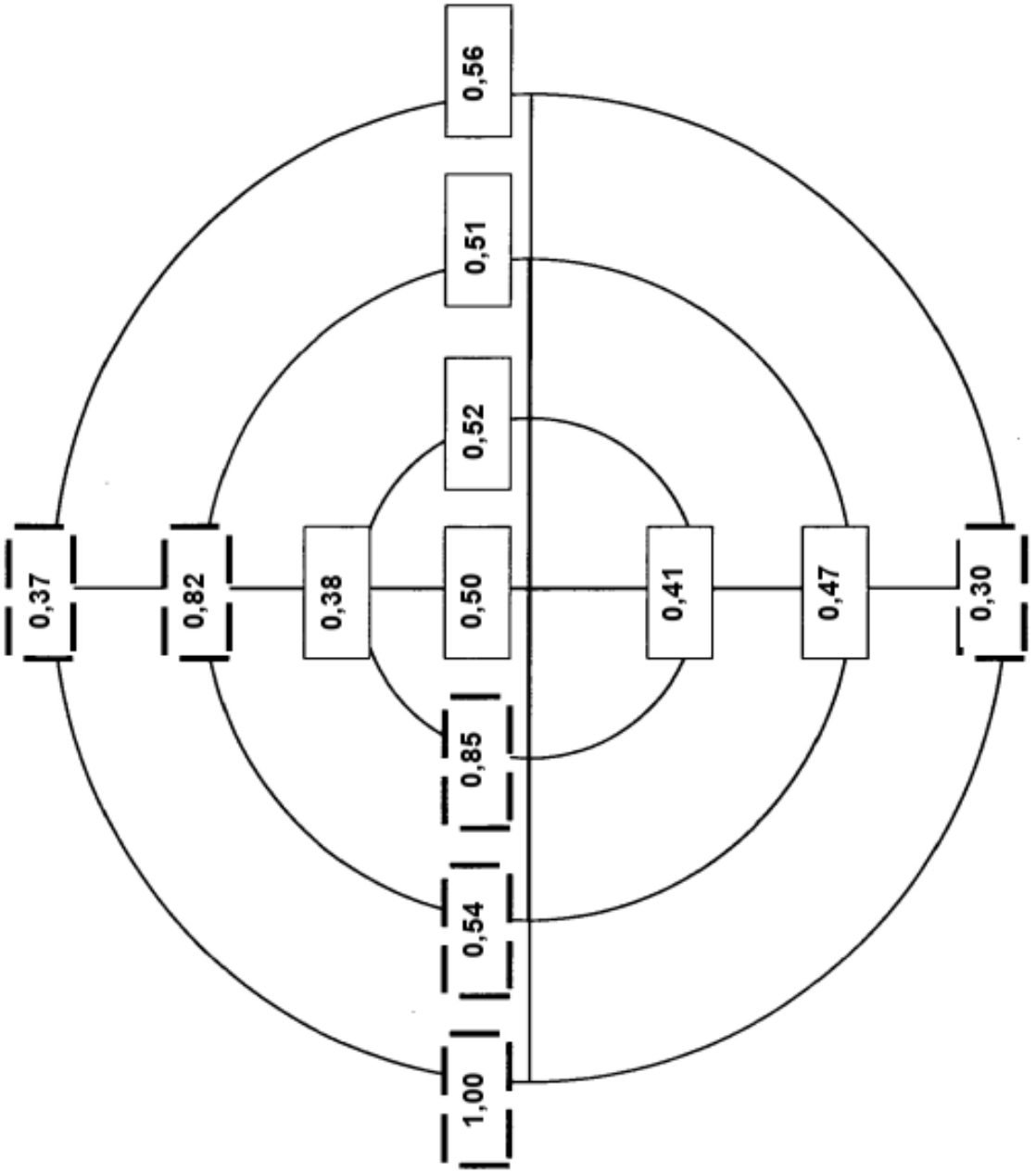


Figura 5C

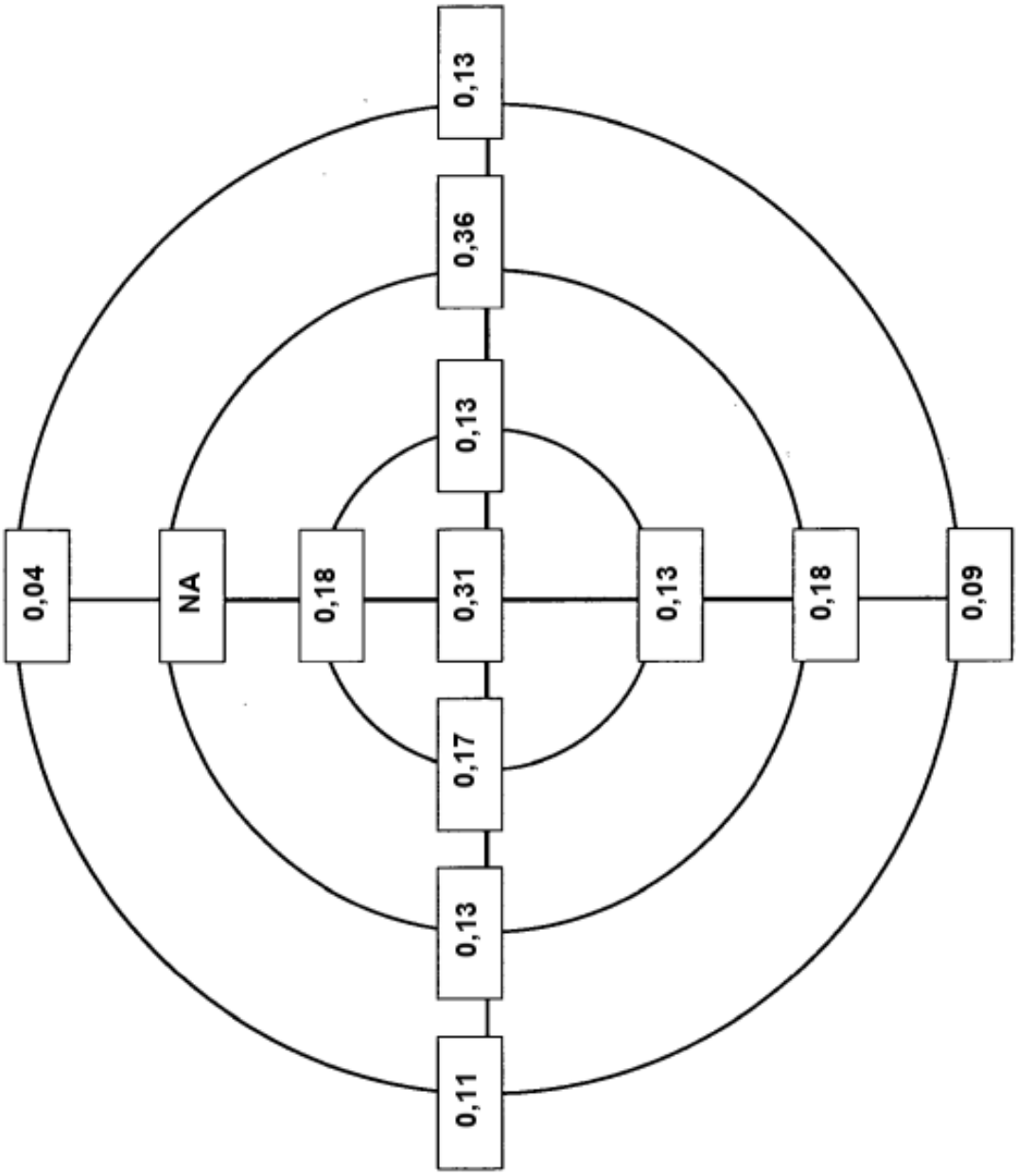


Figura 6A

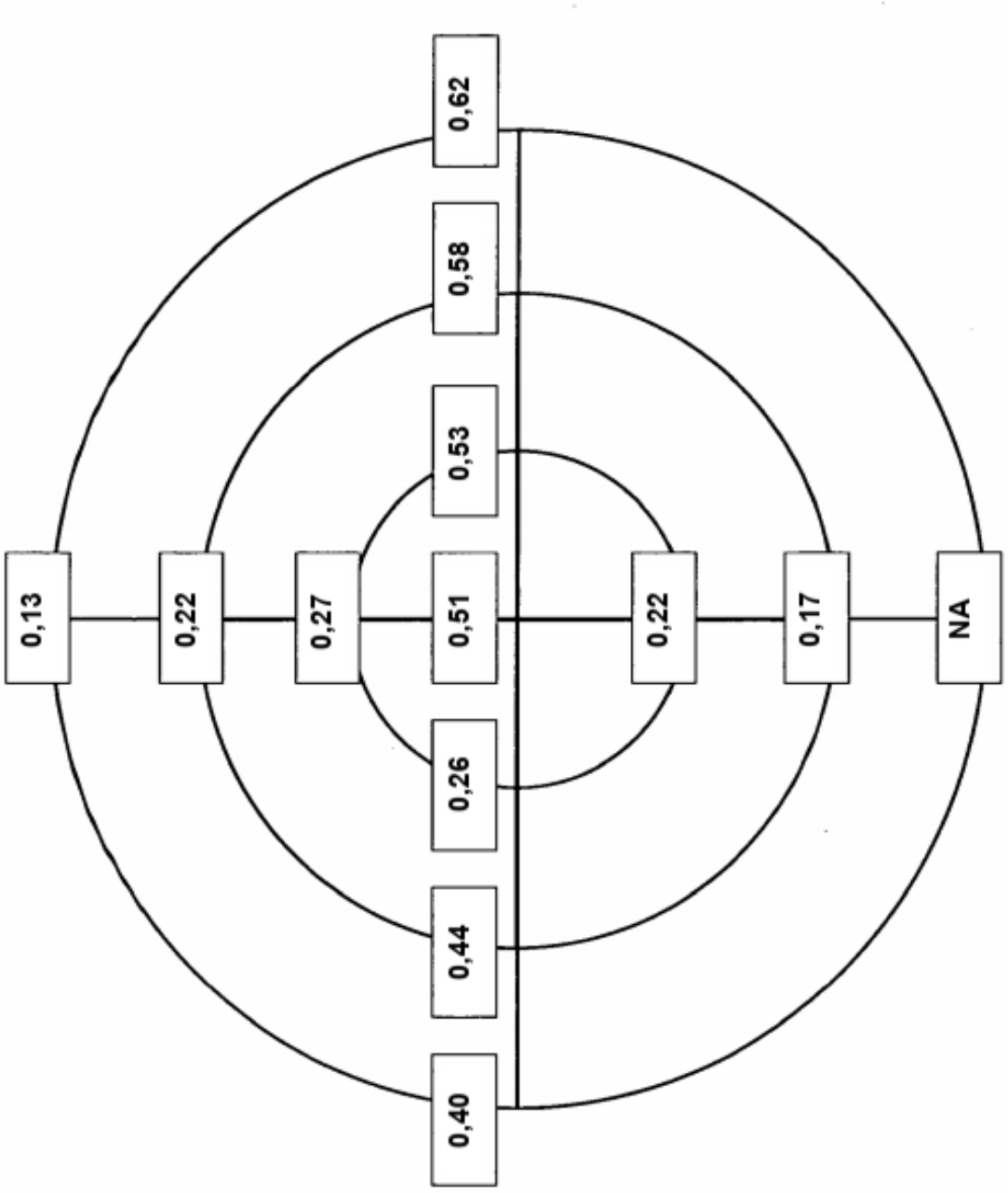


Figura 6B

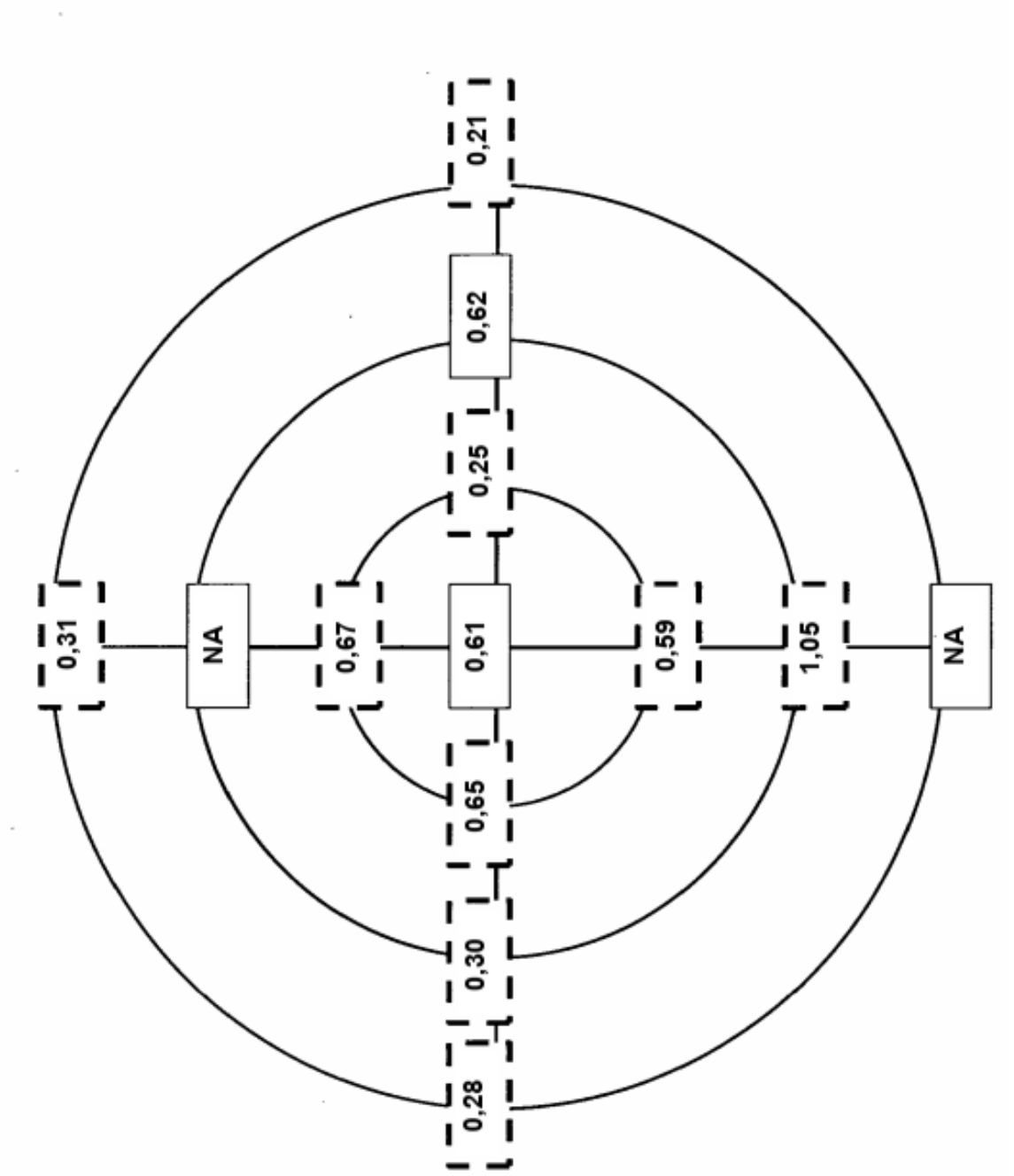


Figura 6C

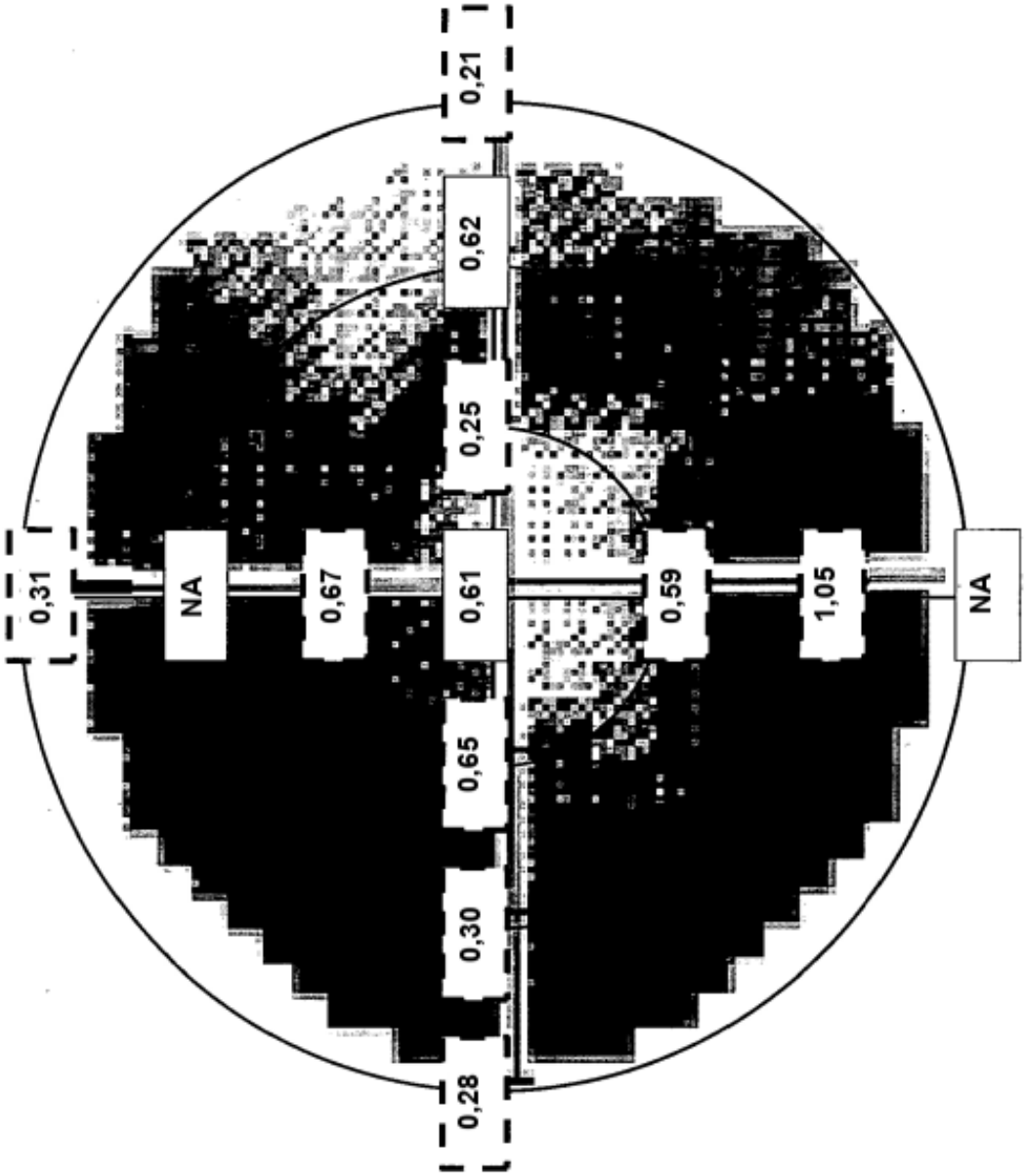


Figura 6D